

Etude Technico-économique

Faisabilité d'un laboratoire d'analyses
MAFOR et Sol accrédité COFRAC à La
Réunion

Porteur de projet : ARP - Association Réunionnaise de Pastoralisme

Coordinateur d'étude : Qualitropic -Rémi CONROZIER

Financement : Crédit ODEADOM

Date de réalisation : Juin 2026



Sommaire

1. Contexte et objectifs de l'étude.....	4
1.1 Enjeux de la gestion des MAFOR à La Réunion	4
1.2 Enjeux de l'analyse de sol.....	5
1.3 Problématiques identifiées.....	7
1.4 Objectifs de l'étude	7
1.5 Financement	7
2. Méthodologie	8
2.1 Démarche d'enquête.....	8
2.2 L'enquête terrain et l'analyse de la demande locale.....	8
3. Résultats des enquêtes.....	10
3.1 Panel des structures interrogées	10
3.2 Valorisation des biomasses et lien avec la normalisation	11
3.3 Volumes d'analyses MAFOR	11
3.3.1 Recensement et comparaison réglementaire.....	11
3.3.2 Situation actuelle des laboratoires MAFOR : freins et insatisfactions.....	13
3.3.3 Attentes pour le futur laboratoire local MAFOR	14
3.4 Les analyses de sol.....	16
3.4.1 Volumes d'analyses de sol recensés	16
3.4.2 Décomposition du volume annuel d'analyses de sol.....	16
3.4.3 Contraintes rencontrées par les acteurs — Volet Sol	17
3.4.4 Attentes pour le futur laboratoire local Sol	19
3.4.5 Anticipation de la future législation européenne sur les sols.....	20
4. Résultats de l'analyse technico-économique.....	21
4.1 Cadre, exigence et processus d'accréditation COFRAC	21
4.2 Démarche choisie pour l'analyse technico-économique	22
4.3 Scénario 1 — Investissement initial : création intégrale d'un laboratoire	24
4.3.1 Le gros matériel analytique.....	24
4.3.2 Petits consommables, LIMS et aménagement du bâtiment	27
4.3.3 Les autres coûts liés à l'accréditation COFRAC.....	28
4.3.4 Frais annuels de fonctionnement du laboratoire	28
4.3.5 Chiffre d'affaires potentiel et comparaison avec les charges	32
4.3.6 Comparaison charges / chiffre d'affaires et analyse de viabilité	34
4.4 Scénario 2 — Laboratoire optimisé avec simplification analytique	35
4.4.1 Gros matériel analytique.....	36
4.4.2 Petits consommables, matériels, LIMS et aménagement du bâtiment ...	38
4.4.3 Les autres coûts liés à l'accréditation COFRAC	39

4.4.4 Les frais annuels de fonctionnement du laboratoire	39
4.4.5 Chiffre d'affaires potentiel du Scénario 2, volumes actuels et futurs	40
4.4.6 Analyse de viabilité : comparaison charges / chiffre d'affaires	42
4.4.7 Tableau comparatif synthétique des deux scénarios.....	43
5. Retour d'expériences : Échanges avec les laboratoires.....	44
6. Recommandations et conclusion générale	45
6.1 Recommandations.....	45
6.2 Conclusion générale.....	46
Table des tableaux	48
Table des graphiques.....	49
Bibliographie.....	50
Annexe 1.....	53
Annexe 2.....	61

1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1 Enjeux de la gestion des MAFOR à La Réunion

La valorisation des Matières Fertilisantes d'Origine Résiduaire (MAFOR) ou Sous-produit d'animaux (SPA) sur les sols agricoles est un levier essentiel du développement durable d'un territoire insulaire comme La Réunion. Les MAFOR contribuent à l'apport de nutriments aux cultures, à l'amélioration de la fertilité des sols et à la réduction de la dépendance aux engrais de synthèse importés.

Issues de sources variées (agro-industrielles, urbaines ou agricoles), les MAFOR peuvent présenter un impact environnemental négatif lorsqu'elles sont mal gérées. En revanche, lorsqu'elles obtiennent un statut de produit réglementé, elles s'inscrivent pleinement dans une démarche d'économie circulaire et de souveraineté alimentaire.

D'un point de vue réglementaire, les MAFOR sont soumises à différents statuts juridiques : du statut de « déchet » au statut de « produit ».

Le statut déchet implique des contraintes réglementaires significativement plus lourdes pour les producteurs et les utilisateurs.

En effet, les MAFOR sous statut de déchet sont strictement encadrées par la réglementation relative aux plans d'épandage (notamment issue du Code de l'environnement, articles R. 211-25 à R. 211-47, et des arrêtés ministériels de prescriptions générales ICPE).

Tout épandage est conditionné à la réalisation d'une étude déterminant les parcelles et îlots culturaux sur lesquelles il est possible d'épandre des biomasses en fonction de leur aptitude à l'épandage. Cela intègre un bilan de fertilisation prévisionnel afin de garantir que les apports de biomasse respectent la capacité d'absorption et le pouvoir épurateur des sols récepteurs, évitant ainsi toute saturation ou pollution des nappes phréatiques (notamment en azote).

À La Réunion, ces contraintes sont d'autant plus limitantes que la surface agricole utile est réduite et morcelée, la topographie accidentée et la densité de population élevée. Les distances réglementaires excluent de fait une partie importante du foncier disponible pour l'épandage. Par contraste, une MAFOR ayant obtenu le statut de produit peut être épandue sans plan d'épandage obligatoire et sur des surfaces bien plus larges, ce qui constitue un levier économique et agronomique majeur pour les producteurs réunionnais.

Pour s'affranchir des contraintes lourdes liées au statut de déchet et ne plus être soumis à la réglementation des plans d'épandage, les MAFOR peuvent acquérir le statut de produit. Pour accéder à ce statut, ou tout du moins être exempté de plan d'épandage, quatre grandes voies de valorisation et de mise sur le marché sont possibles :

- La Normalisation (Normes NF) : C'est la voie réglementaire la répandue et la plus utilisée sur le marché réunionnais. Elle repose sur la conformité du produit à un cahier des charges national préexistant (comme les normes NF U 44-051 ou NF U 42-001). Dès lors que le produit respecte scrupuleusement les critères d'innocuité et d'efficacité de la norme, il est dispensé de plan d'épandage.
- L'Homologation (Autorisation de Mise sur le Marché — AMM) : Délivrée par l'Anses, cette voie est requise pour les produits innovants qui ne rentrent dans aucune norme existante. Elle est particulièrement longue, coûteuse et exige la constitution d'un dossier scientifique lourd démontrant l'efficacité et l'innocuité du produit.
- La Réglementation Européenne (Règlement UE 2019/1009) : Ce cadre harmonisé permet de mettre sur le marché européen des fertilisants porteurs du marquage CE. Bien qu'il ouvre les portes du marché communautaire, ses exigences techniques, ses procédures de contrôle de conformité et ses coûts s'avèrent souvent disproportionnés pour des productions locales.
- La conformité à un Cahier des Charges approuvé par l'État : Encadrée par l'article R. 255-29 du Code rural et de la pêche maritime, cette voie permet à certaines catégories de matières d'être exemptées d'AMM individuelle si elles respectent un cahier des charges national strict validé par arrêté ministériel. C'est le cas emblématique des digestats de méthanisation agricole.

La voie de la normalisation est de loin la plus répandue et la plus adaptée au contexte de La Réunion. En effet, les volumes, les coûts et la simplicité d'obtention de la norme font d'elle une priorité pour les détenteurs de MAFOR.

Cependant, l'accès à une norme (NF) n'est pas automatique : il exige une rigueur analytique stricte. Pour prouver la conformité du produit (valeur agronomique, seuils en Éléments Traces Métalliques (ETM), Composés Traces Organiques (CTO) et indicateur de traitement), des analyses réglementaires doivent impérativement être réalisées par des laboratoires accrédités COFRAC (Comité Français d'Accréditation).

1.2 Enjeux de l'analyse de sol

La gestion de la fertilité des sols est un enjeu central pour l'agriculture réunionnaise. Contrairement aux analyses MAFOR, les analyses de sol ne sont pas soumises à une obligation d'accréditation COFRAC. Elles relèvent davantage d'un conseil agronomique que d'une exigence réglementaire. Pour autant, leur importance pratique est considérable.

Une analyse de sol bien conduite permet d'ajuster précisément les apports en éléments fertilisants (azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium, etc.) aux besoins réels de la culture et aux caractéristiques de la parcelle. L'enjeu est double :

- Risque de sur-fertilisation : un apport excessif d'engrais ou de MAFOR sur un sol déjà bien pourvu entraîne des pertes par lessivage ou ruissellement,

contribuant à la pollution des eaux (nitrates, phosphore) et à un gaspillage économique pour l'agriculteur.

- Risque de sous-fertilisation : à l'inverse, une fertilisation insuffisante pénalise directement les rendements et la qualité des productions, avec un impact économique direct sur l'exploitation.

Le pH du sol joue également un rôle particulièrement critique dans ce contexte. Un sol trop acide, ce qui est fréquent à La Réunion du fait de la nature volcanique de l'île, réduit la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes et affecte négativement la Capacité d'Échange Cationique (CEC). La CEC mesure l'aptitude du sol à retenir les cations nutritifs (calcium, magnésium, potassium, ammonium) : une CEC dégradée par l'acidification signifie que les engrais apportés sont moins bien retenus et donc moins efficaces, ce qui aggrave à la fois l'impact environnemental et le coût de production. Le suivi régulier du pH et l'application de correcteurs (chaulage) constituent donc un levier agronomique et économique majeur, directement conditionné par l'accès à des analyses fiables et rapides.

Jusqu'à aujourd'hui, le CIRAD assure la quasi-totalité des analyses de sol à La Réunion. Si ce service a longtemps constitué un appui essentiel au territoire, il convient de rappeler que la mission principale du CIRAD est la recherche agronomique, et non la prestation analytique commerciale pour l'ensemble des agriculteurs du territoire. Le CIRAD lui-même exprime la volonté de transférer cette activité à un autre opérateur mieux dimensionné pour en assurer la gestion à long terme. En conséquence, les délais d'analyse atteignent régulièrement 2 à 3 mois, en période de forte demande, notamment lors des campagnes de replantation de la canne, où les analyses de sol sont souvent exigées pour l'obtention d'aides. Ces délais sont jugés incompatibles avec une bonne gestion agronomique, qui nécessite des résultats dans un délai d'un mois pour permettre des décisions correctives avant la mise en culture.

Jusqu'alors, une partie des acteurs palliait l'absence d'offre locale en expédiant leurs échantillons de sol vers la France hexagonale. Cette voie de recours est désormais définitivement fermée pour des raisons réglementaires et de traçabilité sanitaire. Les sols réunionnais font en effet l'objet d'un encadrement strict assimilable à celui des sols extra-communautaires, imposant des contraintes d'importation lourdes et coûteuses au regard des volumes traités. Ce contexte a conduit les grands acteurs analytiques hexagonaux à renoncer progressivement au traitement de ces matrices : un premier laboratoire d'envergure n'a pas renouvelé son agrément dédié en 2025, suivi d'un second acteur majeur en 2026.

Ce double désengagement crée un verrou réglementaire majeur et laisse un vide opérationnel net sur le territoire. Certaines analyses spécialisées notamment relatives à l'activité biologique, la texture fine ou la granulométrie ne disposent plus d'aucune solution de traitement, ni localement, ni par voie d'exportation. Cette situation rend vitale la création d'un laboratoire d'analyses local à La Réunion. Au-delà de l'urgence immédiate, il convient de souligner la forte complémentarité technique entre les analyses de sol et les analyses MAFOR. Les deux matrices partagent en effet un socle analytique très largement commun : azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium, matière organique, conductivité, etc. Un

laboratoire équipé pour analyser les MAFOR selon les normes NFU sera donc naturellement en mesure de proposer des analyses de sol sans investissement analytique supplémentaire majeur. Cette mutualisation des équipements et des compétences constitue un levier économique décisif pour la viabilité du projet, et justifie pleinement d'intégrer les deux matrices dans un périmètre analytique commun.

1.3 Problématiques identifiées

Deux problématiques majeures ont motivé la présente étude :

- Aucun laboratoire réunionnais n'est accrédité COFRAC pour l'ensemble des analyses MAFOR et sols réglementaires. Les laboratoires hésitent à engager les coûts d'accréditation sans connaissance préalable du volume d'analyses potentielles. Or, l'accréditation COFRAC implique des frais importants : instruction du dossier, audit par un expert venant d'hexagone, redevances annuelles, temps humain pour suivre la procédure COFRAC, matériels adaptés, etc.
- Les producteurs souhaitant normaliser leurs MAFOR se heurtent aux coûts des analyses réalisées en hexagone et aux délais incompatibles avec les exigences réglementaires. En particulier, certaines analyses (œuf d'helminthe) doivent être réalisées dans les 24h suivant l'échantillonnage ce qui est un délai impossible à respecter avec un envoi en hexagone.

1.4 Objectifs de l'étude

L'étude vise à déterminer les conditions techniques et économiques dans lesquelles le développement d'un laboratoire (ou d'un réseau de laboratoires) accrédité COFRAC serait viable à La Réunion. Elle est structurée en deux volets :

- Volet 1 : Détermination du nombre annuel d'analyses potentiel : enquête auprès des structures concernées pour évaluer les volumes réels et futurs d'analyses demandées sur le territoire.
- Volet 2 : Détermination du seuil de rentabilité : état des lieux du matériel requis, coûts d'investissement et de fonctionnement, modélisation de plusieurs scénarios (laboratoire unique ou mutualisation).

Les impacts attendus sont multiples : amélioration de l'autonomie alimentaire de l'île, développement des filières d'élevage, bonne gestion des effluents, développement de l'économie circulaire locale, réduction de la dépendance aux engrais chimiques importés.

1.5 Financement

Pour accompagner le démarrage du projet, un levier financier institutionnel est prévu via le Contrat de Convergence et de Transformation (CCT) à hauteur de 750 000 €, mobilisable avec le soutien de la DAAF. Cette enveloppe d'amorçage permettrait au laboratoire qui souhaite se positionner de faire l'acquisition des équipements analytiques de pointe indispensables au traitement des matrices sols et MAFOR. Cependant il convient de souligner qu'il s'agit d'une aide ponctuelle ciblant exclusivement l'investissement initial, et non d'un dispositif de soutien récurrent.

2. Méthodologie

2.1 Démarche d'enquête

La méthodologie de cette étude technico-économique a été construite selon une approche ascendante, partant des réalités concrètes et des besoins spécifiques du territoire réunionnais pour aboutir à l'évaluation fine des capacités d'investissement et de positionnement des laboratoires locaux. Plutôt que de calquer un modèle théorique, la démarche s'est ancrée dès le départ dans une logique de co-construction avec les acteurs de terrain.

2.2 L'enquête terrain et l'analyse de la demande locale

Le premier volet de l'étude s'est concentré sur la conception et l'administration d'un questionnaire d'enquête approfondi, dont l'objectif principal était de cartographier et de quantifier précisément les besoins analytiques actuels et futurs à l'échelle de La Réunion (questionnaire disponible dans l'annexe 1). Cette démarche a ciblé de manière exhaustive deux grands profils d'acteurs clés de l'île.

Dans le cadre de cette enquête, l'ensemble des producteurs et détenteurs de MAFOR produisant et commercialisant des produits normés sur le marché réunionnais ou engagés dans une démarche de normalisation ont été consultés., qui envoient actuellement leurs échantillons en hexagone ainsi qu'à celles qui projettent de mettre en place une démarche de normalisation à l'avenir.

D'autre part, afin d'obtenir une vision globale, l'intégralité des professionnels réalisant ou commandant des analyses de sol sur le territoire a été interrogée.

Au-delà de la simple collecte de volumes, l'analyse du questionnaire a permis de comprendre les freins et les verrous structurels majeurs rencontrés au quotidien par ces acteurs, tels que les délais d'attente pénalisants, les coûts logistiques et les contraintes réglementaires liées au transport de certaines matières.

Une fois la première phase achevée, toutes les données brutes ont été récupérées et compilées. Ce travail de centralisation a permis de dégager la volumétrie globale théorique et réelle du territoire (exprimée en nombre d'échantillons annuels) par type de matrice et par fréquence, fournissant ainsi la base indispensable pour dimensionner l'offre analytique locale.

Parallèlement à l'évaluation de la demande, une phase de cadrage a été menée. Des échanges directs ont été engagés avec COFRAC et des laboratoires pour définir précisément les exigences réglementaires, les critères de qualité et les contraintes structurelles indispensables à l'obtention d'une accréditation pour un laboratoire d'analyses.

Pour bâtir ce modèle, l'étude s'est ancrée sur les besoins réels du territoire exprimés lors de l'enquête, à savoir les analyses de sol et les analyses réalisées pour obtenir les normes NFU à savoir :

- la norme NFU 44-551 pour les supports de culture,
- la norme NFU 44-051 pour les amendements organiques,
- la norme NFU 42-001 pour les engrais organiques,

- la norme NFU 44-095 pour les amendements contenant des boues de stations d'épuration.
- La matrice sol

Chacune de ces normes a été déclinée en éléments et paramètres précis à analyser, qu'il s'agisse de la valeur agronomique classique ou d'éléments plus complexes comme les éléments traces métalliques, les composés traces organiques ou la recherche d'agents pathogènes spécifiques. Cette décomposition technique a permis de dresser la liste exhaustive du matériel nécessaire.

Afin de garantir la neutralité des résultats et d'obtenir un coût de référence fiable, la modélisation financière a été réalisée selon l'hypothèse volontaire d'une création de laboratoire à partir de zéro. Ce scénario de rupture intègre l'ensemble des investissements matériels lourds identifiés précédemment, mais également tous les frais de structure et charges de fonctionnement indispensables, tels que l'aménagement des locaux, la maintenance des équipements, les fluides et les consommables. Les charges structurelles complémentaires ont fait l'objet d'un chiffrage rigoureux, englobant la masse salariale qualifiée, l'acquisition des protocoles AFNOR, ainsi que l'ensemble des redevances et frais d'audits annuels liés au maintien de l'accréditation COFRAC.

2.3 Concertation et mise en parallèle finale

La dernière phase de la méthodologie a consisté à confronter le modèle théorique et économique avec la réalité industrielle locale. Une démarche de concertation et de restitution a été initiée auprès des laboratoires locaux déjà implantés sur l'île. Lors de ces rencontres, les volumes de demande consolidés ainsi que les projections financières du scénario de création « à partir de zéro » leur ont été présentés en toute transparence.

Les laboratoires locaux ont été invités à formuler leur avis critique sur ces résultats et à exprimer leur positionnement stratégique : souhaitaient-ils porter ce projet, étendre leurs compétences actuelles ou investir dans de nouvelles lignes analytiques ?

En parallèle, l'inventaire de leur matériel existant a permis d'identifier quel laboratoire serait le plus susceptible de porter ce projet tout en limitant les investissements.

L'aboutissement de cette méthodologie est de mettre directement en parallèle les besoins réels et non pourvus du territoire avec la capacité ou la volonté d'investissement des laboratoires locaux. Ce croisement stratégique offre les clés d'arbitrage nécessaires pour définir la feuille de route la plus viable, qu'elle prenne la forme d'une création pure, d'une extension d'activité ou d'une mutualisation d'outils existants.

3. Résultats des enquêtes

3.1 Panel des structures interrogées

L'enquête a été conduite auprès de l'ensemble des acteurs du territoire réunionnais susceptibles d'être concernés par les analyses de sol et/ou de MAFOR. Au total, plus de 46 structures ont été rencontrées, réparties en six typologies d'acteurs :

Tableau 1 — Répartition des structures interrogées par catégorie d'acteurs

Catégorie	Part (%)	Exemples de structures
Transformateurs de biomasse	35 %	Alchimistes Péi, Avifermé, BioBin, Ecopal, GTC, JPP, Nicollin OI, Patelin, ProxiCompost, Recyclage de l'Ouest, Runéo, SICA Aucre, SPL SUDEC, TEREOS, Camp Pierrot...
Coopératives animales	15 %	Avipole, CPPR, CPLR, Fermiers du Sud, Ovicap, SICA Lait, SICA Revia
Syndicats de traitement	4 %	ILEVA, SYDNE
Agrofournisseurs	9 %	SCIC, Talarmor, InterAgro, TIMAC
Coopératives végétales	17 %	Anafruit, AVO, Coopananas, FLB, SCA Fruit, SICA TR, VIVEA, Terre Bourbon
Autres (instituts, associations)	20 %	ARP, ARMEFLHOR, eRcane, GAB, Chambre d'agriculture, ARIFEL, UMIH, CIRAD, CTICS

Les transformateurs de biomasse représentent la part la plus importante des structures interrogées (35%), suivis des structures classées en « Autres », instituts techniques, associations professionnelles, chambres consulaires (20%), des coopératives végétales (17%), des coopératives animales (15%), des agro fournisseurs (9%) et des syndicats de traitement (4%).

L'une des premières questions de l'enquête visait à identifier le positionnement de chaque structure vis-à-vis des analyses. Il en ressort que la grande majorité des acteurs réalisent ou souhaitent réaliser des analyses de MAFOR (biomasse), ce qui constitue le cœur du besoin exprimé. Un nombre significatif réalise les deux types d'analyses (sol et MAFOR), et une minorité ne réalise aucune analyse à ce jour sans pour autant être indifférente au sujet, puisqu'elles peuvent pour certaine envisager de franchir ce cap à moyen terme, notamment sous l'impulsion d'une offre locale accessible.

3.2 Valorisation des biomasses et lien avec la normalisation

L'enquête a permis de dresser un état des lieux des biomasses produites et valorisées sur le territoire. Cinq grandes catégories de biomasses ont été recensées :

- les boues de stations d'épuration (2 structures productrices, toutes les 2 valorisées, sous NFU 44-095 ou AMM) ;
- les effluents d'élevage (10 structures productrices, 8 valorisées, sous NFU 42-001 ou NFU 44-051) ;
- les déchets verts (4 structures productrices, toutes valorisées, sous NFU 44-095 ou NFU 44-051) ;
- les sous-produits agro-industriels hors biodéchets (4 structures, toutes valorisées, sous NFU 44-551, NFU 42-001, NFU 44-051 ou AMM) ;
- les biodéchets alimentaires et FFOM (5 structures, toutes valorisées, sous NFU 44-051).

Un constat majeur ressort de cette cartographie : la quasi-totalité des structures productrices de MAFOR (19 sur 23 ayant répondu) expriment le besoin d'une norme AFNOR pour leurs matières. Ce besoin s'explique par la nature juridique du statut de leurs produits : tant qu'une MAFOR n'est pas normalisée ou homologuée, elle conserve le statut de déchet, avec les contraintes afférentes : plan d'épandage obligatoire, distances réglementaires à respecter vis-à-vis des habitations et des cours d'eau, traçabilité lourde. L'accès à une norme NFU permet de sortir de ce statut, d'accéder au statut de produit fertilisant commercialisable, et ainsi de valoriser économiquement la biomasse produite.

Il convient cependant de souligner deux cas de figure distinct qui ont pu être vus lors des entretiens : deux structures rencontrées ont des besoins en analyse, mais pour obtenir une AMM ce qui entraîne des analyses un peu différentes et certaines structures réalisent des analyses de MAFOR brutes sans aucune obligation réglementaire de normalisation. Leur objectif n'est pas d'accéder à un statut produit, mais de connaître la composition exacte de leurs matières : teneurs en azote, phosphore, potassium, matière organique afin d'ajuster leurs fertilisations et d'éviter une sur-fertilisation préjudiciable à l'environnement ou une sous-fertilisation pénalisante pour les rendements. Ce besoin d'analyse raisonnée, non encadré réglementairement, représente un volume supplémentaire non négligeable à intégrer dans le modèle économique du futur laboratoire.

3.3 Volumes d'analyses MAFOR

3.3.1. Recensement et comparaison réglementaire

Une fois les besoins identifiés, les données collectées lors des entretiens ont été compilées et mises en regard des exigences réglementaires effectives imposées par les normes NFU concernées. Cette double lecture données déclarées par les acteurs versus données calculées sur la base des obligations normatives constitue un apport méthodologique essentiel de l'étude.

Le tableau ci-dessous présente les volumes annuels d'analyses tels qu'ils ressortent des entretiens :

Tableau 2 : Volumes annuels d'analyses MAFOR déclarés lors des entretiens (nombre d'analyses par an)

	NFU 44-051	NFU 42-001/2	NFU 44-095	NFU 44-551	MAFOR brute
Analyses agronomiques	101	42	34	5	38
ETM	101	36	34	5	—
CTO	56	10	—	—	—
Agents pathogènes	85	36	34	5	—
Indicateurs de traitement	85	30	34	—	—
Inertes et impuretés	75	—	34	—	—
Efficacité agronomique	15	—	—	—	—

Tableau 3 — Volumes annuels d'analyses MAFOR calculés selon la réglementation (nombre d'analyses par an)

	NFU 44-051	NFU 42-001-2	NFU 44-095	NFU 44-551	MAFOR brute
Analyses agronomiques	85	26	4	4	—
ETM	62	16	2	2	—
CTO	56	—	1	—	—
Agents pathogènes	24	16	2	2	—
Indicateurs de traitement	24	16	2	2	—
Inertes et impuretés	19	—	1	—	—
Efficacité agronomique	10	—	1	—	—

En comparant ces volumes aux obligations strictement prévues par la réglementation, on constate un résultat contre-intuitif mais particulièrement favorable pour le projet : les acteurs réunionnais réalisent globalement plus d'analyses que ce que la réglementation leur impose. Plusieurs explications peuvent être avancées : certains producteurs anticipent des contrôles, d'autres

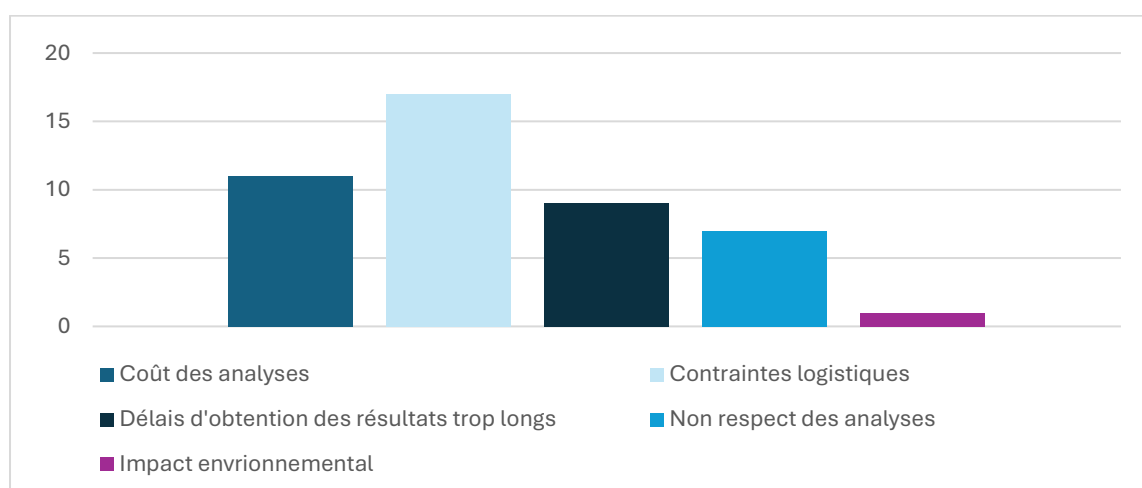
souhaitent disposer d'un suivi fin de la qualité de leurs produits au-delà du strict minimum normatif, d'autres encore intègrent des analyses facultatives par sécurité ou à la demande de leurs clients. D'autres enfin réalisent des changements réguliers dans la composition de leur MAFOR, ce qui les oblige à réaliser plus d'analyses.

Ce résultat est une bonne nouvelle pour le futur laboratoire local : le volume d'analyses potentiel est supérieur à ce que l'on pourrait estimer en se limitant à une lecture strictement réglementaire, et la demande est donc plus solide que prévu.

3.3.2 Situation actuelle des laboratoires Mafor : freins et insatisfactions

Pour l'ensemble des analyses de MAFOR, les structures réunionnaises font aujourd'hui appel quasi-exclusivement à des laboratoires situés en Hexagone. Sauf Suez et Qwalilab présent sur le territoire, mais uniquement pour un périmètre restreint d'analyses permettant de répondre partiellement aux différentes normes (approche en auto-contrôle).

Lorsqu'on interroge les acteurs sur les principaux freins qu'ils rencontrent, certaines problématiques se dégagent très nettement comme cela peut être visible sur le graphique ci-dessus :



Graphique 1 — Principaux problèmes rencontrés par les acteurs

Les contraintes logistiques arrivent en tête des difficultés citées. L'envoi d'échantillons vers l'hexagone est une opération complexe, coûteuse et risquée. Les échantillons doivent être conditionnés selon des protocoles stricts, expédiés par avion en respectant les réglementations douanières et sanitaires applicables aux matrices organiques, et parvenir au laboratoire dans un état permettant l'analyse. En pratique, des pertes d'échantillons surviennent régulièrement durant le transport, ce qui oblige à recommencer le prélèvement, à reporter le délai d'obtention des résultats, et donc à différer la commercialisation du produit. Pour des acteurs dont la capacité de stockage est limitée, notamment les éleveurs, ces temps d'attente supplémentaires ont un coût économique direct.

Le coût global des analyses constitue le deuxième frein. Il est difficile d'établir une grille tarifaire précise, dans la mesure où les prestations proposées par les différents laboratoires ne sont pas homogènes et que les acteurs n'ont pas tous communiqué des données comparables. On peut néanmoins estimer le coût d'un dossier complet (analyse + transport) à environ 1 000 € par lot. Ce coût est d'autant plus pesant pour les structures de taille modeste que la normalisation implique de renouveler ces analyses régulièrement. Il convient cependant de rappeler que si ce coût est réel, il doit être mis en perspective avec la valeur générée : une MAFOR normalisée selon une norme NFU peut être commercialisée comme produit fertilisant, ce qui représente un levier économique significatif pour son détenteur. De plus cela enlève une charge concernant l'épandage car la matière n'a pas besoin d'être soumise à un plan d'épandage. **La normalisation est donc un investissement, pas une simple charge.**

Les délais d'obtention des résultats constituent le troisième facteur de friction majeur. Les acteurs rapportent des délais d'attente actuels compris entre 1 et 2 mois en moyenne pour recevoir leurs résultats depuis un laboratoire d'Hexagone. Pour 37% des structures interrogées, ce délai est explicitement qualifié de problématique. La raison est simple : tant que les résultats d'analyse ne sont pas disponibles, la MAFOR ne peut pas légalement être commercialisée sous statut produit. En lien avec la contrainte logistique, la matière doit être stockée, ce qui génère des coûts supplémentaires (place, capacité de stockage, gestion, risque de dégradation), et représente une immobilisation financière pour le producteur.

À cette contrainte de délai s'ajoute une impossibilité réglementaire particulièrement contraignante : certains paramètres microbiologiques notamment la recherche d'œufs d'helminthes viables doivent impérativement être réalisés dans les 24 heures suivant le prélèvement. Ce délai est physiologiquement impossible à respecter dans le cadre d'un envoi en Hexagone. Dans les faits, ce non-respect des résultats d'analyses dans le délai imparti est parfois accepté par défaut, ce qui ne reflète pas une réelle conformité mais une adaptation pragmatique à une contrainte structurelle. Un laboratoire local permettrait de mettre fin à cette anomalie.

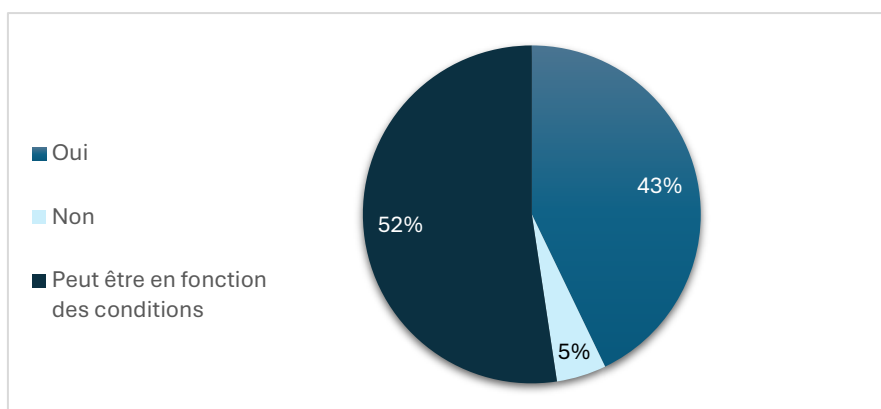
Sur la question des services associés, les laboratoires en Hexagone proposent principalement des résultats bruts, accompagnés de la fourniture des contenants et des consignes de conditionnement pour l'envoi. Certains acteurs transmettent des résultats structurés indiquant, paramètre par paramètre, si la valeur mesurée respecte ou non le seuil normatif applicable, ce qui est apprécié par les producteurs de MAFOR car cela simplifie la lecture et l'interprétation réglementaire. Ce service de mise en conformité visuelle (case verte = conforme, croix rouge = non-conforme) est jugé suffisant par la majorité des acteurs interrogés, qui n'attendent pas nécessairement du laboratoire un conseil agronomique poussé.

3.3.3 Attentes pour le futur laboratoire local MAFOR

Les résultats de l'enquête concernant les attentes des acteurs économiques vis-à-vis d'un éventuel laboratoire local sont particulièrement encourageants et

mettent en lumière un réel consensus sur l'intérêt du projet. En effet, 100 % des structures interrogées se déclarent très intéressées par la possibilité de réaliser leurs analyses directement sur le territoire réunionnais, confirmant l'urgence de s'affranchir des contraintes géographiques actuelles.

Sur la question du prix, les positions se divisent à parts égales. D'un côté, 50 % des structures affirment être prêtes à absorber un surcoût pour bénéficier d'un service local de proximité, situant l'effort acceptable dans une fourchette allant de 5 % à 20 % au-dessus des tarifs analytiques actuels. À l'inverse, les 50 % restants refusent toute augmentation tarifaire et préféreraient maintenir l'envoi de leurs échantillons en Hexagone. Pour ces dernières, les coûts analytiques indispensables à la normalisation de leurs MAFOR est déjà lourd dans leurs budgets, rendant des charges supplémentaires inenvisageables. Néanmoins, un point de convergence fondamental mérite d'être souligné : **l'intégralité des acteurs est disposée à payer localement un tarif équivalent au coût global actuel, c'est-à-dire incluant les frais logistiques.** À titre d'exemple, si une prestation combinant l'analyse et l'envoi vers l'hexagone revient aujourd'hui à 1 000 € (soit 850 € d'analyse et 150 € de transport), l'ensemble des partenaires accepterait d'investir ces mêmes 1 000 € au profit d'un laboratoire réunionnais.



Graphique 2 Engagement des acteurs sur les analyses de MAFOR qu'ils réaliseront localement

Concernant la sécurisation de l'activité du futur laboratoire, comme le montre le graphique ci-dessus, la proportion de personnes prêtes à s'engager sur des volumes est forte. Près de 43 % des structures se déclarent d'ores et déjà prêtes à s'engager contractuellement sur des volumes d'analyses garantis. De plus, 52 % des répondants envisagent un engagement conditionnel, dont la concrétisation restera suspendue à la mise en place d'une grille tarifaire cohérente et compétitive par rapport aux prix hexagonaux. Seules 5 % des structures excluent tout engagement a priori, principalement par manque de visibilité technique pour se positionner clairement.

Enfin, les perspectives de croissance du marché sont prometteuses et témoignent d'une dynamique locale vertueuse. Dix structures prévoient d'augmenter significativement leurs volumes d'analyses à un horizon de 3 à 5 ans, ce qui représente un potentiel d'apport de 132 analyses annuelles supplémentaires. En intégrant les besoins en analyses de MAFOR brutes (estimées à environ 50 échantillons par an), le marché adressable à moyen terme s'avère nettement supérieur aux volumes d'activité déclarés aujourd'hui.

Cette tendance à la hausse serait d'ailleurs amplifiée par la création même du laboratoire local : de nombreux acteurs, aujourd'hui freinés dans leurs démarches de valorisation et de normalisation par les contraintes logistiques et de délais, y trouveraient l'opportunité de se lancer.

3.4 Les analyses de sol

3.4.1 Volumes d'analyses de sol recensés

Contrairement aux matrices MAFOR, les analyses de sol ne sont soumises à aucune obligation réglementaire d'accréditation COFRAC. Pour les exploitants, cette démarche relève avant tout d'un conseil agronomique volontaire, piloté par les agriculteurs, les coopératives ou leurs conseillers techniques, afin d'optimiser la gestion de la fertilité des parcelles. Il existe cependant une exception notable pour la filière canne à sucre, puisque ces analyses deviennent obligatoires pour le déblocage de certaines aides financières. Ces analyses liées à la replantation cannière représentent d'ailleurs le plus gros volume annuel traité sur l'île. Bien que l'accréditation ne soit pas requise pour le sol, il apparaît hautement souhaitable que le futur laboratoire intègre cette matrice dans son périmètre COFRAC, sous réserve de la viabilité technico-économique de la structure.

Pour estimer précisément les volumes de sol à l'échelle de La Réunion, le CIRAD Réunion, qui assure historiquement la quasi-totalité de ces prestations pour la profession agricole locale, a partagé l'historique de ses trois dernières années d'activité analytique, couvrant les années 2023, 2024 et 2025. Ces données factuelles ont ensuite été complétées par des enquêtes directes auprès des principales structures utilisatrices de l'île. Cette consolidation offre la vision la plus fiable et la plus représentative du besoin réel du territoire, s'affranchissant des simples déclarations d'intention.

Sur la base de cet historique, un volume moyen de 1 250 analyses agronomiques de sol par an a été retenu comme valeur de référence pour le dimensionnement du futur laboratoire. Ce chiffre exclut volontairement les analyses réalisées en interne par le CIRAD pour ses propres programmes de recherche, ainsi que celles menées dans le cadre de son partenariat avec eRcane pour les expérimentations cannières, ces volumes spécifiques ayant vocation à rester dans le giron du CIRAD. Le flux de 1 250 analyses correspond donc strictement aux besoins de la profession agricole extérieure, auxquels le futur laboratoire local répondra en se substituant progressivement au CIRAD. Le panier analytique de base de ce socle agronomique comprend les paramètres du pH, du pH KCl, de l'azote, du carbone, du phosphore, du potassium, du calcium, du magnésium, du sodium et de la capacité d'échange cationique. Il est important de souligner qu'avec les enquêtes ce volume global intègre également les volumes d'analyses historiquement envoyés vers des laboratoires hexagonaux comme Auréa et la SADEF, ces envois étant désormais impossibles pour des raisons réglementaires et sanitaires.

3.4.2 Décomposition du volume annuel d'analyses de sol

L'activité annuelle de 1 250 analyses de sol se segmente et s'enrichit de plusieurs niveaux d'expertises et de matrices complémentaires. Au sein du bloc agronomique principal, environ 250 analyses intègrent chaque année des analyses complémentaires des oligo-éléments essentiels, à savoir le cuivre, le zinc, le bore, le fer et le manganèse. Par ailleurs, environ 100 échantillons par an concernent des demandes très spécialisées incluant la mesure de la texture, de la granulométrie fine pour la répartition argile, limon et sable, ainsi que de l'activité biologique du sol, indispensable pour évaluer la cinétique de minéralisation de la matière organique. Historiquement confiées à des laboratoires de l'Hexagone, ces analyses complexes ne peuvent plus y être expédiées, ces structures ayant pas renouvelé leur agrément pour recevoir des sols de pays tiers (dont la Réunion fait partie). Cette situation crée un véritable vide technique pour les acteurs locaux souhaitant réaliser des diagnostics approfondis. L'implantation d'un laboratoire local intégrant ces paramètres complémentaires constituerait donc un atout majeur pour le secteur.

En plus du sol stricto sensu, les entretiens ont mis en évidence deux opportunités majeures de mutualisation pour le futur laboratoire. Les analyses de feuilles et de tissus végétaux, qui permettent de diagnostiquer l'état nutritionnel réel de la culture en cours de cycle directement à partir du tissu végétal, représentent environ 250 analyses par an, principalement en lien avec les coopératives végétales et fruitières. Sur le plan industriel, cette matrice partage la quasi-totalité du parc de matériel nécessaire au sol, comme les dosages de l'azote, du phosphore, du potassium, du calcium, du magnésium et des oligo-éléments, et peut donc être intégrée au projet sans surcoût d'investissement significatif. Enfin, les analyses de conformité d'engrais sont estimées à environ 15 unités par an. Ce volume est très probablement sous-estimé car le paramètre n'était pas directement ciblé par le questionnaire initial, ayant été mentionné spontanément par les professionnels. Le besoin réel s'avère certainement supérieur, notamment de la part des agrofournisseurs désireux de contrôler la conformité réglementaire de leurs produits à l'importation ou à la fabrication locale.

Le tableau ci-dessous synthétise les volumes annuels retenus :

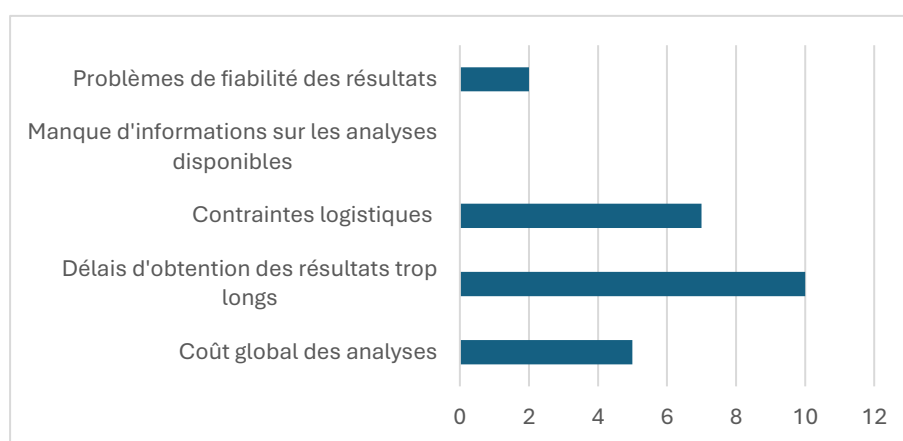
Tableau 4 — Volumes annuels d'analyses de sol et matrices associées

Type d'analyse	Volume annuel estimé	Commentaire
Analyses agronomiques de sol	~1 250	Hors analyses internes cirad et eRcane
Dont avec oligoéléments en complément	~250	Inclus dans les 1 250
Dont avec activité biologique, texture, granulométrie	~100	Inclus dans les 1 250 — précédemment envoyés en Hexagone
Analyses de feuilles et tissus végétaux	~250	Matériel mutualisable avec le sol

Type d'analyse	Volume annuel estimé	Commentaire
Analyses de conformité d'engrais	~15	Volume sous-estimé, mentionné spontanément

3.4.3 Contraintes rencontrées par les acteurs — Volet Sol

L'enquête a permis d'identifier quatre grandes contraintes, comme le montre le schéma ci-dessous :



Graphique 3 — Principaux problèmes rencontrés par les acteurs qui réalisent des analyses de sol

Les délais d'obtention des résultats constituent sans conteste la première difficulté exprimée, et de loin. La situation actuelle est directement liée au positionnement structurel du CIRAD : cet organisme de recherche assure depuis des années un service d'analyses de sol pour la profession réunionnaise, sans que cela ne soit sa mission principale. Le CIRAD lui-même reconnaît cette limite et exprime la volonté de transférer progressivement cette activité à un opérateur mieux dimensionné pour en assurer la gestion à long terme de façon pérenne et réactive.

En pratique, les délais de traitement au CIRAD atteignent régulièrement 2 à 3 mois selon la période de l'année et le nombre d'employés affectés à cette mission. Ces délais sont structurellement incompatibles avec les besoins de la profession agricole. Un agriculteur qui prélève un échantillon de sol avant la plantation ne peut attendre trois mois pour savoir s'il doit corriger le pH, ajuster sa fertilisation potassique ou corriger une carence en magnésium. À ce stade, il a déjà planté, parfois fertilisé, et les résultats arrivent trop tard pour être utiles.

Les acteurs interrogés ont été clairs sur leur attente : le délai maximum acceptable pour recevoir des résultats d'analyse de sol est un mois. La très grande majorité des structures se situe à ce plafond d'un mois. Ce délai est atteignable pour un laboratoire local dédié, disposant d'une organisation et de ressources humaines adaptées au volume à traiter.

À cela s'ajoute un constat important issu de la comparaison avec les acteurs qui envoyaient leurs analyses en Hexagone : ceux-ci obtenaient leurs résultats en moins de deux semaines, parfois en une semaine. Ce délai, bien inférieur à ce que propose le CIRAD, s'explique par la grande efficacité des laboratoires hexagonaux de grande taille qui traitent des volumes considérables leur permettant de dégager des délais de traitement très courts et du matériel adapté en conséquence. Le fait que ces acteurs, maintenant privés de cette option, se retrouvent contraints de passer par le CIRAD avec des délais trois à six fois plus longs constitue une régression de service réelle et objectivement mesurée.

Les contraintes logistiques arrivent en deuxième position. Pour les acteurs qui envoyaient leurs échantillons en Hexagone, le problème est similaire à celui décrit pour les MAFOR : conditionnement, transport aérien, contraintes sanitaires liées au statut de sol étranger, risque de perte ou de dégradation en transit. Pour les acteurs qui réalisent leurs analyses localement via le CIRAD, la logistique est plus accessible, mais non sans difficultés. Les structures situées dans le sud et l'ouest de l'île rencontrent des contraintes de déplacement pour acheminer leurs échantillons au site du CIRAD. Si un futur laboratoire local voyait le jour, la question de sa localisation géographique et de la possibilité de points de dépôt décentralisés sur l'île serait importante à anticiper pour maintenir l'accessibilité à l'ensemble du territoire, même si cela semble difficile à mettre en place dans la pratique.

Le coût global des analyses constitue la troisième contrainte citée. La situation tarifaire à La Réunion est hétérogène et mérite d'être explicitée. Le CIRAD propose ses analyses à des tarifs très accessibles pour les structures membres du réseau RITA (Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole), qui bénéficient d'une tarification subventionnée. Pour ces acteurs, le coût d'une analyse agronomique standard est significativement inférieur au coût de revient réel pour le CIRAD, qui absorbe une partie de la prestation dans le cadre de sa mission d'appui au développement agricole. Pour les acteurs hors RITA, le tarif appliqué est de 3 à 3,5 fois supérieur, ce qui le rend extrêmement coûteux par rapport à ce qui est réalisé en Hexagone, mais qui représente le coût réel d'une analyse par le CIRAD non subventionné.

Les laboratoires hexagonaux de grande taille arrivent à pratiquer des tarifs très bas, même moins cher que le tarif RITA du CIRAD. Cela est rendu possible par des volumes traités considérables générant des économies d'échelle importantes. Ces tarifs, combinés à des délais courts, rendaient le recours à ces laboratoires attractifs malgré les contraintes logistiques. Avec l'impossibilité désormais réglementaire d'envoyer des sols réunionnais en Hexagone, cet avantage tarifaire disparaît et l'ensemble du besoin doit être absorbé localement.

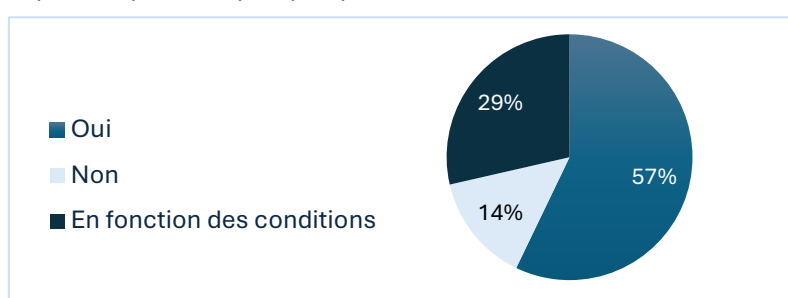
3.4.4 Attentes pour le futur laboratoire local Sol

Comme pour le volet MAFOR, les attentes vis-à-vis d'un laboratoire local exprimées par les acteurs du sol sont positives.

100% des structures interrogées se déclarent très intéressées par la possibilité de réaliser leurs analyses de sol localement. Même si cela est déjà le cas et que

le laboratoire du CIRAD est présent à la Réunion, ce résultat unanime prend encore plus d'ampleur dans le contexte actuel, où l'accès aux laboratoires hexagonaux est définitivement fermé et où le CIRAD souhaite transférer cette activité : il n'y a pas d'alternative à la création d'une offre locale pour maintenir le service aux agriculteurs réunionnais.

39% des structures se déclarent prêtes à payer plus cher pour bénéficier d'un service local, dans une fourchette de surcoût acceptable comprise entre 5% et 20%. À noter que cette disposition à payer davantage est conditionnée, pour plusieurs acteurs, à un élargissement de l'offre : ils souhaitent pouvoir accéder localement à des analyses aujourd'hui inaccessibles depuis la fermeture de la voie hexagonale notamment la texture, la granulométrie et l'activité biologique. Pour ces acteurs, un tarif légèrement supérieur est pleinement justifié si l'offre est plus complète que ce que proposait le CIRAD.



Graphique 4 Engagement des acteurs sur les analyses de sol qu'ils réaliseront localement

Comme le montre le graphique ci-dessus, 57% des structures sont prêtes à s'engager sur des volumes garantis, et 29% supplémentaires envisagent un engagement conditionnel. Seules 14% excluent tout engagement ferme, ce qui représente une base de clientèle.

La dynamique de croissance confirme le potentiel du marché : 8 structures prévoient d'augmenter leurs volumes d'analyses dans les 3 à 5 ans à venir, représentant un potentiel de 300 échantillons supplémentaires à cet horizon ce qui est non négligeable si laboratoire local qui répond aux attentes des structures.

3.4.5 Anticipation de la future législation européenne sur les sols

En complément de l'offre analytique initiale, il apparaît capital pour les acteurs réunionnais d'anticiper la future réglementation européenne. La proposition de directive de l'Union européenne relative à la surveillance et à la résilience des sols s'inscrivant dans la stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030 devrait en effet imposer à terme le suivi obligatoire de nouveaux indicateurs de santé des sols. Au-delà des analyses agronomiques classiques, les laboratoires devront être en mesure de quantifier des phénomènes majeurs de dégradation à travers des paramètres précis comme la salinisation, la densité apparente pour évaluer le niveau de compaction, la capacité de rétention en eau, ainsi que la vulnérabilité à l'érosion. Pour le territoire réunionnais, intégrer dès à présent ces futurs besoins dans la réflexion technique et économique du nouveau laboratoire pourraient être intéressants afin d'anticiper ce besoin pour le territoire.

4. Résultats de l'analyse technico-économique

4.1 Cadre, exigence et processus d'accréditation COFRAC

L'accréditation COFRAC est une reconnaissance formelle, délivrée par le Comité Français d'Accréditation, de la compétence technique d'un laboratoire à réaliser des analyses selon des méthodes définies, sur des matrices précises, et dans le respect d'exigences qualité strictement encadrées. Le COFRAC est l'unique organisme habilité en France à délivrer cette accréditation, dans le cadre du règlement européen CE n°765/2008.

L'accréditation repose sur la norme internationale ISO/IEC 17025 — « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais ». Cette norme valide la compétence technique d'un laboratoire autour de deux axes complémentaires :

- Le système de management : gouvernance, impartialité, confidentialité, déontologie, politique qualité, planification avec plan d'action, gestion documentaire, manuel qualité, gestion des compétences, qualification du personnel, amélioration continue, sécurisation des données informatiques ;
- Les exigences techniques : revue des demandes et des contrats, veille documentaire et normes externes, méthodes de laboratoire validées, manipulation et traçabilité des échantillons, rapports d'essais, contrôle des conditions ambiantes, équipements et métrologie.

Il est important de souligner qu'un laboratoire déjà accrédité COFRAC ne signifie absolument pas qu'il est accrédité pour toutes les matrices et toutes les méthodes. L'accréditation COFRAC est toujours portée sur un périmètre analytique précis, défini matrice par matrice et méthode par méthode. Un laboratoire accrédité pour l'analyse des eaux usées, ou pour des analyses microbiologiques alimentaires, n'est pas automatiquement accrédité pour les matrices sol ou MAFOR selon les normes. Pour chaque nouvelle matrice ou méthode ajoutée au périmètre d'accréditation, le laboratoire doit démontrer sa compétence spécifique, valider ses méthodes internes, prouver la traçabilité de ses résultats et soumettre cette extension à l'évaluation du COFRAC. C'est précisément cette contrainte qui explique qu'aucun laboratoire réunionnais, même partiellement accrédité, n'est aujourd'hui en mesure de réaliser l'ensemble des analyses MAFOR réglementaires requises par les normes NFU.

Au-delà de la norme ISO/IEC 17025, le COFRAC publie des documents de référence propres à chaque secteur d'accréditation, appelés LAB REF. Ces documents précisent les exigences particulières applicables à certains domaines analytiques et complètent, les exigences générales de la norme ISO. Pour un laboratoire souhaitant être accrédité sur les matrices sol et MAFOR, plusieurs LAB REF sont applicables et imposent des obligations supplémentaires en matière de méthodes, de contrôles qualité internes, de participation aux essais inter-laboratoires, et de documentation. Ces documents doivent être appliqués et respectés car ils seront vérifiés lors de l'audit. Ils peuvent également imposer le suivi de normes analytiques spécifiques que le laboratoire n'aurait pas spontanément identifiées, ce qui augmente le nombre total de normes à maîtriser et à documenter.

L'obtention de l'accréditation COFRAC est un processus long, rigoureux et progressif, qui nécessite une préparation qui se déroule en huit étapes :

Étape 1 : Le laboratoire définit et formalise son engagement en matière d'impartialité, de confidentialité et de déontologie. Ces principes doivent être documentés, portés par la direction et connus de tous les personnels.

Étape 2 : Le laboratoire rédige sa politique qualité, fixe ses objectifs mesurables, identifie les risques et opportunités liés à son activité, et établit un plan d'action structuré pour atteindre les exigences de la norme.

Étape 3 : L'ensemble des procédures, modes opératoires, instructions techniques et enregistrements doivent être rédigés, validés et tenus à jour. Le manuel qualité constitue le document central qui décrit l'organisation du laboratoire.

Étape 4 : Le laboratoire met en place un management adapté à ses missions, définit les compétences requises pour chaque poste, qualifie formellement ses opérateurs, et assure la maîtrise de ses équipements. Il formalise également les procédures de réception, de traçabilité des échantillons et des rapports d'essais.

Étape 5 : Le laboratoire met en place des mécanismes d'amélioration continue (gestion des non-conformités, actions correctives, réclamations clients) et assure la sécurité et l'intégrité de ses données informatiques.

Étape 6 : Le laboratoire réalise des audits internes en amont pour vérifier l'application effective de son système qualité. Une revue de direction annuelle analyse les performances du système et décide des actions d'amélioration.

Étape 7 : Le laboratoire doit participer à des essais inter-laboratoires d'aptitude pour démontrer la fiabilité de ses résultats sur les matrices concernées. Il doit également disposer d'un programme d'étalonnage rigoureux pour l'ensemble de ses équipements de mesure.

Étape 8 : Une fois les étapes précédentes documentées et opérationnelles, le laboratoire soumet sa demande formelle au COFRAC. Un auditeur technique, spécialiste du domaine, mandaté par le COFRAC vient réaliser un audit sur site. À l'issue de cet audit, le COFRAC prononce ou non l'accréditation, assortie éventuellement d'écarts à lever.

La préparation complète de ce processus nécessite au minimum 18 mois de travail à temps plein d'un responsable qualité dédié, et souvent davantage. En pratique, les délais réels constatés dans le secteur sont plutôt de l'ordre de 18 à 24 mois selon la complexité du périmètre et le niveau de maturité du laboratoire.

4.2 Démarche choisie pour l'analyse technico-économique

Avant de rencontrer les laboratoires d'analyses locaux et de construire les scénarios économiques, une phase de travail préalable approfondie a été menée. L'objectif était de partir des besoins identifiés lors de l'enquête et de les traduire en exigences analytiques, réglementaires et du matériel.

Cette démarche a également inclus un échange direct avec le COFRAC, afin de bien comprendre les exigences réglementaires applicables à ce type de projet et d'anticiper les contraintes spécifiques liées à l'implantation d'un laboratoire à la Réunion.

La construction du référentiel analytique est partie des besoins exprimés par les acteurs du territoire, traduits en périmètre normatif. Comme évoqué précédemment, 5 matrices ont été retenues comme périmètre de référence :

- NFU 44-051 : Amendements organiques
- NFU 42-001-2 : Engrais organiques
- NFU 44-095 : Amendements organiques avec boues de STEP
- NFU 44-551 : Supports de culture
- Matrice Sol : Analyses agronomiques, oligoéléments, paramètres physiques

L'analyse croisée des exigences de ces cinq matrices a permis d'identifier 27 éléments ou paramètres analytiques distincts à prendre en compte pour couvrir l'intégralité du périmètre. Ces paramètres couvrent l'ensemble des familles analytiques suivantes :

Tableau 5 — Paramètres analytiques en fonction des Matrices Sol et MAFOR choisis

Norme	Type de produit	Principaux paramètres analysés
NFU 44-051	Amendement organique	N, P, K, CaO, Mg, MO, MS, pH, C/N, ETM (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As, Se), CTO (HAP), E. Coli, Entérocoques, Salmonella, Œufs d'helminthes
NFU 42-001	Engrais organique	N, P, K, CaO, MgO, SO ₃ , Na ₂ O, MO, MS, pH, C/N, ETM + Mo, CTO (si routine), Microbiologie si sous-produits animaux
NFU 44-095	Amendement organique (avec boues STEP)	N, P, K, CaO, Mg, MO, MS, pH, C/N, ETM, CTO + 7 PCB, E. Coli, Entérocoques, Clostridium, Salmonella, Listeria
NFU 44-551	Support de culture	MO, MS, pH, Capacité de rétention d'eau, Conductivité, Granulométrie, Éléments grossiers, ETM, Microbiologie si maraîchage
	Sol	N, P, K, CaO, Mg, Na, CEC, MO, MS, pH, C/N, Oligoéléments, Capacité de rétention d'eau, Conductivité, Granulométrie, Éléments grossiers

Pour chacun de ces 27 paramètres, une norme ou méthode analytique de référence a été identifiée. Il est important de préciser la démarche suivante : les normes retenues sont celles qui paraissent les plus pertinentes et les plus récentes utilisées dans les laboratoires français spécialisés sur ces matrices. Cependant, une nuance essentielle doit être soulignée : la plupart des méthodes utilisées en pratique par les laboratoires hexagonaux sont des méthodes internes, développées et validées en propre par chaque laboratoire, et non des normes de référence. Ces méthodes internes, souvent plus adaptées aux contraintes industrielles de chaque structure, ne sont pas directement accessibles.

L'analyse présentée ici s'est donc délibérément appuyée sur des normes publiées et accessibles, qui constituent la base réglementaire la plus solide pour un laboratoire. Par ailleurs, il convient de noter que pour un même paramètre, plusieurs normes peuvent exister, se distinguant notamment par le solvant utilisé,

les températures d'incubation, ou le protocole de minéralisation. D'autres choix auraient donc pu être faits ; ceux retenus ici correspondent à la combinaison jugée la plus cohérente au regard des contraintes locales.

Au total, ce travail d'analyse normative a conduit à l'identification de 31 normes et méthodes obligatoires pour couvrir les 27 paramètres des matrices concernées et 13 normes complémentaires à maîtriser pour répondre aux exigences des LAB REF du COFRAC et aux bonnes pratiques de laboratoire (métrologie, statistiques, microbiologie générale, etc.).

Même si l'accréditation pour le sol n'est pas obligatoire, un choix délibéré a été fait d'acheter et de suivre des références normatives, ce qui porte l'acquisition de l'ensemble de ces normes à un coût total de 11 842 €. Les normes définies ainsi que les coûts associés sont disponibles dans l'annexe 2.

4.3 Scénario 1, Investissement initial : création intégrale d'un laboratoire

Le premier scénario construit dans cette étude repose sur le postulat d'une création ex nihilo : un laboratoire entièrement nouveau, sans infrastructure préexistante, sans équipements, sans accréditation partielle. L'objectif de ce scénario est de présenter le coût global maximal de mise en place du projet, afin d'en évaluer la faisabilité dans les conditions les plus contraignantes.

4.3.1 Le gros matériel analytique

L'identification des équipements nécessaires a été réalisée à partir des normes analytiques retenues, en distinguant trois catégories comme cela peut être visible dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 — Détail du gros matériel analytique pour le Scénario 1

Gros matériel nécessaire	Prix	Taxe + transport	Coût Réunion
Étuve de séchage ventilée - thermostatée (max 40°C)	4 000,00 €	35%	5 400,00 €
Broyeur à billes haute vitesse	9 000 €	35%	12 150,00 €
2 Tamis de 2 mm (maille carrées)	300,00 €	35%	405,00 €
Agitateur tamis	14 000,00 €	35%	18 900,00 €
Diviseur d'échantillon (avec équipement obligatoire)	14 000,00 €	35%	18 900,00 €
Balance de précision 0,01 g	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Balance de précision 0,1 g	2 500,00 €	35%	3 375,00 €
Étuve maintien température 103°C + ou moins 5 %	10 000,00 €	35%	13 500,00 €
Broyeur à billes haute vitesse	9 000,00 €	35%	12 150,00 €
Sorbonne ETRAF	6 300,00 €	35%	8 505,00 €
Enregistreurs de température	300,00 €	35%	405,00 €
Balance de précision 1 g	250,00 €	35%	337,50 €
Dessiccateur avec agent desséchant	3 500,00 €	35%	4 725,00 €
Four à Moufle pour température 450°C - 550°C	3 300,00 €	35%	4 455,00 €
Bloc de minéralisation Chauffage à 370 ± 10 °C	7 000,00 €	35%	9 450,00 €
Unité de distillation à la vapeur (si kjeldahl)	8 500,00 €	35%	11 475,00 €
Titreur automatique (si kjeldhal)	3 700,00 €	35%	4 995,00 €
Analyseur élémentaire C/N → (Si N dumas)	65 000,00€	35%	87 750,00€
Système de purification d'eau (Type II ou I)	5 000,00 €	35%	6 750,00 €

Pompe péristaltique	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Conductimètre de précision	1 200,00 €	35%	1 620,00 €
pH-mètre de précision	1 400,00 €	35%	1 890,00 €
Électrode de pH combinée	300,00 €	35%	405,00 €
Agitateur rotatif	1 600,00 €	35%	2 160,00 €
Bain-marie thermostaté	1 200,00 €	35%	1 620,00 €
Agitateur magnétique avec plaque chauffante	550,00 €	35%	742,50 €
ICP-OES	150 000,00 €	35%	202 500,00 €
Spectrophotomètre UV-Visible	7 000,00 €	35%	9 450,00 €
Centrifugeuse	14 000,00 €	35%	18 900,00 €
Systèmes de minéralisation par micro-ondes	20 000,00 €	35%	27 000,00 €
Hg : L'Analyseur de Mercure (DMA)	20 000,00 €	35%	27 000,00 €
Malaxeur à pales (type Stomacher)	3 750,00 €	35%	5 062,50 €
Autoclave vertical (50 L)	13 000,00 €	35%	17 550,00 €
PSM poste de sécurité microbiologique	12 000,00 €	35%	16 200,00 €
2 Incubateurs : Réglés à 37°C et 44°C	22 000,00 €	35%	29 700,00 €
Balance 0,1 mg	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Congélateur	3 500,00 €	35%	4 725,00 €
Réfrigérateur	3 200,00 €	35%	4 320,00 €
Rampe de filtration sous vide	5 000,00 €	35%	6 750,00 €
Bruleur électrique	600,00 €	35%	810,00 €
Pompe à vide	1 000,00 €	35%	1 350,00 €
Microscope optique	1 400,00 €	35%	1 890,00 €
Tamis à mailles de : 300 µm et 160 µm	700,00 €	35%	945,00 €
Agitateur de type Vortex	230,00 €	35%	310,50 €
Centrifugeuse à rotor oscillant	12 500,00 €	35%	16 875,00 €
Bain-marie de précision 41,5 °C	1 000,00 €	35%	1 350,00 €
L'appareil (GC-MS)	150 000,00 €	35%	202 500,00 €
Sorbonne extractive	4 000,00 €	35%	5 400,00 €
Refroidisseur	3 500,00 €	35%	4 725,00 €
Rampe d'extraction	5 500,00 €	35%	7 425,00 €
Évaporateur rotatif	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Pompe à vide	3 200,00 €	35%	4 320,00 €
Tamis spécifiques 2 mm (trous ronds)	150,00 €	35%	202,50 €
Tamis spécifiques 5 mm (trous ronds)	175,00 €	35%	236,25 €
Enceinte climatique réglée 30°C	10 500,00 €	35%	14 175,00 €
Agitateur (sans chauffer)	400,00 €	35%	540,00 €
Extracteur fibre manuel	7725,00€	35%	10428,00€
Analyseur CO2 infrarouge	3300,00€	35%	4455,00€
2 Jarre anaérobiose	1 300,00 €	35%	1 755,00 €
Bain-marie de précision de 47 °C	1 000,00 €	35%	1 350,00 €
Pipette Robinson	1250,00€	35%	1687,50€
Table de succion (Sand Box)	7 500,00 €	35%	10 125,00 €
Pompe à vide	1 000,00 €	35%	1 350,00 €
TOTAL			901199.25€

Le matériel commun MAFOR et Sol représenté en bleu claire dans le tableau ci-dessus constitue la majorité du parc analytique et représente le levier de

mutualisation le plus important entre les deux matrices. C'est notamment le cas de l'ICP-OES (spectromètre d'émission atomique par plasma inductif), indispensable au dosage des ETM pour les MAFOR et des oligoéléments pour le sol, de l'analyseur C/N, des équipements de préparation des échantillons (broyeurs, tamis, étuves, fours à moufle, balances de précision), et des équipements physico-chimiques de base (pH-mètre, conductimètre, agitateurs, bains-marie).

Matériel spécifique Sol : un seul équipement visible en bleu foncé dans le tableau est strictement spécifique à la matrice sol dans le périmètre retenu ce qui illustre la faible-spécialisation nécessaire pour intégrer la matrice sol au périmètre analytique.

Matériel spécifique MAFOR : les équipements propres aux analyses MAFOR (non surligné) sont principalement liés aux familles analytiques les plus spécialisées microbiologie (poste de sécurité microbiologique, incubateurs, autoclave, rampe de filtration sous vide, jarres anaérobies), et composés traces organiques (appareil GC-MS, sorbonne extractive, évaporateur rotatif, rampe d'extraction). Cet équipement représente un poste de coût très important, en particulier le GC-MS indispensables aux CTO.

L'ensemble des prix a été établi à partir des catalogues en ligne de deux fournisseurs majeurs de matériel de laboratoire qui ont la particularité de livrer à La Réunion, ce qui est un critère important. À ces prix catalogue a été appliqué un coefficient de +35% pour tenir compte des surcoûts inhérents à l'insularité : droits de douane, frais de transport maritime, frais de manutention portuaire, et mise sur site. Ce taux de 35% correspond à la moyenne communiquée par les laboratoires locaux interrogés, qui ont une expérience concrète de l'approvisionnement en matériel analytique depuis l'Hexagone.

Le coût total du gros matériel analytique, installé à La Réunion, s'élève à 901 199 €.

Une attention particulière doit être portée sur un choix méthodologique structurant : deux approches coexistent pour le dosage de l'azote total, la méthode Kjeldahl et la méthode Dumas (analyseur élémentaire C/N). Ces deux méthodes ne nécessitent pas le même équipement, ne génèrent pas les mêmes contraintes en termes de réactifs et de sécurité, et ne produisent pas strictement les mêmes résultats sur certaines matrices. Or, le CIRAD Réunion utilise actuellement la méthode Kjeldahl, et les outils d'aide à la décision (OAD) utilisés localement par les conseillers agricoles (notamment le logiciel Amanda) sont paramétrés sur des données Kjeldahl. En Hexagone, les laboratoires MAFOR tendent à utiliser la méthode Dumas. Le futur laboratoire devra trancher cette question en concertation avec les utilisateurs avant de se lancer dans l'investissement matériel, car les deux approches impliquent des équipements différents, et un changement de méthode pourrait créer des discontinuités dans les séries historiques de données agronomiques.

4.3.2 Petits consommables, LIMS et aménagement du bâtiment

À l'investissement en gros matériel s'ajoute un poste souvent sous-estimé mais indispensable : le petit matériel et les consommables nécessaires au démarrage de

l'activité. Ce poste regroupe la verrerie de laboratoire (béchers, fioles jaugées, erlenmeyers, burettes), les pipettes et micropipettes, les consommables plastique (tubes, flacons, membranes filtrantes), les réactifs chimiques de démarrage (standards, solvants, milieux de culture), les équipements de protection individuelle (EPI), le mobilier de paillasse, les étagères, les armoires spécifiques pour le stockage des solvants inflammables, et l'ensemble des petits équipements de sécurité. Ce poste est évalué à environ 15% du coût du gros matériel dans les laboratoires soit 135 180 € HT en Hexagone, auxquels s'applique également la majoration de +35% pour la livraison à La Réunion, **portant ce poste à 182 493 €.**

Un LIMS (Laboratory Information Management System) est un logiciel spécialisé dans la gestion des informations et des flux de travail d'un laboratoire d'analyses. Il assure la traçabilité complète des échantillons depuis leur réception jusqu'à l'émission du rapport de résultats, gère les plannings d'analyses, enregistre automatiquement les résultats des équipements connectés, suit les consommables et réactifs, gère les contrôles qualité internes, et génère les rapports d'essais dans un format conforme aux exigences COFRAC. Pour un laboratoire accrédité ISO/IEC 17025, disposer d'un LIMS n'est pas simplement un confort opérationnel, mais presque une exigence de fait pour assurer la traçabilité et la sécurité des données requises par la norme.

Le choix s'est porté sur une solution LIMS SaaS (Software as a Service), c'est-à-dire un logiciel hébergé dans le cloud et accessible via abonnement, plutôt qu'une solution installée en local sur les serveurs du laboratoire. Ce choix présente plusieurs avantages dans le contexte réunionnais : pas d'investissement initial lourd en infrastructure informatique, mises à jour automatiques assurées par le prestataire, maintenance incluse dans l'abonnement, et accessibilité depuis n'importe quel poste connecté. **Le coût estimé pour l'acquisition, le paramétrage, la formation et la validation COFRAC du LIMS est de 70 000 €.**

Enfin il ne faut pas oublier que la création d'un laboratoire analytique accrédité COFRAC ne peut se faire dans n'importe quel local. Des travaux d'aménagement spécifiques sont impératifs pour répondre aux exigences techniques, réglementaires et de sécurité. Dans le cas d'un laboratoire créé de zéro, ce poste est particulièrement conséquent. Ce chantier impose l'installation de circuits de gaz industriels sécurisés, la mise aux normes de l'électricité et du système de climatisation, ainsi que la pose de sorbonnes de ventilation et de paillasses résistantes. Enfin, le projet nécessite la séparation physique d'une zone microbiologique dédiée et le déploiement d'une signalétique de sécurité réglementaire et autres travaux spécifiques.

En partant de locaux bruts non aménagés, ce poste est estimé à 250 000 € HT en coût Hexagone, soit 337 500 € avec la majoration de +35% pour La Réunion.

Cette estimation est volontairement conservatrice : les travaux de laboratoire sont souvent sous-estimés en phase de projet, et les contraintes techniques locales (matériaux disponibles, délais d'approvisionnement, coût de la main-d'œuvre spécialisée) peuvent conduire à des surcoûts significatifs.

En additionnant tous les coûts évoqués du matériel et aménagement cela représente environ 1 491 000 €

4.3.3 Les autres coûts liés à l'accréditation COFRAC

À l'investissement matériel s'ajoutent les coûts directement liés à la procédure d'accréditation qui sont directement présentés sur le site COFRAC avec les différents coûts.

Tableau 7 — Coûts liés à l'accréditation COFRAC

Poste	Coût
Frais de dossier COFRAC	1 300 €
Honoraires d'audit COFRAC	7 092 €
Déplacement de l'auditeur (vol, hébergement, transport)	12 136 €
Total accréditation COFRAC	20 528 €

Le déplacement de l'auditeur depuis l'Hexagone représente à lui seul plus de la moitié du coût de l'accréditation. Cette contrainte géographique est inhérente à la situation insulaire de La Réunion : le COFRAC ne dispose pas d'auditeurs techniques spécialisés sol/MAFOR sur place, et les frais de mission sont intégralement à la charge du laboratoire demandeur.

Comme évoqué au préalable, l'obtention de l'accréditation nécessite la présence d'un responsable qualité dédiée à temps plein pendant toute la phase de préparation. Cette personne est chargée de la rédaction et de la mise en œuvre de l'intégralité du système de management qualité, de la validation des méthodes, de l'organisation des essais inter-laboratoires, de la coordination des audits internes et de la relation avec le COFRAC. Ce rôle ne peut pas être assuré à temps partiel sur un périmètre aussi large. **Le coût de ce poste, sur une période minimale de 18 mois retenue dans cette estimation comme hypothèse optimiste, est estimé à 98 000 € charges comprises.**

Le coût total d'investissement initial pour ce Scénario 1 est supérieur à 1 600 000 €.

Cette estimation est délibérément prudente et repose sur des hypothèses optimistes, notamment concernant les délais d'accréditation et les coûts d'aménagement. En pratique, un dépassement de 10 à 20% ne serait pas surprenant.

4.3.4 Frais annuels de fonctionnement du laboratoire

L'investissement initial ne représente qu'une partie de l'équation économique. Pour évaluer la viabilité à long terme du projet, il est indispensable de modéliser les charges annuelles de fonctionnement, qui constituent le plancher de chiffre d'affaires que le laboratoire doit impérativement atteindre pour être à l'équilibre.

Ces charges se décomposent en quatre grandes familles qu'il est possible de retrouver ci-dessous :

Tableau 8 — Charges annuelles de fonctionnement du Scénario 1

Catégorie de charges	Nature de la charge	Coût annuel
Charges d'exploitation	Consommables (gaz industriels, petit matériel)	80 000 €
	Prévisionnel renouvellement	5 000 €
	Frais enlèvement des déchets dangereux	15 000 €
Masse salariale	Salaire de 4 agents techniciens	160 000 €
	Salaire de l'agent responsable Qualité	70 000 €
	Salaire d'un responsable (ingénieur)	75 000 €
	Formation professionnelle	5 000 €
Frais Généraux	Frais de location (bâtiment)	84 000 €
	Electricité	14 400 €
	Eau	1 200 €
	Honoraires d'expertise-comptable	4 000 €
	Agent nettoyage spécialisé	10 000 €
	Assurance responsabilité civil	500 €
	Téléphonie/ informatique	4 000 €
	Frais révision (climatisation, incendie, extincteur, électricité, panneaux de sortie, etc.)	2 000 €
	Assurance multirisque	5 000 €
Qualité et accréditation	Coût LIMS long terme (SaaS)	15 000 €
	Contrat de maintenance matériel	45 000 €
	Redevance annuelle laboratoire	10 402 €
	Essais Inter-Laboratoires d'aptitude	8 000 €
	Etalonnage	15 000 €

L'ensemble des charges énoncées a été modélisé à partir de données bibliographiques, puis ajusté et contextualisé grâce aux retours d'expérience terrain de responsables de laboratoires locaux à la Réunion.

Les charges d'exploitation regroupent l'ensemble des coûts variables liés à l'activité analytique quotidienne :

- *Consommables et gaz industriels* (80 000 €) : réactifs chimiques (acides, solvants, milieux de culture microbiologique, étalons), gaz industriels (argon

et azote pour l'ICP-OES et le GC-MS, azote liquide si nécessaire), consommables plastique et verrerie de remplacement courant ;

- *Prévisionnel de renouvellement* (5 000 €) : provision annuelle pour le remplacement d'équipements. Cette provision de charges sera à augmenter au cours des futures années, mais comme le matériel est neuf, la provision de charge la première année est faible.
- *Frais d'enlèvement des déchets dangereux* (15 000 €) : un laboratoire d'analyses génère des déchets chimiques et biologiques qui ne peuvent pas être éliminés dans les filières ordinaires. Leur collecte, transport et traitement par des prestataires agréés représentent un coût fixe significatif, d'autant plus élevé à La Réunion que les filières locales de traitement des déchets dangereux sont limitées.

La masse salariale constitue le poste de charges le plus lourd, en représentant presque 50% de la charge totale ce qui est caractéristique des laboratoires analytiques dont l'activité est très dépendante du travail humain qualifié :

- *4 agents techniciens de laboratoire* opérationnels en charge de la réalisation des analyses au quotidien. Ces agents doivent être qualifiés sur les méthodes accréditées et régulièrement formés ;
- *1 responsable qualité* indispensable au maintien de l'accréditation COFRAC, ce poste est permanent après l'obtention de l'accréditation. Il assure la veille normative, la gestion des non-conformités, l'organisation des audits internes, la participation aux essais inter-laboratoires et la relation continue avec le COFRAC ;
- *1 ingénieur responsable* directeur technique du laboratoire, garant de la pertinence scientifique des méthodes, de la relation client, du développement de l'offre et de la gestion globale de la structure ;
- *Formation professionnelle* maintien des compétences, habilitations métrologie, nouvelles normes, formations sécurité.

Les frais généraux regroupent l'ensemble des charges de structure indépendantes de l'activité analytique proprement dite :

- Location du bâtiment avec le loyer mensuel d'un local de superficie et de caractéristiques techniques adaptées à un laboratoire accrédité avec une hauteur sous plafond suffisante pour les sorbonnes, accès à des réseaux techniques (gaz, électricité triphasée, eau), zone de réception des échantillons distincte des zones analytiques ;
- Électricité : la consommation électrique d'un laboratoire analytique est significativement plus élevée que celle d'un local ordinaire, en raison du fonctionnement continu de la climatisation régulée, des équipements analytiques (ICP-OES, GC-MS, étuves, fours) et de l'éclairage des zones techniques surtout dans une zone humide comme la Réunion ;
- Eau : alimentation en eau du système de purification (eau de type I ou II requise pour certaines analyses), lavage de verrerie, sanitaires ;
- Honoraires d'expertise-comptable qui s'occupe de la gestion comptable et fiscale ;

- Agent de nettoyage spécialisé car le nettoyage d'un laboratoire accrédité ne peut pas être confié à n'importe quel prestataire. Des protocoles spécifiques doivent être respectés pour éviter les contaminations croisées, notamment dans la zone microbiologie ;
- Assurance responsabilité civile ;
- Téléphonie et informatique ;
- Frais de révision réglementaire avec des vérifications périodiques obligatoires des installations (climatisation, détecteurs incendie, extincteurs, installations électriques, panneaux de sécurité) ;
- Assurance multirisque : couverture du parc matériel (ICP-OES, GC-MS et autres équipements représentent un patrimoine d'environ 900 000 €).

« Qualité et accréditation » est souvent sous-estimé dans les modélisations économiques de laboratoires, alors qu'il est non compressible pour un laboratoire accrédité :

- *Coût LIMS long terme en mode SaaS* : abonnement annuel incluant l'hébergement, la maintenance corrective et évolutive, et le support technique ;
- *Contrat de maintenance matériel* : la maintenance préventive et corrective des équipements analytiques (ICP-OES, GC-MS, analyseur C/N, autoclave, incubateurs) représente un coût annuel très significatif. Ces équipements complexes nécessitent l'intervention de techniciens spécialisés, qui doivent souvent se déplacer depuis l'Hexagone, ce qui majore les coûts à La Réunion ;
- Le COFRAC facture une redevance annuelle par portée d'accréditation. Pour un périmètre couvrant plusieurs matrices et familles analytiques, plusieurs portées peuvent être concernées ;
- *Essais inter-laboratoires d'aptitude* : participation obligatoire à des circuits d'essais inter-laboratoires pour démontrer annuellement la compétence du laboratoire sur ses méthodes accréditées. Ces circuits sont organisés par des prestataires spécialisés et représentent un coût fixe annuel ;
- *Étalonnage* périodique obligatoire de l'ensemble des équipements de mesure par des laboratoires d'étalonnage eux-mêmes accrédités (balances, pH-mètres, conductimètres, étuves, pipettes, etc.).

Le total des frais annuels de fonctionnement : 638 500 €/an. Ce montant constitue le seuil de chiffre d'affaires minimal que le laboratoire doit atteindre pour couvrir ses charges courantes, avant même de commencer à amortir l'investissement initial de 1 600 000 €. La comparaison de ce plancher avec le chiffre d'affaires potentiel estimé à partir des volumes d'analyses recensés constitue le cœur de l'analyse de viabilité économique, développée dans la section suivante.

4.3.5 Chiffre d'affaires potentiel et comparaison avec les charges

Pour évaluer la viabilité économique du laboratoire, il est indispensable de mettre en regard les charges annuelles calculées précédemment avec le chiffre d'affaires que le laboratoire pourrait réalistement générer sur le territoire. Ce chiffre d'affaires potentiel a été construit à partir de deux sources complémentaires :

D'une part, les volumes d'analyses recensés lors de l'enquête auprès des 46 structures interrogées, qui constituent la base de clientèle identifiée et qualifiée.

D'autre part, les augmentations de volumes déclarées par les structures qui prévoient d'accroître leurs analyses dans un horizon de 3 à 5 ans, qui constituent le marché potentiel à moyen terme. Ces projections ont été intégrées dans un scénario de chiffre d'affaires futur, permettant d'évaluer la trajectoire économique du laboratoire dans le temps.

Pour la tarification, deux approches distinctes ont été appliquées :

- Pour les analyses de sol : les tarifs retenus sont ceux pratiqués actuellement par le CIRAD Réunion avec les tarifs subventionnés. Il n'est pas pertinent d'envisager une augmentation tarifaire sur cette matrice. En effet, les clients interrogés y sont opposés, le CIRAD proposant des prix déjà accessibles, notamment pour les structures membres du réseau RITA. Toute hausse significative risquerait de freiner l'adoption de ce service par les agriculteurs.
- Pour les MAFOR, les tarifs cibles retenus s'alignent sur ceux des laboratoires hexagonaux spécialisés, auxquels s'ajoute une hausse tarifaire sous forme de forfait de 150 € par lot. Ce surcoût local permet d'absorber certaines charges d'exploitation spécifiques à La Réunion (importation des consommables, maintenance) sans pour autant pénaliser le client. En effet, ce montant correspond précisément au coût moyen actuel d'envoi des échantillons vers l'Hexagone (transport, conditionnement, douane). Les professionnels interrogés se disent ainsi prêts à payer ce même prix à un laboratoire local pour s'affranchir des contraintes logistiques. Le tableau ci-dessous présente le détail du chiffre d'affaires potentiel calculé à partir des volumes recensés lors de l'enquête, par matrice et par famille analytique, en s'appuyant sur les données de prix (tarif des laboratoires de l'hexagone auxquels s'ajoute le surcoût lié au transport) :

Tableau 9 — Tableau prévisionnel synthétique et chiffre d'affaires du scénario 1

Prestations	NFU 44-051	NFU 42-001/2	NFU 44-095	NFU 44-551	MAFOR brute	Sol	Plantes	Engrais
Analyses agro.	101 18 180 €	42 4 200 €	34 6 120 €	5 650 €	38 3 572 €	1 250 67 000 €	250 11 000 €	15 915 €
Oligoéléments	—	—	—	—	—	250 21 750 €	—	—
ETM	101 Inclus	36 4 320 €	34 Inclus	5 600 €	—	—	—	—
CTO	56 8 120 €	10 1 500 €	34 6 970 €	—	—	—	—	—

Prestations	NFU 44-051	NFU 42-001/2	NFU 44-095	NFU 44-551	MAFOR brute	Sol	Plantes	Engrais
Agents patho.	85 20 400 €	36 7 020 €	34 8 160 €	5 1 500 €	—	—	—	—
Indic.de trait.	85 Inclus	30 Inclus	34 Inclus	5 Inclus	—	—	—	—
Inertes & imp.	75 11 250 €	—	34 5 100 €	—	—	—	—	—
Eff. agro.	15 16 050 €	—	—	—	—	—	—	—
Prépa. & exp.	101 11 045 €	42 4 593 €	34 3 718 €	5 546 €	—	—	—	—

Sur la base stricte des grilles tarifaires de référence d'hexagone, **le chiffre d'affaires potentiel s'élève à environ 246 000 € HT**. En intégrant le forfait d'ajustement logistique de 150 € par lot (équivalent aux coûts de transport vers l'Hexagone), **le chiffre d'affaires prévisionnel global atteint 273 000 € HT**.

En intégrant les augmentations de volumes déclarées par les structures qui prévoient d'accroître leurs analyses dans un horizon de 3 à 5 ans soit 132 analyses MAFOR supplémentaires et 300 échantillons sol supplémentaires et en appliquant la même logique tarifaire avec intégration du forfait transport de 150 €, le chiffre d'affaires potentiel progresse sensiblement.

Le même principe de calcul, appliqué à ces volumes augmentés, conduit à un chiffre d'affaires potentiel à moyen terme d'environ 407 000 €/an avec le transport.

Cette progression de ~130 000 € entre le court terme et le moyen terme illustre la dynamique de croissance du marché et la capacité du laboratoire à améliorer progressivement sa situation économique au fur et à mesure que les volumes augmentent.

4.3.6. Comparaison charges / chiffre d'affaires et analyse de viabilité

Le tableau ci-dessous met en regard les principaux indicateurs économiques du Scénario 1 (périmètre complet, création de zéro) :

Tableau 10 — Récapitulatif des charges et chiffres d'affaires réalisables

Indicateur	Valeur
Investissement initial total	> 1 600 000 €
Frais annuels de fonctionnement	638 500 €/an
CA potentiel court terme (volumes actuels)	~273 000 €/an

Indicateur	Valeur
CA potentiel moyen terme (3-5 ans)	~407 000 €/an
Déficit annuel court terme (CA – charges)	- 365 500 €/an
Déficit annuel moyen terme (CA – charges)	- 231 500 €/an

À ces déficits d'exploitation s'ajoute la charge d'amortissement de l'investissement initial. En retenant une durée d'amortissement de 5 ans, durée couramment appliquée en expertise comptable pour les équipements analytiques et les installations de laboratoire et des charges d'amortissement du bâtiment de 15 ans, la charge annuelle d'amortissement s'élève à :

Gros matériel : $901\,199\text{ €} / 5\text{ ans} = 180\,240\text{ €/an}$

Aménagement du bâtiment : $337\,500\text{ €} / 15\text{ ans} = 22\,500\text{ €/an}$

En intégrant cette charge d'amortissement, le résultat net annuel du laboratoire s'établit comme suit :

Tableau 11 — Analyse de viabilité du Scénario 1 (charges / chiffre d'affaires)

Indicateur	Court terme	Moyen terme (3-5 ans)
Chiffre d'affaires potentiel par an	~273 300 €	~407 000 €
Charges d'exploitation annuelles	638 500 €	638 500 €
Amortissement matériel annuel (sur 5 ans)	180 240 €	180 240 €
Amortissement bâtiment (sur 15 ans)	22 500€	22 500€
Charges totales annuelles	841 240 €	841 240 €
Résultat net annuel	-567 940 €	-434 240 €

La lecture de ces chiffres est sans ambiguïté : dans sa configuration de création ex nihilo avec un périmètre analytique complet, le laboratoire n'est pas viable économiquement dans les conditions actuelles du marché réunionnais. Le chiffre d'affaires potentiel, même à moyen terme avec la croissance des volumes ne couvre pas les charges d'exploitation, sans même parler de l'amortissement de l'investissement initial. Ces charges intègrent notamment le temps consacré par le responsable qualité en amont du projet, le coût du LIMS, le coût de l'accréditation COFRAC, ainsi que le coût du maintien des normes accréditées, autant de postes qui, bien que distincts de l'amortissement, pèsent directement sur le résultat d'exploitation annuel.

Il convient cependant de nuancer cette conclusion de plusieurs façons importantes.

L'amortissement sur 5 ans est une norme comptable conservatrice. En pratique, les équipements analytiques lourds, ICP-OES, GC-MS, analyseur C/N ont une durée de vie réelle de 10 à 15 ans. Sur une durée d'amortissement de 10 ans, ce qui améliore sensiblement le résultat net, sans toutefois suffire à atteindre l'équilibre.

De plus, une aide de l'État dédiée à l'investissement matériel est prévue : si un laboratoire se positionne, une enveloppe financière de 750 000 € lui sera allouée. En revanche, ce soutien permettra exclusivement de financer des équipements. À l'heure actuelle, aucun financement n'est prévu pour prendre en charge le temps humain nécessaire au déploiement de cet outil sur le territoire réunionnais.

Au vu de la non-rentabilité structurelle du premier scénario avec un déficit net annuel d'environ -567 940 € à -434 240 € et de la non-réalité du projet, il est apparu indispensable de proposer un scénario 2 plus cohérent, pragmatique et ancré dans le tissu local.

Ce second scénario repose sur une stratégie d'optimisation et de mutualisation : s'appuyer sur un laboratoire existant à La Réunion, restreindre le périmètre analytique par rapport aux plus gros volumes demandés sur le territoire et externaliser les analyses à très faible volume.

4.4 Scénario 2, Laboratoire optimisé avec simplification analytique

L'analyse économique du Scénario 1 met en évidence un écart structurel trop important entre le chiffre d'affaires potentiel et les charges générées par une création ex nihilo avec périmètre complet. Il serait cependant erroné de conclure de cette analyse que le projet n'est pas faisable. **Une seconde approche, plus réaliste à court terme, consiste à partir d'un laboratoire existant sur le territoire et à concentrer le périmètre analytique sur les matrices et paramètres les plus porteurs en termes de volume, en externalisant ou reportant les analyses à faible volume.**

Cette approche repose sur cinq arbitrages analytiques structurants

- Réduction du périmètre CTO (Composés Traces Organiques) : Suppression des analyses de PCB et de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), car le volume d'analyses obligatoires sur l'île reste trop marginal pour justifier l'accréditation et l'entretien d'une ligne GC-MS dédiée.
- Simplification de l'analyse de l'Azote : Remplacement de la méthode classique Kjeldahl par la méthode Dumas, beaucoup plus moderne, automatisée, rapide et facilement intégrable dans une routine d'accréditation locale.
- Simplification de la microbiologie : Les analyses *Listeria monocytogenes* et *Clostridium perfringens* sont supprimées du périmètre accrédité. Les volumes identifiés sont trop faibles pour justifier une organisation microbiologique complète dédiée.
- Réduction du périmètre des normes : Suppression des paramètres très spécifiques tels que l'ISMO (Indice de Stabilité de la Matière Organique) et les cinétiques de minéralisation du carbone, jugés trop lourds techniquement.

- Externalisation ciblée : La norme NFU 44-551 (Supports de culture) ne représente qu'un gisement infime de 5 analyses par an. Le coût pour obtenir et maintenir l'accréditation COFRAC sur cette matrice étant disproportionné, ce volume est intégralement externalisé vers l'Hexagone.

Cette stratégie permet de conserver les analyses stratégiques les plus demandées tout en supprimant les postes les plus coûteux et les moins rentables.

Concrètement, ces cinq arbitrages ne suppriment pas la possibilité d'obtenir ces analyses, mais c'est désormais le laboratoire local lui-même qui doit s'en charger, et non le détenteur de MAFOR. La démarche reste identique pour ce dernier : il adresse l'ensemble de ses échantillons au laboratoire réunionnais, comme il le ferait pour n'importe quelle analyse. Le laboratoire local réalise directement les analyses relevant de son périmètre accrédité et, en partenariat avec un laboratoire de l'Hexagone, fait réaliser pour son compte le reste des analyses qui ne peuvent plus être faites localement, à savoir les CTO (HAP, PCB), la microbiologie complémentaire (*Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*), l'ISMO, les cinétiques de minéralisation du carbone, ainsi que la norme NFU 44-551. L'objectif de ce partenariat est de faciliter la vie du détenteur de MAFOR, qui conserve un interlocuteur unique et n'a pas à gérer lui-même l'envoi vers l'Hexagone ni la relation avec deux prestataires distincts. Ce circuit génère néanmoins, pour ces paramètres externalisés, un surcoût et un délai que le laboratoire local répercutera dans son offre. Seul le changement de méthode pour l'Azote (Kjeldahl vers Dumas) n'a, à l'inverse, aucune incidence : les deux méthodes sont reconnues comme équivalentes et couvertes par la même portée d'accréditation COFRAC, sans surcoût ni délai supplémentaire.

4.4.1 Gros matériel analytique

Le parc matériel du Scénario 2 reprend l'intégralité du matériel commun MAFOR/Sol et du matériel spécifique sol du Scénario 1, auquel s'ajoute le matériel microbiologique nécessaire pour les agents pathogènes et indicateurs de traitement des normes NFU 44-051, 42-001 et 44-095. En revanche, l'ensemble du matériel lié aux CTO (GC-MS et périphériques) est supprimé, ainsi que les équipements Kjeldahl (unité de distillation, titreur automatique), l'extracteur fibre manuel, l'analyseur CO₂ infrarouge et plusieurs équipements microbiologiques non nécessaires au périmètre réduit (jarres anaérobies, bain-marie 47°C, Table de succion Sand Box, Pipette Robinson). **Cette simplification permet d'abaisser l'investissement initial du poste gros matériel à 615 000 €** (au lieu d'un montant initialement projeté d'un million d'euros). Ce recalibrage technique redonne au projet une cohérence économique immédiate vis-à-vis du marché réel.

De plus, il convient de prendre en compte que certains laboratoires locaux possèdent déjà une partie des équipements intégrés dans cette enveloppe de 615 000 €. Par conséquent, l'investissement réel pour l'acquisition du parc matériel sera encore plus bas pour la plupart des laboratoires réunionnais, ce qui constitue un signal particulièrement positif pour la viabilité du projet.

Le tableau ci-dessous présente le détail de ces données :

Tableau 12 — Détail du gros matériel analytique pour le Scénario 2

Gros matériel nécessaire	Prix	Taxe + transport	Cout Réunion
Étuve de séchage ventilée - thermostatée (max 40°C)	4 000,00 €	35%	5 400,00 €
Broyeur à billes haute vitesse	9 000 €	35%	12 150,00 €
2 Tamis de 2 mm (maille carrées)	300,00 €	35%	405,00 €
Agitateur tamis	14 000,00 €	35%	18 900,00 €
Diviseur d'échantillon (avec équipement obligatoire)	14 000,00 €	35%	18 900,00 €
Balance de précision 0,01 g	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Balance de précision 0,1 g	2 500,00 €	35%	3 375,00 €
Étuve maintien température 103°C + ou moins 5 %	10 000,00 €	35%	13 500,00 €
Broyeur à billes haute vitesse	9 000,00 €	35%	12 150,00 €
Sorbonne ETRAF	6 300,00 €	35%	8 505,00 €
Enregistreurs de température	300,00 €	35%	405,00 €
Balance de précision 1 g	250,00 €	35%	337,50 €
Dessiccateur avec agent desséchant	3 500,00 €	35%	4 725,00 €
Four à Moufle pour température 450°C - 550°C	3 300,00 €	35%	4 455,00 €
Analyseur élémentaire C/N → (Si N dumas)	65 000,00€	35%	87 750,00€
Système de purification d'eau (Type II ou I)	5 000,00 €	35%	6 750,00 €
Pompe péristaltique	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Conductimètre de précision	1 200,00 €	35%	1 620,00 €
pH-mètre de précision	1 400,00 €	35%	1 890,00 €
Électrode de pH combinée	300,00 €	35%	405,00 €
Agitateur rotatif	1 600,00 €	35%	2 160,00 €
Bain-marie thermostaté	1 200,00 €	35%	1 620,00 €
Agitateur magnétique avec plaque chauffante	550,00 €	35%	742,50 €
ICP-OES	150 000,00 €	35%	202 500,00 €
Spectrophotomètre UV-Visible	7 000,00 €	35%	9 450,00 €
Centrifugeuse	14 000,00 €	35%	18 900,00 €
Systèmes de minéralisation par micro-ondes	20 000,00 €	35%	27 000,00 €
Hg : L'Analyseur de Mercure (DMA)	20 000,00 €	35%	27 000,00 €
Malaxeur à pales (type Stomacher)	3 750,00 €	35%	5 062,50 €
Autoclave vertical (50 L)	13 000,00 €	35%	17 550,00 €
PSM poste de sécurité microbiologique	12 000,00 €	35%	16 200,00 €
2 Incubateurs : Régls à 37°C et 44°C	22 000,00 €	35%	29 700,00 €
Balance 0,1 mg	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Congélateur	3 500,00 €	35%	4 725,00 €
Réfrigérateur	3 200,00 €	35%	4 320,00 €
Rampe de filtration sous vide	5 000,00 €	35%	6 750,00 €
Bruleur électrique	600,00 €	35%	810,00 €
Pompe à vide	1 000,00 €	35%	1 350,00 €
Microscope optique	1 400,00 €	35%	1 890,00 €
Tamis à mailles de : 300 µm et 160 µm	700,00 €	35%	945,00 €
Agitateur de type Vortex	230,00 €	35%	310,50 €
Centrifugeuse à rotor oscillant	12 500,00 €	35%	16 875,00 €
Bain-marie de précision 41,5 °C	1 000,00 €	35%	1 350,00 €
Évaporateur rotatif	3 000,00 €	35%	4 050,00 €
Pompe à vide	3 200,00 €	35%	4 320,00 €
Tamis spécifiques 2 mm (trous ronds)	150,00 €	35%	202,50 €
Tamis spécifiques 5 mm (trous ronds)	175,00 €	35%	236,25 €
Enceinte climatique réglée 30°C	10 500,00 €	35%	14 175,00 €
TOTAL			615 168.75€

4.4.2 Petit consommable, matériels, LIMS et aménagement du bâtiment

Comme réalisé lors du premier scénario, le petit matériel représente 15% du gros matériel pour ce scénario, ce poste est ramené à 92 275 € HT en Hexagone, soit 124 572 € après majoration de 35% pour La Réunion. La réduction par rapport au Scénario 1 (135 180 € HT) reflète la suppression des réactifs et consommables liés aux CTO et à la méthode Kjeldahl, qui représentent des postes de consommables importants.

Dans le cadre du Scénario 2, le laboratoire partenaire retenu dispose déjà d'un système de gestion informatique. Le LIMS dédié aux nouvelles matrices pourrait être intégré dans le système existant moyennant un paramétrage et une validation complémentaire, dont le coût est nettement inférieur à l'acquisition d'une solution complète. Ce poste est donc considéré comme nul ou marginal dans le Scénario 2, une économie de 70 000 € par rapport au Scénario 1.

S'appuyer sur un laboratoire existant modifie radicalement le poste de dépenses lié aux travaux et à l'aménagement des locaux. Les infrastructures de base sont déjà en place (réseau électrique, eau, évacuations). Les travaux nécessaires concernent principalement l'adaptation et l'extension des zones existantes : mise en place ou renforcement de la zone microbiologie, installation de la sorbonne complémentaire, adaptation du réseau gaz industriel pour les nouveaux équipements, signalétique de sécurité spécifique aux nouvelles matrices. Le coût estimé est de 100 000 € HT en Hexagone, soit 135 000 € après majoration de 35%, contre 337 500 € dans le Scénario 1, une économie de plus de 200 000 €.

4.4.3 Les autres coûts liés à l'accréditation COFRAC

À l'investissement matériel s'ajoutent les coûts directement liés à la procédure. Les frais d'accréditation COFRAC stricto sensu sont légèrement inférieurs à ceux du Scénario 1, car le périmètre réduit implique un audit de durée potentiellement plus courte et un nombre de portées réduit. Les frais retenus sont de 18 000 € pour l'accréditation (déplacement auditeur, honoraires, frais de dossier), auxquels s'ajoutent 8 192 € pour l'achat des normes analytiques correspondant au périmètre réduit, soit un total de 26 192 €. À noter que dans le Scénario 2, le laboratoire partenaire disposant déjà d'une accréditation partielle, une partie du système de management qualité est déjà en place, ce qui peut réduire le temps de préparation et donc le coût du responsable qualité.

Dans le cadre du Scénario 2 avec un laboratoire partenaire déjà accrédité, la mise en place d'une nouvelle portée analytique sur des matrices jusqu'alors non couvertes requiert un travail de préparation substantiel. La durée minimale de 18 mois est conservée pour cette estimation, bien qu'une extension du périmètre d'un laboratoire déjà accrédité puisse parfois être réalisée plus rapidement, la vigilance s'impose néanmoins sur ce point. Le coût du responsable qualité reste estimée à 98 000 € charges comprises sur 18 mois.

Coût total d'investissement Scénario 2 : environ 1 000 000 €

Ce montant représente une réduction de 37% par rapport au Scénario 1, principalement portée par la suppression du GC-MS et du matériel CTO associé,

la réduction des coûts d'aménagement, et la non-acquisition d'un LIMS complet.

4.4.4 Les frais annuels de fonctionnement du laboratoire

Tableau 13 — Charges annuelles de fonctionnement du Scénario 2

Catégorie de charges	Nature de la charge	Coût annuel
Charges d'exploitation	Consommables (gaz industriels, petit matériel)	60 000 €
	Prévisionnel renouvellement	5 000 €
	Frais enlèvement des déchets dangereux	15 000 €
Masse salariale	Salaire de 4 agent technicien	120 000 €
	Salaire de l'agent responsable Qualité	35 000 €
	Salaire d'un responsable (ingénieur)	18 750 €
	Formation professionnelle	5 000 €
Frais Généraux	Frais de location (bâtiment)	16 800 €
	Electricité	2 880 €
	Eau	240 €
	Honoraires d'expertise-comptable	800 €
	Agent nettoyage spécialisé	2 000 €
	Assurance responsabilité civil	100 €
	Téléphonie/ informatique	800 €
	Frais révision (climatisation, incendie, extincteur, électricité, panneaux de sortie, etc.)	400 €
	Assurance multirisque	1 000 €
Qualité et accréditation	Coût LIMS long terme (SaaS)	3 000 €
	Contrat de maintenance matériel	27 000 €
	Redevance annuelle laboratoire	5 944 €
	Essais Inter-Laboratoires d'aptitude	6 000 €
	Etalonnage	12 000 €

La réduction du périmètre analytique et le fait de s'appuyer sur une structure existante permettent également de réduire significativement les charges annuelles. La logique retenue est la suivante : certains postes de frais généraux (loyer, électricité, eau, comptabilité) sont portés par la structure hôte et ne sont imputés au laboratoire qu'à hauteur de 20% de leur valeur réelle, représentant la quote-part liée à l'activité des nouvelles matrices.

La réduction du périmètre analytique, notamment la suppression des CTO qui nécessitent des solvants coûteux, permet de ramener les consommables à 60 000 €/an (contre 80 000 € dans le Scénario 1). Le prévisionnel de renouvellement

(5 000 €) et les frais d'enlèvement des déchets dangereux (15 000 €) restent identiques, ce dernier poste étant peu compressible en raison des contraintes réglementaires et logistiques locales.

La réduction du volume d'analyses et du périmètre analytique permet de dimensionner l'équipe à la baisse par rapport au Scénario 1 :

- *3 agents techniciens de laboratoire* ($40\,000\text{ €} \times 3 = 120\,000\text{ €}$) : le volume d'analyses du périmètre réduit est compatible avec 3 techniciens à temps plein, contre 4 dans le Scénario 1 ;
- *Responsable qualité à 50%* ($70\,000\text{ €} \times 50\% = 35\,000\text{ €}$) : dans le cadre d'un laboratoire existant disposant déjà d'un responsable qualité, ce poste peut être mutualisé. Le responsable qualité déjà présente prend en charge 50% de son temps sur les nouvelles matrices ;
- *Ingénieur responsable à 25%* ($75\,000\text{ €} \times 25\% = 18\,750\text{ €}$) : de même, la direction technique du laboratoire existant peut assurer 25% de son temps la supervision des nouvelles activités ;
- *Formation professionnelle* reste maintenu.

Ce paramètre reste la charge la plus importante car cela représente plus de 50% des frais de fonctionnement.

En s'appuyant sur la structure existante, les frais généraux ne sont imputés qu'à hauteur de 20% de leur valeur pleine : loyer, électricité, eau, comptabilité, nettoyage, assurances, téléphonie et frais de révision, le coût total imputé est de 25 025 €/an.

Ce poste est revu à la baisse grâce à plusieurs économies : le contrat de maintenance du matériel est réduit puisqu'il exclut la GC-MS et ses équipements périphériques à maintenir, le coût du LIMS est déjà intégré et englobe les paramétrages additionnels à ajouter au système existant, et enfin, les coûts pour les redevances annuelles, les essais inter-laboratoires et l'étalonnage sont réduits.

Le total des frais annuels de fonctionnement du Scénario 2 : 337 700 €/an. Ce montant est presque la moitié des charges du Scénario 1 (638 500 €/an), ce qui illustre l'impact considérable du choix du mode de portage et de la simplification du périmètre analytique sur la structure économique du projet.

4.4.5 Chiffre d'affaires potentiel du scénario 2, volumes actuels et futurs

Le chiffre d'affaires du Scénario 2 est calculé sur la même base méthodologique que le Scénario 1 : tarifs CIRAD « RITA » pour le sol, tarifs laboratoires hexagonaux avec forfait transport de 150 € pour les MAFOR, appliqués aux volumes recensés lors de l'enquête. Le périmètre étant réduit par rapport au Scénario 1, certaines lignes de chiffre d'affaires disparaissent (CTO, NFU 44-551, efficacité agronomique, ISMO). Le détail par matrice et famille analytique donne le résultat suivant :

Tableau 14— Tableau prévisionnel synthétique du chiffre d'affaires (Scénario 2)

Prestations	NFU 44-051	NFU 42-001/2	NFU 44-095	MAFOR brute	Sol	Plantes	Engrais
Analyses agro.	101 18 180 €	42 4 200 €	34 6 120 €	38 3 572 €	1 250 67 000 €	250 11 000 €	15 915 €
Oligoéléments	—	—	—	—	250 21 750 €	—	—
ETM	101 Inclus	36 4 320 €	34 Inclus	—	—	—	—
CTO	—	—	—	—	—	—	—
Agents patho.	85 20 400 €	36 7 020 €	34 8 160 €	—	—	—	—
Indic. de trait.	85 Inclus	30 Inclus	34 Inclus	—	—	—	—
Inertes & imp.	75 11 250 €	—	34 5 100 €	—	—	—	—
Texture					1600€		
Prépa. & exp.	101 11 045 €	42 4 593 €	34 3 718 €	—	—	—	—

Le chiffre d'affaires prévisionnel issu de la seule activité analytique hors prise en compte du transport, s'établit à environ 210 000 € HT/an. L'ajustement de ce chiffre d'affaires dépend toutefois directement du mode de traitement des échantillons. En effet, contrairement au Scénario 1 où la réalisation de l'intégralité des analyses sur place permettait au laboratoire local d'intégrer 100 % du forfait de transport (150 € par lot) pour porter le chiffre d'affaires global à 273 000 € HT, le Scénario 2 implique une sous-traitance partielle. Dans cette configuration, certaines prestations complexes notamment le dosage des Composés Organiques Traces (CTO) doivent être externalisées vers des laboratoires métropolitains. Le laboratoire réunionnais ne réalisant pas lui-même l'analyse sur ces paramètres, il ne peut pas imputer l'intégralité du forfait logistique à son profit. Un calcul au prorata a donc été appliqué afin de ne conserver le forfait transport que sur la part des analyses effectivement traitées localement. Cette réallocation génère une marge logistique captée sur place d'environ 15 000 €, ce qui ramène le chiffre d'affaires prévisionnel global réajusté à environ 225 000 € HT/an.

En intégrant les augmentations de volumes déclarées par les structures interrogées dans un horizon de 3 à 5 ans soit +132 analyses MAFOR supplémentaires réparties proportionnellement sur les normes NFU 44-051, 42-001 et 44-095, et +300 échantillons sol supplémentaires le chiffre d'affaires brut progresse à environ

292 000 €. En appliquant le même prorata pour l'externalisation de certaines analyses en Hexagone, le chiffre d'affaires potentiel à moyen terme est estimé à environ 318 000 €/an.

Cette progression de 113 000 € entre le court terme et le moyen terme est plus modeste que dans le Scénario 1, car le périmètre réduit limite mécaniquement l'effet de levier de la croissance des volumes MAFOR. C'est la croissance du volet sol +300 échantillons représentant la hausse qui porte la majeure partie de cette amélioration.

4.4.6 Analyse de viabilité : comparaison charges / chiffre d'affaires

Tableau 15 — Analyse de viabilité du Scénario 2 (charges / chiffre d'affaires)

Indicateur	Volumes actuels	Volumes futurs (3-5 ans)
Chiffre d'affaires potentiel	~225 000 €/an	~318 000 €/an
Frais annuels de fonctionnement	337 700 €/an	337 700 €/an
Déficit annuel d'exploitation	- 112 700 €/an	- 19 700 €/an
Amortissement matériel (sur 5 ans)	122 833 €/an	122 833 €/an
Amortissement bâtiment (15 ans)	9 000 €/an	9 000 €/an
Résultat net	- 244 666 €/an	- 151 533 €/an

La lecture de ces chiffres montre plusieurs observations.

Premièrement, le Scénario 2 réduit considérablement l'écart entre charges d'exploitation et chiffre d'affaires par rapport au Scénario 1. Le déficit d'exploitation hors amortissement passe de 365 500 €/an à 112 700 €/an à court terme, et tombe à seulement -19 700 €/an à moyen terme avec la croissance des volumes. Ce dernier chiffre est particulièrement significatif : il signifie qu'à 3-5 ans, le laboratoire couvre quasiment l'intégralité de ses charges de fonctionnement courant par son activité propre, et que seule la charge d'amortissement de l'investissement initial reste à financer par une voie externe.

Deuxièmement, et c'est là le point décisif de l'analyse, si l'investissement initial du matériel, petit matériel et adaptation du bâtiment est pris en charge en totalité ou en grande partie par des financements publics, la structure ne supporte plus la charge d'amortissement. Si le financement est possible que sur le matériel, mais pas possible pour un aménagement, le déficit d'exploitation serait de 9 000 €/an. Il convient également de dire que la charge initiale du coût des normes et de la venue du COFRAC devra être financé par la structure soit environ 26 000€. Dans ce scénario, le laboratoire se rapproche de l'équilibre d'exploitation à moyen terme avec les volumes futurs projetés, sans nécessiter de financement public récurrent pour son fonctionnement.

Troisièmement, même si cela va à l'encontre des échanges qu'il y a pu avoir avec les différentes structures, une revalorisation modérée des tarifs d'analyse de sol sera envisageable. En effet, la disparition de toute alternative pour les agriculteurs réunionnais depuis l'arrêt des envois en Hexagone en 2025 permettrait d'améliorer

encore significativement le chiffre d'affaires du laboratoire. En portant le tarif de l'analyse agronomique sol à 80 €/analyse (contre 67 € actuellement subventionnée) et les oligoéléments à 95 €/analyse (contre 87 €), le chiffre d'affaires progresserait d'environ 36 000 €/an à volumes actuels et de 43 000 €/an à volumes futurs. À volumes futurs, le laboratoire atteindrait ainsi l'équilibre d'exploitation avec un léger excédent d'environ +23 000 €/an et si le bâtiment ne peut pas être financé par le public cela descendra à 14 000 €. Cette revalorisation ne s'applique pas aux analyses MAFOR, pour lesquelles la concurrence hexagonale demeure réelle et impose un strict alignement tarifaire.

4.4.7. Tableau comparatif synthétique des deux scénarios

Tableau 16 — Tableau comparatif synthétique des deux scénarios

Indicateur	Scénario 1 : Création ex nihilo	Scénario 2 : Laboratoire existant optimisé
Investissement initial	> 1 600 000 €	~1 000 000 €
Frais annuels de fonctionnement	638 500 €/an	337 700 €/an
CA volumes actuels	~273 000 €/an	~225 000 €/an
CA volumes futurs (3-5 ans)	~407 000 €/an	~318 000 €/an
Déficit exploitation volumes actuels	- 365 500 €/an	- 112 700 €/an
Déficit exploitation volumes futurs	- 231 500 €/an	- 19 700 €/an
Normes MAFOR couvertes	NFU 44-051, 42-001, 44-095, 44-551	NFU 44-051, 42-001, 44-095 (en partie)
CTO (HAP, PCB)	Oui	Non — externalisé
Portage possible seul par un laboratoire privé	Non	Non
Probabilité de viabilité à 5 ans	Très faible	Possible avec soutien institutionnel

La conclusion de cette analyse comparative est claire : le Scénario 2, combinant le démarrage à partir d'un laboratoire existant et un périmètre analytique concentré sur les normes les plus demandées, est le plus réaliste à court terme. Il ne sera viable que si l'investissement initial est pris en charge en dehors du compte d'exploitation du laboratoire, et si les volumes progressent conformément aux projections des acteurs interrogés. La prochaine étape décisive est l'identification et la validation d'un laboratoire partenaire prêt à porter ce projet, ainsi que la définition précise des paramètres analytiques retenus pour la phase de démarrage.

5. Retours d'expériences : Échanges avec les laboratoires

Dans le prolongement de l'analyse technico-économique, des rencontres ont été organisées avec l'ensemble des laboratoires d'analyses actuellement implantés sur le territoire réunionnais, afin d'évaluer leur capacité et leur volonté à porter tout ou partie de ce projet.

Six structures ont été rencontrées : le Laboratoire Départemental (LDA974), le Service Commun des Laboratoires (SCL), le Laboratoire de Bourbon (LAB), Suez local, Qwalilab et MicroLab. Si leurs positions s'avèrent contrastées en raison de maturités techniques variables et de contraintes statutaires spécifiques, elles convergent toutes vers un même constat d'ordre économique.

En effet au-delà de leurs différences de statut et de positionnement, tous les laboratoires rencontrés partagent la même contrainte fondamentale : l'activité générée par le marché réunionnais des MAFOR et des sols, dans ses volumes actuels, ne suffit pas à justifier un investissement assorti de toutes les charges de structure qui l'accompagnent. Il ne s'agit pas d'une faiblesse propre à tel ou tel acteur, mais d'une réalité du tissu économique insulaire. Celui-ci est structurellement limité en taille et marqué par des coûts d'exploitation élevés, notamment pour l'importation, l'utilisation et la maintenance des consommables et des équipements analytiques sur le territoire.

À cette contrainte s'ajoute un obstacle temporel et financier majeur soulevé par les professionnels : la phase transitoire d'obtention de l'accréditation, estimée entre 18 et 24 mois. Durant cette période de montée en charge technique et administrative, le laboratoire doit mobiliser d'importants moyens humains et matériels pour répondre aux exigences normatives, sans pour autant pouvoir commercialiser ses prestations sous couvert de l'accréditation. Cela se traduit par une absence de recettes sur ce périmètre pendant près de deux ans, créant un déficit d'exploitation initial difficilement absorbable. Ce risque est d'autant plus critique que la viabilité d'un laboratoire accrédité ne repose pas uniquement sur la rentabilité de ses équipements, mais dépend avant tout de la disponibilité d'une ressource humaine qualifiée et pérenne (responsable qualité, ingénieurs analytiques, techniciens formés aux normes). Or, ces profils demeurent rares à La Réunion, coûteux et difficiles à fidéliser, la masse salariale représentant d'ailleurs plus de 50 % des charges annuelles, quel que soit le scénario retenu.

Tous les laboratoires sont unanimes : un accompagnement à long terme sur le financement des équivalents temps plein (ETP) qualifiés, en complément du soutien aux investissements matériels, constituerait un levier décisif pour la viabilité du projet. Ce type d'aide n'est pas étudié à ce stade et ne dispose d'aucun financement identifié. Même si sa mise en œuvre semble complexe, cette piste mériterait néanmoins d'être explorée lors des discussions avec les financeurs institutionnels ou avec d'éventuels partenaires privés souhaitant s'impliquer dans la création d'un laboratoire local. **Sans ressource humaine dédiée et sécurisée, l'investissement matériel seul ne suffira pas à pérenniser l'activité dans la durée.**

6. Recommandations et conclusion générale

6.1 Recommandations

Sur la base de l'ensemble des analyses réalisées, les recommandations suivantes sont formulées :

Retenir le Scénario 2 comme unique voie réaliste à court terme. La création en partant de 0, génère un déficit structurel annuel compris entre 434 240 € et 567 940 € avec l'amortissement selon l'horizon, que ni le secteur privé ni le secteur public ne peuvent absorber de manière pérenne. Le Scénario 2, en partant d'un laboratoire existant, en se concentrant sur les principales demandes en NFU 44-051, 42-001 et 44-095 ainsi que les analyses de sol est le scénario pour lequel un équilibre peut être atteint à moyen terme, à condition que les volumes déclarés par les transformateurs de biomasse se confirment.

Mobiliser des financements publics pour l'investissement matériel. L'analyse montre sans ambiguïté que l'investissement initial ne peut pas être autofinancé par le laboratoire. Une aide dédiée aux équipements est la condition préalable et non négociable à tout positionnement, ce qui est normalement déjà prévu. Le financement du fonctionnement doit en revanche rester à la charge du laboratoire, qui a la capacité de le couvrir à moyen terme par son activité.

Maximiser la polyvalence et mutualiser l'usage des équipements acquis. Afin d'optimiser l'investissement public consenti, le matériel acheté ne devra pas être cantonné aux seules matrices MAFOR et sols. Il est nécessaire que le laboratoire qui se positionnera sur ce projet mène une réflexion élargie sur les opportunités de diversification offertes par ce nouveau parc analytique. La structure candidate devra s'intéresser activement aux autres types d'analyses non réalisées actuellement sur le territoire (besoins en environnement, agroalimentaire ou recherche locale), permettant ainsi de rentabiliser plus rapidement les équipements et de répondre à d'autres failles de l'offre analytique réunionnaise.

Procéder à une revalorisation tarifaire raisonnée sur les analyses de sol. Les analyses de sol doivent faire l'objet d'une revalorisation modérée mais justifiée (80 €/analyse agronomique, 95 €/oligoéléments). Les analyses MAFOR doivent en revanche rester alignées sur les tarifs métropolitains pour maintenir la compétitivité vis-à-vis des envois en Hexagone.

Identifier rapidement le laboratoire partenaire et construire un modèle de co-portage. Les laboratoires devront se positionner auprès de la DAAF pour exprimer leur volonté de se lancer dans ces accréditations. Les laboratoires pourront en partie s'appuyer sur l'expertise du CIRAD pour les analyses de sol.

Avant de retenir un laboratoire, il faudra vérifier qu'il s'engage vraiment sur la durée : un calendrier précis pour obtenir l'accréditation, des volumes d'analyses réalistes et suivis dans le temps, et la garantie que le matériel financé par l'argent public serve bien à l'activité prévue.

6.2 Conclusion générale

Cette étude répond à une question que l'agriculture réunionnaise ne pouvait plus différer : celle de son autonomie analytique pour les matrices sol et MAFOR. La convergence de plusieurs ruptures simultanées rend cette question urgente. Depuis 2025, les laboratoires hexagonaux refusent les échantillons de sol réunionnais pour des raisons réglementaires et sanitaires, privant les agriculteurs de leur principal prestataire historique. Le CIRAD, qui assure la quasi-totalité des analyses de sol sur l'île sans que ce soit sa mission principale, fait face à des surcharges générant des délais de deux à trois mois incompatibles avec une gestion agronomique efficace. Sur le volet MAFOR, les délais d'obtention des résultats, les contraintes logistiques et les problématiques réglementaires, notamment pour les analyses contraintes à 24 h comme les œufs d'helminthes, rendent les envois en Hexagone structurellement non conformes aux exigences normatives. La dynamique de normalisation des filières organiques réunionnaises, en plein développement, amplifie encore ce besoin.

L'enquête menée auprès des 46 structures agricoles, agro-alimentaires et de gestion des déchets organiques de l'île a confirmé l'ampleur et l'urgence du besoin. Avec 1 250 analyses de sol par an (hors CIRAD et expérimentations eRcane), 220 à 300 analyses MAFOR annuelles réparties sur quatre normes NFU, et des projections de croissance de +300 échantillons sol et +132 analyses MAFOR dans un horizon de 3 à 5 ans, le marché potentiel est réel et quantifié. La totalité des acteurs interrogés se déclare favorable à la création d'un laboratoire local.

L'analyse technico-économique a permis de structurer deux scénarios. Le premier, une création de toutes pièces avec périmètre analytique complet, nécessite un investissement supérieur à 1 600 000 € et génère des charges annuelles de 638 500 €/an pour un chiffre d'affaires plafonnant à 273 000 € à court terme et 407 000 € à moyen terme. Le déficit structurel annuel, même hors amortissement, est insurmontable pour tout opérateur, public ou privé, agissant seul. Ce scénario n'est pas viable dans les conditions actuelles du marché réunionnais.

Le second scénario, fondé sur la mutualisation avec un laboratoire existant et la simplification analytique, ramène l'investissement à environ 1 000 000 € et les charges annuelles à 337 700 €/an. Le déficit d'exploitation tombe à 112 700 €/an à court terme et à seulement **19 700 €/an à volumes futurs** hors amortissement. Avec la revalorisation tarifaire sur les analyses de sol, le laboratoire atteint l'équilibre d'exploitation à moyen terme.

Les échanges avec les six laboratoires du territoire ont confirmé une réalité commune : aucune structure privée ne peut s'engager seule dans ce projet, non par manque d'intérêt ou de compétence, mais parce que le modèle économique ne le permet pas dans les conditions actuelles. Tous ont exprimé, en plus d'une aide à l'investissement initial, que la question du financement des ressources humaines qualifiées sur le long terme constitue un facteur de risque important pour la pérennité du projet.

L'étude a permis de produire un diagnostic factuel, chiffré et partagé des besoins du territoire, d'analyser la viabilité économique des différentes configurations possibles, et d'identifier le scénario le plus réaliste. Il appartient désormais aux institutionnels, aux laboratoires et aux acteurs intéressés par la mise en place de

cette structure de s'emparer de ces conclusions et de décider si La Réunion se donne les moyens de son autonomie analytique. Tous les éléments nécessaires à cette prise de décision sont désormais réunis.

Table des tableaux

Tableau 1 : Répartition des structures interrogées par catégorie d'acteurs	10
Tableau 2 : Volumes annuels d'analyses MAFOR déclarés lors des entretiens.....	12
Tableau 3 : Volumes annuels d'analyses MAFOR calculés selon la réglementation	12
Tableau 4 : Volumes annuels d'analyses de sol et matrices associées.....	17
Tableau 5 : Paramètres analytiques en fonction des matrices Sol et MAFOR choisis.....	23
Tableau 6 : Détail du gros matériel analytique pour le Scénario 1	24
Tableau 7 : Coûts liés à l'accréditation COFRAC	28
Tableau 8 : Charges annuelles de fonctionnement du Scénario 1.....	28
Tableau 9 : Tableau prévisionnel synthétique et chiffre d'affaires du Scénario 1..	32
Tableau 10 : Récapitulatif des charges et chiffres d'affaires réalisables.....	33
Tableau 11 : Analyse de viabilité du Scénario 1 (charges / chiffre d'affaires)	34
Tableau 12 : Détail du gros matériel analytique pour le Scénario 2.....	36
Tableau 13 : Charges annuelles de fonctionnement du Scénario 2.....	38
Tableau 14 : Tableau prévisionnel synthétique du chiffre d'affaires (Scénario 2).	40
Tableau 15 : Analyse de viabilité du Scénario 2 (charges / chiffre d'affaires)	41
Tableau 16 : Tableau comparatif synthétique des deux scénarios.....	42

Table des graphiques

Graphique 1 : Principaux problèmes rencontrés par les acteurs (volet MAFOR) ...	13
Graphique 2 : Engagement des acteurs sur les analyses de MAFOR qu'ils réaliseront localement.....	15
Graphique 3 : Principaux problèmes rencontrés par les acteurs (volet Sol)	18
Graphique 4 : Engagement des acteurs sur les analyses de sol qu'ils réaliseront localement	20

Bibliographie

ADEME. (2018). Matières fertilisantes organiques : gestion et épandage : Guide des bonnes pratiques. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.

<https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/1505-matieres-fertilisantes-organiques-gestion-et-epandage.html>

AFNOR. NF U 44-051 : Amendements organiques : dénominations, spécifications et marquage. Association Française de Normalisation.

AFNOR. NF U 44-095 : Amendements organiques et supports de culture contenant des matières issues de boues de stations d'épuration des eaux usées. Association Française de Normalisation.

AFNOR. NF U 42-001-2 : Engrais organiques et organo-minéraux, Partie 2 : exigences spécifiques. Association Française de Normalisation.

AFNOR. NF U 44-551 : Supports de culture : dénominations, spécifications, marquage et étiquetage. Association Française de Normalisation.

Alvanitakis Manon, Kerdodé Corentin, Versini Antoine, Conrozier Rémi, Vayssières Jonathan. 2023. MAFORs et des besoins des cultures à l'échelle des communes de La Réunion en vue de l'autonomisation en fertilisants de l'île. Saint-Denis : CIRAD, Chambre d'Agriculture de La Réunion. 24 p. <https://agritrop.cirad.fr/608131/>

COFRAC. LAB REF 02 : Exigences pour l'accréditation des laboratoires selon la norme NF EN ISO/IEC 17025 : 2017. [https://tools.cofrac.fr/documentation/LAB-REF-02-\(2017\)](https://tools.cofrac.fr/documentation/LAB-REF-02-(2017))

COFRAC. LAB REF 05 : Règlement d'accréditation : processus à la suite d'une demande d'accréditation. <https://tools.cofrac.fr/documentation/LAB-REF-05>

COFRAC. LAB REF 06 : Frais et tarifs en vigueur (partie 1). <https://tools.cofrac.fr/documentation/LAB-REF-06>

COFRAC. LAB REF 07 : Frais et tarifs en vigueur (partie 2). <https://tools.cofrac.fr/documentation/LAB-REF-07>

COFRAC. LAB REF 08 — Types de portée d'accréditation. <https://tools.cofrac.fr/documentation/LAB-REF-08>

COFRAC. (2021). Politique relative à la participation aux essais d'aptitude (LAB GTA 14). Comité Français d'Accréditation. Paris.

COFRAC. (2022). Documents de référence sectoriels (LAB REF) — Exigences spécifiques pour les laboratoires d'analyses de sols, amendements et matières fertilisantes. Comité Français d'Accréditation. Paris.

COFRAC. Formulaires LAB FORM 03 et LAB FORM 05 — Formulaires de demande d'accréditation. https://tools.cofrac.fr/fr/documentation/index.php?fol_id=189

COFRAC. Outil d'autoévaluation. Se préparer à l'accréditation ISO 17025. <https://www.cofrac.fr/laccréditation/laccréditation-en-4-etapes/vous-preparer-a-laccréditation>

Commission européenne. (2023). Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil relative à la surveillance des sols et à la résilience des sols. Bruxelles : Commission européenne. Stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030.

CIRAD Réunion. (2023-2025). Historique des analyses agronomiques de sol réalisées pour la profession agricole réunionnaise [Données internes transmises dans le cadre de l'étude]. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. Saint-Denis, La Réunion

Dutsher. Catalogue en ligne de matériel et consommables de laboratoire (fournisseur livrant à La Réunion). <https://www.dutscher.com/>

Expert-Comptable TPE. Coût d'un comptable pour une TPE : base de référence pour les frais de comptabilité. Repéré à <https://www.expert-comptable-tpe.fr/articles/cout-comptable/>

Fisher Scientific / Lab Reporter. (2025, n° 1). Conseils pratiques pour la gestion du budget de laboratoire. <https://www.fishersci.fr/fr/fr/lab-reporter/2025/issue-1/tips-managing-lab-budget.html>

Grosseron. Catalogue en ligne de matériel de laboratoire (fournisseur livrant à La Réunion). <https://www.grosseron.com>

Greatwall : Combien coûte la création d'un laboratoire ? Conseils pour l'installation d'un laboratoire <https://gwsionline.com/fr/how-much-does-a-laboratory-cost/#:~:text=Il%20est%20important%20d'%C3%A9valuer,de%20la%20complexit%C3%A9%20du%20laboratoire.>

ISO 13528:2015. Méthodes statistiques utilisées dans les essais d'aptitude par comparaisons interlaboratoires. Organisation internationale de normalisation. Genève.

ISO/IEC 17025:2017. Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais. Organisation internationale de normalisation / Commission électrotechnique internationale. Genève.

Le Mag de l'Entreprise. Responsabilité civile professionnelle pour les laboratoires d'analyses, coûts d'assurance. <https://www.lemagdelentreprise.com/dossier-762-rc-pro-laboratoire-analyses-medicales.html>

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2022, consolidé). Code rural et de la pêche maritime, article R. 255-29 : Cahiers des charges approuvés par l'État pour les matières fertilisantes. Légifrance.

Ministère de l'Écologie. Arrêtés ministériels de prescriptions générales applicables aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) : Épandage de matières fertilisantes d'origine résiduaire. Légifrance.

Ministère de la Transition écologique. (2006, modifié). Code de l'environnement, articles R. 211-25 à R. 211-47 : Épandage des effluents et des boues. Légifrance.

Modèles de Business Plan. Budget pour ouvrir un laboratoire d'analyse ordres de grandeur pour les frais de structure. <https://modelesdebusinessplan.com/blogs/infos/budget-ouvrir-laboratoire-analyse-medicale>

OPCO EP. (2024). Analyse de la transition écologique et énergétique des laboratoires — charges énergétiques de référence. Repéré à <https://www.opcoep.fr/ressources/centre-ressources/branches/labo-biologie/analyse-transition-ecologique-energetique-laboratoires-2024-opcoep.pdf>

Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. (2019). Règlement (UE) 2019/1009 du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants UE. Journal officiel de l'Union européenne, L 170, 1-114.

Thuriès, L., Versini, A., & Bravin, M. (thèse en cours, soutenance 2025). Typologie et fourniture azotée des sols volcaniques pour une amélioration de la fertilisation de la canne à sucre à La Réunion. Thèse de doctorat. CIRAD – Unité Recyclage et Risque. La Réunion.
<https://agritrop.cirad.fr/609866/>

Versini, A., Bravin, M., Feder, F., Conrozier, R., et al. (2023). Améliorer la fertilisation de la canne à sucre : Le sol et la plante. Atelier SOMDIAA. CIRAD. 1 diaporama
<https://agritrop.cirad.fr/>

Annexe 1

Organisation pour la réalisation de l'étude

Présentation de l'étude :

Cette étude approfondie vise à évaluer la viabilité économique d'un laboratoire d'analyses accrédité Cofrac à La Réunion, spécifiquement pour les Matières Fertilisantes d'Origine Résiduaire (MAFOR), ainsi que les analyses de sols et d'effluents bruts. L'enquête que nous menons auprès des producteurs de MAFOR, institutions et organismes publics est cruciale. Elle permettra de quantifier les besoins actuels et futurs en analyses sur le territoire, d'identifier les freins rencontrés et de recueillir les attentes. Ces données sont essentielles pour déterminer le seuil de rentabilité d'un tel laboratoire et proposer des scénarios optimisés pour son développement, favorisant ainsi l'économie circulaire et la souveraineté alimentaire de La Réunion.

Commun à tous Section A : Informations Générales

1. Vous représentez quelle catégorie d'acteur ?

- ☐ Entreprise productrice de MAFOR
- ☐ Coopérative animale
- ☐ Coopérative végétale
- ☐ Institut de recherche ou technique
- ☐ Syndicat de traitement des déchets
- ☐ Acteur de la filière (conseil, accompagnement des agriculteurs, sans être producteur)
- ☐ Agro fournisseur
- ☐ Autre (précisez) :

2. Nom de votre structure/exploitation :

3. Localisation :

4. Personne contact :

5. Fonction :

6. Coordonnées (Téléphone / mail) : _____

2. Réalisez-vous des analyses de MAFOR ou sols ? (Plusieurs réponses possibles)

- ☐ Oui, pour mon propre compte
- ☐ Oui, mais je passe par une autre structure
- ☐ Non, mais j'ai une vision des pratiques au sein de mes adhérents ou client
- ☐ Non mais l'objectif est d'en réaliser dans un futur proche

3. Avez-vous besoin d'une norme AFNOR pour vendre ou mettre à disposition votre/vos matière(s) :

- ☐ Oui
- ☐ Non

Section B : Besoins Actuels en Analyses

Tout le monde répond à cette section B sauf les personnes ayant répondu « Non, mais j'ai une vision des pratiques [...] »

1. Faites-vous des analyses de MAFOR ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

2. Si oui, quel type de MAFOR produisez-vous/transformez-vous ? (Plusieurs réponses possibles)

- ☐ Boues d'épuration
- ☐ Effluents d'élevage (lisier, fumier)
- ☐ Déchets verts/résidus agricoles
- ☐ Sous-produits agro-industriels (ex: paille de canne, bagasse, déchet carné)
- ☐ Déchets de l'industrie alimentaire
- ☐ Autres (précisez) : _____

3. Quel volume annuel (en tonnes ou m³) de MAFOR produisez-vous/transformez-vous ? _____

4. Quel est le statut actuel de vos MAFOR ? (Plusieurs réponses possibles)

- ☐ Déchet
- ☐ Sous-produit
- ☐ Produit (normalisé NFU 44051, NFU 42001, NFU 44095)
- ☐ AMM Produit (homologué)
- ☐ Non défini

5. Faites-vous des analyses de Sol ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

6. Quel type d'analyses réalisez-vous le plus fréquemment ?

- ☐ Analyses standard NFU (N (NTK ou N uréique), P₂O₅, K₂O, SO₃, MgO, CaO, MS, MO, C/N, pH...)
- ☐ Éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, Mo...)
- ☐ Composés traces organiques (HAP...)
- ☐ Agent pathogènes (Œufs d'helminthes viables, Salmonella...)
- ☐ Indicateurs de traitement (Entérocoques, E. coli...)
- ☐ Inertes et impuretés (verres, métaux, plastiques)
- ☐ Analyses de sol standard ((N (NTK ou N uréique), P₂O₅, K₂O, MgO, CaO, MS, MO, C/N, pH, CEC, Tx saturation Cations...)
- ☐ Analyses d'effluents bruts (composition brute,)
- ☐ Autres (précisez) : _____

7. Faites-vous des analyses en plus que ce qui vous ait demandé par AFNOR ?

- ☐ Oui lesquels

8. Avez-vous à disposition facilement une analyse que vous réalisez ?

- ☐ Oui (est-il possible de la regarder ensemble) → Noter tous les éléments qui sont analysés
- ☐ Non

9. À quelle fréquence réalisez-vous ces analyses ? (Pour chaque type d'analyse pertinent pour votre activité)

- ☐ **MAFOR en fonction de chaque paramètre (si applicable) :**
 - Mensuelle : _____ échantillons
 - Annuelle : _____ échantillons
 - Ponctuelle (spécifiez la raison) :

Pour les MAFOR plusieurs analyses possibles (CTO, Analyse standard, ETM, etc.) Notifier pour chaque analyses les besoins.

- **Sols (si applicable) :**
 - Annuelle : _____ échantillons
 - Tous les 2-3 ans : _____ échantillons
 - Tous les 4-5 ans et plus : _____ échantillons
 - Ponctuelle (spécifiez la raison) _____

Pour les MAFOR si d'autres analyses réalisées pour le sol, le notifier

10. Où réalisez-vous actuellement ces analyses ?

- Laboratoire du Cirad
- Laboratoire en métropole (lequel ou lesquels ?) : _____
- Autre laboratoire local (lequel ?) : _____
- En interne (votre propre structure)
- Non applicable

11. Quels sont les principaux problèmes ou freins que vous rencontrez actuellement pour faire réaliser ces analyses ? (Plusieurs réponses possibles)

- Coût des analyses
- Délais d'obtention des résultats trop longs
- Contraintes logistiques (Transport des échantillons vers la métropole)
- Manque d'informations sur les analyses disponibles
- Problèmes de fiabilité des résultats
- Non-respect des délais pour certaines analyses (ex: Salmonella, œufs d'helminthes)
- Volumes de production trop faibles pour justifier la normalisation
- Autre (précisez) : _____

12. Quel est le délai actuel pour recevoir vos résultats d'analyses ?

- Moins de 24h
- Une semaine
- Deux semaines
- Un mois
- Entre 1 à 2 mois
- Plus de 2 mois

13. Est-ce un problème de recevoir vos résultats d'analyse avec le délai actuel ?

- Oui
- Non

14. Quels services votre laboratoire d'analyse actuel vous apporte-t-il ?

- Résultats bruts
- Interprétation des résultats (agronomique, réglementaire)
- Conseils pour l'utilisation des MAFOR/sols
- Aide pour le transport sécurisé des échantillons
- Autre (précisez) : _____

15. Quel est le coût de vos analyses actuellement (prix de l'envoi + analyse) ?

- Coût moyen par échantillon : _____ €
- Coût total annuel estimé : _____ €

16. Bénéficiez-vous d'une réduction de tarif en raison du volume d'analyses que vous réalisez chaque année ? Si oui

- Oui _____ %
- Non

17. Quels délais d'analyse seraient pour vous acceptables pour vos besoins ?

- Moins de 24h (si besoin)
- Une semaine
- Deux semaines

- Un mois
 - Entre 1 à 2 mois
 - Plus de 2 mois
18. **Quel niveau d'information et de conseil attendez-vous d'un laboratoire d'analyses ?** (Plusieurs réponses possibles)
- Résultats bruts
 - Interprétation des résultats (agronomique, réglementaire)
 - Conseils pour l'utilisation des MAFOR/sols
 - Formation/sensibilisation sur les analyses et la réglementation
 - Autre (précisez) : _____
19. **Seriez-vous prêt à vous engager sur des volumes d'analyses si cela garantissait la mise en place d'un tel service ?**
- Oui
 - Non
 - Peut-être, à discuter des conditions
19. **Envisagez-vous d'augmenter le volume de vos analyses à l'avenir ?**
- Oui, significativement
 - Oui, légèrement
 - Non
 - Je ne sais pas
20. **Si oui, pour quels types d'analyses et pour quelle(s) raison(s) et à combien d'analyse estimez-vous réalisez en plus ?**
21. **Si un laboratoire accrédité Cofrac était disponible localement à un coût raisonnable et avec des délais rapides, seriez-vous intéressé par la normalisation de MAFOR ?**
- Oui, très intéressé
 - Oui, potentiellement
 - Non
 - Je ne sais pas
22. **Seriez-vous prêt à payer plus cher vos analyses si elles sont réalisées localement avec un délai plus court ?**
- Oui
 - Non
23. **Si oui, quelle serait pour vous le cout que vous seriez prêt à accepter ?**
- Moins de 5%
 - Jusqu'à 10%
 - Jusqu'à 20%
 - Plus que 20%
24. **Quel serait la quantité estimée de vos MAFOR que vous soumettriez à la normalisation chaque année dans ces conditions ?**
- En lien avec la question 8, pas de changement
 - Autres : Quantité

Section C : Besoins estimé par la réponse Non lors de la 3 question

1. Avez-vous des adhérents qui réalisent des analyses de MAFOR ou Sol ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
2. Combien d'adhérents réalisant des analyses chaque année connaissez-vous ?
 - ☐ Chiffre _____
3. Réalisent-t-il des analyses de MAFOR ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
4. Si oui, quel type de MAFOR sont analysées ? (Plusieurs réponses possibles)
 - ☐ Boues d'épuration
 - ☐ Effluents d'élevage (lisier, fumier)
 - ☐ Déchets verts/résidus agricoles
 - ☐ Sous-produits agro-industriels (ex: paille, bagasse, déchet carné)
 - ☐ Déchets de l'industrie alimentaire
 - ☐ Autres (précisez) : _____
5. Savez-vous quel volume annuel (en tonnes ou m³) vos adhérents transforment en moyenne ? _____
6. Ceux qui transforment quel est le statut actuel de vos MAFOR ? (Plusieurs réponses possibles)
 - ☐ Déchet
 - ☐ Sous-produit
 - ☐ Produit (normalisé NFU 44051, NFU 42001, NFU 44095)
 - ☐ Produit (homologué)
 - ☐ Non défini
7. Font-ils des analyses de Sol ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
8. Quel type d'analyses réalisent-ils le plus fréquemment ?
 - ☐ Analyses standard NFU (N (NTK ou N uréique), P₂O₅, K₂O, SO₃, MgO, CaO, MS, MO, C/N, pH,...)
 - ☐ Éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, Mo...)
 - ☐ Composés traces organiques (HAP...)
 - ☐ Agent pathogènes (Œufs d'helminthes viables, Salmonella...)
 - ☐ Indicateurs de traitement (Entérocoques, E. coli...)
 - ☐ Inertes et impuretés (verres, métaux, plastiques)
 - ☐ Analyses de sol standard ((N (NTK ou N uréique), P₂O₅, K₂O, MgO, CaO, MS, MO, C/N, pH, CEC, Tx saturation Cations...)
 - ☐ Analyses d'effluents bruts (composition brute,)
 - ☐ Autres (précisez) :
9. En moyenne à quelle fréquence réalisent-t-il ces analyses ? (Pour chaque type d'analyse pertinent pour leur activité)
 - ☐ MAFOR en fonction de chaque paramètre (si applicable) :
 - Mensuelle : _____ échantillons

- Annuelle : _____ échantillons
- Ponctuelle (spécifiez la raison) : _____

Pour les MAFOR plusieurs analyses possible (CTO, Analyse standard, ETM, etc.) Notifier pour chaque analyse la fréquence du besoin.

○ **Sols (si applicable) :**

- Annuelle : _____ échantillons
- Tous les 2-3 ans : _____ échantillons
- Tous les 4-5 ans et plus : _____ échantillons
- Ponctuelle (spécifiez la raison) : _____

Pareil que pour les MAFOR si d'autres analyses sont réalisées pour le sol, le notifier

10. Où réalisent-ils généralement leur analyse ?

- Laboratoire du Cirad
- Laboratoire en métropole (lequel ou lesquels ?) : _____
- Autre laboratoire local (lequel ?) : _____
- Je ne sais pas

11. Quels sont les principaux problèmes ou freins que rencontrent actuellement vos adhérents pour faire réaliser ces analyses ? (Plusieurs réponses possibles)

- Coût global des analyses
- Délais d'obtention des résultats trop longs
- Contraintes logistiques (Transport des échantillons vers la métropole)
- Manque d'informations sur les analyses disponibles
- Problèmes de fiabilité des résultats
- Non-respect des délais pour certaines analyses (ex: Salmonella, œuf d'helminthe, tenia)
- Volumes de production trop faibles pour justifier la normalisation
- Je ne sais pas
- Autre (précisez) : _____

12. Quel est le délai moyen pris pour recevoir les résultats d'analyses de vos adhérents ?

- Moins de 24h
- Une semaine
- Deux semaines
- Un mois
- Entre 1 à 2 mois
- Plus de 2 mois
- Je ne sais pas

13. Quel type de prestation fournit le laboratoire d'analyse ?

- Résultats bruts
- Interprétation des résultats (agronomique, réglementaire)
- Conseils pour l'utilisation des MAFOR/sols
- Aide pour le transport des échantillons
- Autre (précisez) : _____

14. Avez-vous connaissance du coût des analyses actuellement par adhérents (prix de l'envoi + analyse) ?

- Coût moyen par échantillon : _____ €
- Coût total annuel estimé : _____ €

15. **Est-ce que vos adhérents bénéficient de réductions des coûts au vu du volume d'analyses qu'ils réalisent chaque année ? Si oui**
- ☐ Oui _____ %
 - ☐ Non
 - ☐
16. **Quels délais pour la réception des résultats d'analyse seraient pour vous acceptables vis-à-vis de vos adhérents ?**
- ☐ Moins de 24h (si besoin)
 - ☐ Une semaine
 - ☐ Deux semaines
 - ☐ Un mois
 - ☐ Entre 1 à 2 mois
 - ☐ Plus de 2 mois
 - ☐ Je ne sais pas
17. **Quel niveau d'information et de conseil attendent vos adhérents d'un laboratoire d'analyses ? (Plusieurs réponses possibles)**
- ☐ Résultats bruts
 - ☐ Interprétation des résultats (agronomique, réglementaire)
 - ☐ Conseils pour l'utilisation des MAFOR/sols
 - ☐ Formation/sensibilisation sur les analyses et la réglementation
 - ☐ Autre (précisez) : _____
18. **Est-ce que vous pensez que vos adhérents seraient prêt à s'engager sur des volumes d'analyses si cela garantissait la mise en place d'un tel service ?**
- ☐ Oui
 - ☐ Non
 - ☐ Peut-être, à discuter des conditions
 - ☐ Je ne sais pas
19. **Les adhérents qui réalisent des analyses, ont-ils prévu d'augmenter le volume de vos analyses à l'avenir ?**
- ☐ Oui, significativement
 - ☐ Oui, légèrement
 - ☐ Non
 - ☐ Je ne sais pas
20. **Si oui, pour quels types d'analyses et pour quelle(s) raison(s) et à combien d'analyses estimez-vous réalisez en plus ?**
21. **Avez-vous connaissance d'autres adhérents qui souhaitent à l'avenir faire des analyses ?**
- ☐ Oui _____ Nombre
 - ☐ Non
22. **Si oui, pour quels types d'analyses, pour quelle(s) raison(s) et à combien d'analyses estimez-vous le besoin ?**
22. **Vos adhérents sont-ils prêts à payer plus cher leurs analyses si elles sont réalisées localement avec un délai plus court ?**
- ☐ Oui

- Non
- Je ne sais pas

23. Si oui, quel serait pour vous la hausse de prix qu'ils seraient capable d'accepter ?

- Moins de 5%
- Jusqu'à 10%
- Jusqu'à 20%
- Plus que 20%

Section D : Attentes et Services Additionnels

Cette section commune à tous explore vos attentes générales concernant un futur laboratoire.

- 1. Outre les analyses de MAFOR, de sols, quels autres types d'analyses ou de services pourraient être utiles à votre activité si un laboratoire local les proposait ?** (Ex: analyses d'eau, de végétaux, diagnostics phytosanitaires, services de conseil agronomique...)

- 2. Avez-vous d'autres commentaires, suggestions ou besoins non abordés dans ce questionnaire ?**

Annexe 2

Paramètre	Méthode	Complément	Matériel	Coût Réunion	Lien
Préparation de l'échantillon	NF EN 13040 Préparation échantillon physique et chimique : Matière sèche, taux humidité et masse volumique	NF EN 12579 : Échantillonnage des supports de culture et amendements	Étuve de séchage ventilée - thermostatée (max 40°C)	5400	https://www.grosseron.com/Article.aspx?idArticle=9.883710
			Broyeur à billes haute vitesse	12150	https://www.grosseron.com/powteq-broyeur-a-billes-qt300_48-370-1-1849-1-19316.html
			2 Tamis de 2 mm (maillon carrées)	405	https://www.dutscher.com/article/493159
			Agitateur tamis	18900	https://www.fishersci.fr/shop/products/sieve-shaker-as-300-control/15592515#?keyword=
	NF ISO 11464 Qualité du sol Prétraitement des échantillons	NF EN 12580 Amendements organiques et supports de culture - Détermination de la quantité	Diviseur d'échantillon	18900	https://www.grosseron.com/retsch-diviseur-d-echantillon-pt200_48-1338-1-1851-1-5358.html
			Balance de précision 0,01 g	4050	https://www.grosseron.com/adventurer-precision-0-01g_48-71-1-151-1-11960.html
			Balance de précision 0,1 g	3375	https://www.grosseron.com/adventurer-precision-01-g_48-71-1-151-1-3342.html
			Étuve maintien température 103°C + ou moins 5 %	13500	https://www.grosseron.com/carbolite-etuve-universelle-haute-temperature_48-255-1-3811-1-19394.html
			Broyeur à billes haute vitesse	12150	https://www.grosseron.com/powteq-broyeur-a-billes-qt300_48-370-1-1849-1-19316.html
			Sorbonne ETRAF	8505	https://www.grosseron.com/faster-sorbonne-chemfast-top_48-383-1-847-1-22234.html
			Enregistreurs de température	405	https://www.dutscher.com/product/0D-18-45
Matière sèche	NF EN 13040		Balance de précision 1 g	337.5	https://www.dutscher.com/article/0151026
	NF EN ISO 11465 : Boues et matrices environnementales solides -	NF EN ISO 3696 Eau pour laboratoire à	Dessiccateur avec agent desséchant	4725	https://www.dutscher.com/article/490902

		usage analytique Spécification et méthodes d'essai			
Matière Organique	NF EN 13039 : Amendements du sol et supports de culture - Détermination de la matière organique et des cendres	EN 12579	Four à Moufle pour maintenir température 450°C - 550°C	4455	https://www.grosseron.com/four-nabertherm-serie-le_48-247-1-574-1-12753.html
		EN 13040			
		ISO 5725 : Exactitude (justesse et fidélité) des résultats			
Azote total (N)	NF EN 16168 : Dumas : Boues, biodéchets traités et sols -	EN 13040	Conductimètre de précision	1620	https://www.grosseron.com/mettler-toledo-conductimetre-new-fiveeasy_48-373-1-816-1-12742.html
	NF ISO 13878 : Qualité du sol - Détermination de la teneur totale en azote par combustion sèche	NF ISO 11261	Pompe péristaltique	4050	https://www.dutscher.com/article/150360
		NF EN ISO 3696	Analyseur Elementaire C/N	87750	https://www.htds.fr/sciences-analytiques/analyses-physico-chimiques/analyseurs-elementaires/
		ISO 5725	Bloc de minéralisation Chauffage des tubes à 370 ± 10 °C	9450	https://www.dutscher.com/article/944935
		NF EN ISO 11465	Unité de distillation à la vapeur (si kjeldahl)	11475	https://www.dutscher.com/article/946858
		NF ISO 11464	Titreur automatique	4995	https://www.dutscher.com/article/799372
	NF ISO 11261 : Qualité du sol - Dosage de l'azote total -	NF EN 16179 : Boues, bio-déchets traités et sols :	Système de purification d'eau (Type II ou I)	6750	https://www.dutscher.com/article/757035
pH (eau)	NF EN 13037 : Amendements du sol et supports de culture - Détermination du pH	NF EN ISO 3696	pH-mètre de précision	1890	https://www.grosseron.com/hach-sension_48-377-1-828-1-18655.html
	NF EN ISO 10390 : Sols, biodéchets traités et boues - Détermination du pH	ISO 11465	Agitateur rotatif	2160	https://www.grosseron.com/grant-agitateur-rotatif-ptr-35-60_48-81-1-608-1-9497.html
Azote organique et autres	NF EN 15476 : Engrais - Détermination de l'azote nitrique et ammoniacal selon Devarda	EN 1482-2 : Engrais, amendements minéraux basiques et inhibiteurs d'échantillonnage et	Électrode de pH combinée	405	https://www.grosseron.com/mettler-combinee_48-377-1-834-1-2107.html

		préparation de l'échantillon de l'échantillon			
	NF EN 15475 : Engrais - Détermination de l'azote ammoniacal + nitrique	EN 12944-1 : Engrais et amendements calciques et/ou magnésiens	Bain-marie thermostaté	1620	https://www.grosseron.com/bain-marie-thermo-pour-billes-thermiques_48-78-1-3278-1-14044.html
	NF U 42-191 : Engrais - Engrais azoté contenant de l'azote de synthèse organique - Détermination des formes d'azote	EN 12944-2 Engrais et amendements calciques et/ou magnésiens	Agitateur magnétique avec plaque chauffante	742.5	https://www.grosseron.com/cole-parmer-shp-200_48-81-1-599-1-3831.html
		NF EN ISO 3696			
Phosphore total (P)	NF EN ISO 54321 : Sols, biodéchets traités, boues et déchets - Digestion des éléments solubles dans l'eau régale	NF EN ISO 11885			
Potassium total (K)		ISO 3696	Spectrophotomètre UV-Visible (mes à 880 nm ou 710 nm) - Si P Olsen	9450	https://www.grosseron.com/shimadzu-spectrophotometre-uv-1280_48-365-1-2665-1-10640.html
Magnesium (MgO)	NF EN ISO 11885 : Qualité de l'eau - Dosage d'éléments choisis par spectroscopie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-OES)	NF ISO 11263 OLSEN	ICP-OES	202500	
Calcium (CaO)	NF ISO 11263 OLSEN : Qualité du sol - Dosage du phosphore - Dosage spectrométrique du phosphore soluble dans une solution d'hydrogénocarbonate de sodium.	NF ISO 11464	Centrifugeuse	18900	https://www.grosseron.com/ependorf-package-centrifugeuse-5910ri_48-359-1-4311-1-23513.html
		NF ISO 11465	Systèmes de minéralisation par micro-ondes	27000	https://www.onlinecas.com/equipements/mineralisation/micro-ondes
	NF EN ISO 23470 : Qualité du sol - Détermination de la capacité d'échange cationique effective et du taux de saturation en bases échangeables à l'aide d'une solution de trichlorure de cobaltihexammine	NF EN 45501			
		NF EN ISO 11260			

		NF EN 13038 : Amendements du sol et supports de culture			
		NF ISO 11465			
ETM (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As, Se)	NF EN ISO 54321 : Sols, biodéchets traités, boues et déchets - Digestion des éléments solubles dans l'eau régale -ICP-OES	ISO 3696			
Oligo éléments (Fe,Mn,Zn,Cu, etc)	NF EN ISO 11885 : Qualité de l'eau - Dosage d'éléments choisis par spectroscopie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-OES)	NF EN ISO 7218 : Microbiologie de la chaîne alimentaire : Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique	Hg : L'Analyseur de Mercure (DMA)	27000	https://www.symalab.fr/produit/analyseur-de-mercure-direct-sur-solides-ou-liquides-altec-ama-254/
E. coli	NF EN ISO 16649-3 : Microbiologie de la chaîne alimentaire : Méthode horizontale pour le dénombrement des Escherichia coli bêta-glucuronidase positive	NF EN ISO 6887 1 et 4: Microbiologie des aliments Exigences générales et recommandation	Malaxeur à pales (type Stomacher)	5062.5	https://www.grosseron.com/abe-broyeur-malaxeur-mixwel-up!_48-370-1-809-1-21901.html
	Partie 3: Recherche et technique du nombre le plus probable utilisant le bromo-5-chloro-4-indolyl-3 β-D-glucuronate		Autoclave vertical (50 L)	17550	https://www.grosseron.com/autoclave-vertical-hmc-serie-hv_48-254-1-1866-1-10129.html
		NF EN ISO 11133 : Microbiologie des aliments, des aliments pour animaux et de l'eau Préparation, production, stockage et essais de performance des milieux de culture	PSM poste de sécurité microbiologique	16200	https://www.grosseron.com/faster-poste-de-securite-microbiologique-safefast-elite_48-642-1-2345-1-23608.html
			2 équipement : Incubateurs : Réglés à 37°C et 44°C	29700	https://www.grosseron.com/membre-rt-etuve-refrigeree-ipp-eco_48-720-1-592-1-10166.html
			Balance 0,1 mg	4050	https://www.grosseron.com/adventurer-precision-0-01g_48-71-1-151-1-11960.html

			Congélateur	4725	https://www.grosseron.com/haier-basse-temperature-25-c-30-c-40-c-60-c_48-216-1-3100-1.html
			Réfrigérateur	4320	https://www.grosseron.com/laboratoire-atex_48-218-1-504-1-22251.html
Entérocoques	NF EN ISO 7899-2 : Qualité de l'eau : Recherche et dénombrement des entérocoques	ISO 3696	Rampe de filtration sous vide	6750	https://www.dutscher.com/article/845027
	Intestinaux Partie 2: Méthode par filtration sur membrane		Brûleur électrique	810	https://www.grosseron.com/electrique-lab2-lab3_48-93-1-187-1-331.html
			Pompe à vide	1350	https://www.grosseron.com/pompe-a-membrane-15-a-160-mbar-laboport-serie-n816-n938-knf_48-1385-1-2686-1-3182.html
Œufs d'helminthe	FD X33-040 : Caractérisation des boues : Dénombrement et viabilité des œufs d'helminthes parasites Méthodes de dénombrement	ISO 3696	Microscope optique	1890	https://www.grosseron.com/panthera-e2-easy-school_48-367-1-796-1-13699.html
		ISO 6887 1	Tamis à mailles de : 300 µm et 160 µm et 160 µm	945	https://www.dutscher.com/product/0L-04-04
			Agitateur de type Vortex	310	https://www.dutscher.com/article/399045
			Centrifugeuse à rotor oscillant	16875	https://www.grosseron.com/package-sigma-centrifugeuse-3-18ks-culture-cellulaire_48-359-1-3701-1-18795.html
Salmonella	NF EN ISO 6579-1 : Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le sérotypage des Salmonella - Partie 1 : recherche des Salmonella spp.	ISO 7218	Bain-marie de précision dédié à cette température de 41,5 °C		https://www.grosseron.com/bain-marie-memmert-wtb_48-78-1-1276-1-19749.html
		ISO 6887 – 1 et 4			
		ISO 11133		1350	
CTO : 3 HAP	NF EN 17503 : Sols, boues, biodéchets traités et déchets - Dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) par chromatographie en phase	EN 16179	L'appareil (GC-MS)	202500	
		ISO 22892 : Lignes directrices pour l'identification de composés cibles par chromatographie en	Sorbonne extractive	5400	https://www.grosseron.com/sorbonne_100-1617-1-2585-1-10367.html
			Refroidisseur	4725	https://www.grosseron.com/refroidisseur-huber-minichiller_48-646-1-1266-1-10446.html

	gazeuse et chromatographie liquide à haute performance	phase gazeuse et spectrométrie de masse	Rampe d'extraction	7425	https://www.grosseron.com/extracteur-de-matieres-grasses_48-242-1-564-1.html
		ISO 8466-1 : Qualité de l'eau : Étalonnage et évaluation des méthodes d'analyse :	Évaporateur rotatif	4050	https://www.grosseron.com/evaporateur-serie-rv-200-cole-parmer_48-233-1-8962-1-428917.html
		Partie 1: Fonction linéaire d'étalonnage	Pompe à vide	4320	https://www.grosseron.com/pompe-a-membrane-chimie-15-mbar-md-vacuubrand_48-1385-1-836-1-10804.html
Impuretés (verre, plastique)	NF U44-164 : Amendements organiques et supports de culture : Méthode d'analyse des composants inertes		Tamis spécifiques de 2 mm et 5 mm (trous ronds)	202.5	https://www.dutscher.com/article/493159
	Méthode à l'eau de Javel			236	https://www.dutscher.com/article/493170
Fraction biochimique de la MO	NF EN 16087-1 Amendements du sol et supports de culture - Détermination de l'activité biologique - Partie 1 : Taux d'absorption d'oxygène	EN 13039	Agitateur (sans chauffer)	540	https://www.grosseron.com/hanna-agitateur-magnetique-non-chauffant-hi300n-et-hi310n_48-81-1-598-1-1599.html
		EN 13040	Enceinte climatique réglé 30°C	14175	https://www.dutscher.com/article/911978
		ISO 3696	Analyseur CO2 infra Rouge	4455	https://www.grosseron.com/wtw-inolab-7310_48-376-1-824-1-9356.html
Cinétique de minéralisation C & N	FD U 44-163 : Amendements organiques et supports de culture :	NF EN 12579			
	Caractérisation de la matière organique par la minéralisation potentielle du carbone et de l'azote	NF EN 13040			
		NF ISO 10694			
Clostridium	NF EN ISO 14189 : Qualité de l'eau - Dénombrement de Clostridium perfringens - Méthode par filtration sur membrane	ISO 11133-1	2 Jarre anaérobiose	1755	https://www.dutscher.com/product/0D-02-20
Listeria monocytogene	NF EN ISO 11290-2 : Microbiologie de la chaîne alimentaire : Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement de Listeria	ISO 7218 ISO 6887 ISO 11133	Bain-marie de précision dédié à cette température de 47 °C	1350	https://www.grosseron.com/bain-marie-memmert-wtb_48-78-1-1276-1-19749.html

	monocytogenes et de Listeria spp. - Partie 2 : méthode de dénombrement				
PCB (7 indicateurs)	NF EN ISO 18475 : Matrices solides environnementales - Dosage des polychlorobiphényles (PCB) par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (CG-SM) ou capture d'électrons	ISO 22892 ISO 8466-1 :	Même chose que HAP		
Conductivité	NF EN 13038 : Amendements du sol et supports de culture - Détermination de la conductivité	NF EN 13040			
	NF ISO 11265 : Matrices solides environnementales - Détermination de la conductivité électrique	ISO 3696			
Rétention en eau	NF EN 13041 : Amendements du sol et supports de culture - Détermination des propriétés physiques - Masse volumique apparente sèche, volume d'air, volume d'eau,	EN 13039 NF EN 12579	Table de succion (Sand Box)	10125	https://fr.sdec-france.com/produit/boite-a-kaolin-sable-pour-determination-du-pf-entre-20-et-27/
	NF ISO 11274 : Qualité du sol - Détermination de la caractéristique de la rétention en eau - Méthodes de laboratoire	NF EN 13040	Pompe à vide	1350	https://www.grosseron.com/pompe-a-membrane-15-a-160-mbar-laboport-serie-n816-n938-knf_48-1385-1-2686-1-3182.html
Granulométrie	NF EN 15428 : Amendements du sol et supports de culture - Détermination de la répartition granulométrique	ISO 11265			
	NF ISO 11277 : Qualité du sol - Détermination de la répartition granulométrique de la matière minérale des sols - Méthode par tamisage et sédimentation	ISO 3696	Pipette Robinson	1687.5	
CEC	NF EN ISO 11260 : Qualité du sol - Détermination de la capacité d'échange cationique effective et du taux de saturation en bases échangeables à l'aide d'une solution de chlorure de baryum	ISO 3696 NF EN 13038			

