

# Données et indicateurs de performance environnementale – principes et innovations

---

Rapport pour



**Matthieu Dubernet**

Avril 2025

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DE L'OBLIGATION DE MOYENS, A L'OBLIGATION DE RESULTATS .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ON NE GERE BIEN QUE CE QUE L'ON MESURE .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>LE SOL, POINT D'ENTREE VERS UN DIAGNOSTIC AGROENVIRONNEMENTAL GLOBAL.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>LE CHOIX DE CRITERES SMART .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>INNOVER POUR LES METHODES DE MESURE.....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>COMMENT GARANTIR LES MESURES SANS PASSER PAR LA NORMALISATION DES METHODES ? .....</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>LE REPORTING : DE LA DONNEE AUX CRITERES, EXIGENCES METHODOLOGIQUES.....</b>	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>VERIFICATION : ASSEOIR LA CONFIANCE DANS LES RESULTATS.....</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>DONNEES ET CRITERES PROPOSES.....</b>	<b>17</b>
<b>11</b>	<b>PLAN DE CONTROLE .....</b>	<b>22</b>
<b>12</b>	<b>MUTUALISATION ET AGREGATION DES DONNEES : UN IMPERATIF POUR LA ROBUSTESSE ET LA VALORISATION FINANCIERE DES INDICATEURS AGROECOLOGIQUES.....</b>	<b>22</b>
<b>13</b>	<b>LA VALEUR POUR L'INVESTISSEUR : UNE AMELIORATION MESUREE, INTENTIONNELLE ET ADDITIONNELLE DES INDICATEURS AGROECOLOGIQUES .....</b>	<b>24</b>
<b>14</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>25</b>

## Résumé

Les critères agroécologiques visent à traduire, de façon mesurable, la performance globale d'un système agricole vis-à-vis de l'environnement. Qu'il s'agisse du carbone, de l'eau, de la biodiversité ou des pollutions, chaque dimension peut désormais être évaluée à travers des indicateurs robustes, issus de mesures réalisés sur des prélèvements de sols, et construits selon une méthode MRV (Mesure, Reporting, Vérification). Ces critères sont élaborés à partir de données directes, fiables et accréditées, intégrées dans une hiérarchie structurée. Ils permettent de démontrer des résultats réels, traçables et valorisables, et donc de rendre éligibles les efforts agroécologiques à des financements. Grâce aux innovations analytiques et à la mutualisation territoriale, ces indicateurs gagnent en pertinence, en lisibilité et en robustesse. Ce système constitue une alternative moderne et forte aux logiques traditionnelles d'obligation de moyens. Il ouvre la voie à une gouvernance environnementale agricole plus juste, plus transparente et mieux soutenue. La transition agroécologique ne sera financée que si elle est mesurée.

## **1 Introduction**

*« C'est une triste chose de songer que la Nature parle et que le genre humain n'écoute pas »*

**Victor Hugo**

Longtemps, la nature a été perçue comme un décor — un arrière-plan stable, immuable, silencieux — dans lequel l'activité humaine pouvait s'exprimer et se servir librement. Mais cette nature, qu'on croyait muette, n'a jamais cessé de parler : par ses équilibres fragiles, ses rythmes subtils, ses signes d'alerte que l'on a trop souvent ignorés. Aujourd'hui, ses messages deviennent plus pressants : réchauffement climatique, dégradation des sols, érosion de la biodiversité, rupture des cycles de l'eau... La parole de l'environnement est désormais indiscutable. La seule question qui demeure est : sommes-nous prêts à l'écouter avec la rigueur, l'intelligence et l'humilité qu'elle exige ?

Dans ce contexte, l'enjeu n'est plus seulement de protéger ou de réparer la nature : il est de la comprendre, de la mesurer, et de rendre compte de notre interaction avec elle. Car sans mesure, il n'y a pas de pilotage possible. Sans pilotage, pas de progrès. Et sans progrès démontré, pas de confiance durable entre les acteurs agricoles, les citoyens et les financeurs.

Ce défi implique un changement de perspective : abandonner une vision technocratique et descendante de l'environnement pour adopter une approche systémique, rigoureuse et ancrée dans le réel. Il ne suffit plus de prescrire des pratiques : il faut documenter leurs effets, sur des bases scientifiques solides, reproductibles, opposables.

Cela suppose de repenser en profondeur nos méthodes d'évaluation environnementale. Les outils classiques, conçus pour des logiques de conformité ou de productivité, sont insuffisants face à la complexité des écosystèmes et à la diversité des enjeux territoriaux. Une nouvelle génération d'indicateurs, construits sur des données mesurées, contextualisées, mutualisées, devient indispensable.

Le fonctionnement des sols, le stockage du carbone, la régulation de l'eau, la diversité biologique... tous ces paramètres peuvent désormais être mesurés avec des technologies innovantes, plus rapides, plus propres, et économiquement viables. Mais pour qu'ils deviennent utiles, ils doivent être intégrés dans des méthodologies cohérentes, reconnues, et porteuses de valeur partagée.

Mesurer l'environnement, ce n'est pas l'enfermer dans une logique technicienne. C'est donner à la nature une voix quantifiée, structurée et audible, qui puisse dialoguer avec les outils de

décision, les politiques publiques, les mécanismes de financement. C'est construire une confiance nouvelle, non plus fondée sur des intentions, mais sur des résultats démontrés et vérifiés.

Écouter la nature, au XXI<sup>e</sup> siècle, ce n'est pas un retour au passé. C'est au contraire l'acte le plus moderne, le plus responsable, le plus stratégique. C'est comprendre que l'environnement n'est pas un héritage à préserver, mais une infrastructure vivante à piloter, à financer, à accompagner. Et que toute transition durable devra commencer par là.

## **2 De l'obligation de moyens, à l'obligation de résultats**

« *One of the great mistakes is to judge policies and programs by their intentions rather than their results* » **Milton Friedman**

Depuis plusieurs décennies, les méthodologies de promotion environnementale fondées sur des obligations de moyens (aussi appelées *action-oriented schemes*) ont constitué le modèle dominant des politiques agroenvironnementales. Elles consistent à conditionner des aides ou des reconnaissances à la mise en œuvre de pratiques considérées comme vertueuses (couvert végétal, réduction des intrants, semis direct, retrait de la « chimie », etc.).

Mais il faut aujourd'hui reconnaître l'échec partiel, voire structurel, de ce modèle, à la lumière des résultats obtenus et des constats de terrain :

- Une absence de consistance dans le temps et l'espace : les dispositifs évoluent trop rapidement, manquent de cohérence territoriale, et peinent à s'inscrire dans la durée.
- Une efficacité difficile à démontrer : peu de dispositifs ont fait l'objet d'évaluations rigoureuses prouvant un réel impact environnemental.
- Une inflation normative, où l'empilement de contraintes vise à suggérer un progrès, sans garantir d'effet réel.
- Une approche prescriptive et descendante qui tend à limiter l'engagement des agriculteurs, perçus davantage comme des exécutants que comme des acteurs de solutions.
- Des obligations mal comprises (voire mal perçues), entraînant un manque d'adhésion, voire une défiance de la part des agriculteurs.
- Une faible lisibilité pour la société civile et les consommateurs, contribuant à une forme de rejet ou d'incompréhension de l'agriculture, malgré les efforts réels engagés sur le terrain.
- Et surtout, un constat : la transition agroécologique n'a pas eu lieu à l'échelle et à la vitesse requises.

Cette analyse invite à un changement de paradigme : passer d'une logique de moyens à une logique de résultats, dans laquelle les efforts des agriculteurs sont reconnus sur la base de preuves mesurables, traçables, et vérifiables, ancrées dans une démarche de valeur environnementale démontrée, plutôt que supposée.

Le principe d'une méthodologie basée sur l'obligation de résultat (result-oriented agrienvironmental scheme) n'est pas nouveau (R.J.F Burton, G. Schwarz / Land Use Policy 30(2013) 628-641), et semble bien plus pertinent pour nourrir la transition agroécologique, et les moyens de son financement.

Ces méthodologies sont qualifiées de « **M.R.V.** » (Monitoring - Reporting - Verification).

**1/ Mesure** Collecte des données sur les pratiques agricoles, les émissions, le carbone stocké, etc. Elle peut être :

- **Directe** (mesures en laboratoire, sondes, etc.)
- **Indirecte** (modélisation, simulation à partir de données d'activité)

**2/ Reporting** Organisation et présentation des données de manière transparente. Cela inclut :

- La documentation des méthodes utilisées
- La traçabilité des données et des résultats

**3/ Vérification** indépendante (souvent par un tiers) pour s'assurer que :

- Les données sont fiables
- La méthodologie a été correctement appliquée
- Les résultats sont crédibles

Ce basculement vers une logique d'obligation de résultats marque une évolution fondamentale dans les politiques agroenvironnementales. Il permet de redonner sens, efficacité et légitimité aux démarches agricoles engagées. À travers la méthodologie MRV, l'impact environnemental devient enfin mesurable, traçable et valorisable.

### **3 On ne gère bien que ce que l'on mesure**

« *If you can't measure it, you can't manage it* » **Lord Kelvin**

La mesure constitue le premier pilier de l'approche MRV (Mesure, Reporting, Vérification). Elle peut être mise en œuvre selon deux approches directes et indirectes.

Les approches indirectes par modélisation (ou simulation) ont été largement promues dans des cadres reconnus (Label Bas Carbone, VERRA, Gold Standard). Elles présentent, en apparence, certains avantages, notamment une réduction des coûts et des moyens mobilisés. Cependant, elles soulèvent plusieurs limites notables dans les domaines complexes de l'agronomie et de l'environnement :

- La complexité des processus biologiques, souvent non linéaires, rend les liens entre données d'entrée (souvent incomplètes) et résultats modélisés opaques ou difficilement démontrable.
- Le recours massif aux données volumineuses (big data) ne compense pas toujours l'absence de données réellement informatives. L'abondance de données ne garantit ni leur qualité, ni leur pertinence.
- Les modèles issus de la recherche ont souvent été conçus pour des usages expérimentaux, et peinent à démontrer leur robustesse sur le terrain, en conditions agricoles réelles.
- La diversité des modèles disponibles, sans convergence méthodologique claire, témoigne d'un débat scientifique encore ouvert, sans consensus sur un modèle de référence.

Dans ce contexte, il reste délicat de fonder une chaîne de confiance solide sur des résultats uniquement modélisés, notamment lorsque ceux-ci sont destinés à soutenir des dispositifs de financement. L'incertitude méthodologique, conjuguée au manque de transparence de certains modèles, compromet leur acceptabilité et leur crédibilité, tant pour les producteurs que pour les financeurs ou régulateurs.

La mesure **directe**, bien qu'elle permette de s'affranchir de nombreuses incertitudes liées à la modélisation, n'est pas exempte de limites. Son déploiement à large échelle dans une logique MRV impose de répondre à plusieurs enjeux critiques :

- Un coût potentiellement plus élevé, notamment lorsqu'il s'agit de mesures biologiques ou structurales complexes, et ce d'autant plus si les outils de mesure ne sont pas les plus innovantes.
- La pertinence des critères mesurés : tous les indicateurs environnementaux ne se prêtent pas nécessairement à une quantification directe utile. Il est donc indispensable de hiérarchiser les mesures en fonction des objectifs visés (fertilité, carbone, biodiversité, résilience...).
- L'existence de zones grises dans la quantification environnementale : certains enjeux, comme la biodiversité fonctionnelle ou les services écosystémiques, sont difficilement traduisibles en une donnée unique, fiable et représentative. La mesure directe peut alors se heurter à des limites méthodologiques ou conceptuelles.

- La tentation de la normalisation excessive : standardiser les méthodes de mesure pour des raisons de comparabilité peut paraître séduisant, mais dans le contexte d'une science encore en construction, cela peut figer des approches encore perfectibles ou mal adaptées à certaines réalités agroécologiques.
- La question centrale de la fiabilité : la reproductibilité, la traçabilité, la précision et la sensibilité des mesures sont autant de paramètres à maîtriser. La qualité de la mesure dépend non seulement de la méthode, mais aussi des compétences des opérateurs, du raccordement métrologique des instruments, et de la compétence des structures impliquées.

Face à ces défis, une stratégie fondée sur la mesure directe doit faire preuve d'une exigence méthodologique élevée. Elle doit s'appuyer sur des critères de pertinence, de faisabilité et de robustesse, afin de garantir que les données produites soient à la fois scientifiquement solides et opérationnellement utilisables.

Cette exigence implique le recours à des référentiels de qualité reconnus, au premier rang desquels figure l'accréditation ISO 17025, seule garantie institutionnelle de la compétence technique d'un laboratoire à produire des données certifiantes. Cette approche est la seule réellement structurée pour assurer la fiabilité, la traçabilité et l'opposabilité des résultats (principe du contradictoire), notamment dans des démarches certifiantes, de type MRV susceptible de nourrir des dispositifs de financement conditionnés à la performance environnementale.

Cette stratégie de mesure directe ne peut être envisagée que si elle repose sur des outils de mesure capables de fournir une information riche, précise et économiquement viable. C'est précisément à ce niveau que les méthodes d'analyse classiques, souvent les seules normalisées, montrent leurs limites : elles ne répondent plus aux exigences de précision, de rapidité ou de diversité des indicateurs requis par les enjeux agroenvironnementaux actuels.

Dans ce contexte, l'innovation devient une condition nécessaire afin de produire des méthodes nouvelles ou renouvelées, capables d'appréhender des critères jusque-là difficiles à mesurer (activité biologique, stabilité structurale, stockage du carbone, etc.), dans des conditions technico-économiques adaptées au terrain agricole.

En définitive, la mesure directe constitue la voie royale – et probablement la seule stratégie véritablement robuste sur le long terme – pour accompagner efficacement la transition agroécologique et ancrer la confiance dans les données servant de fondement aux politiques publiques et aux instruments financiers de demain. Mais elle doit être accompagnée d'une vraie rigueur méthodologique.

## **4 Le sol, point d'entrée vers un diagnostic agroenvironnemental global**

*« Et l'Éternel Dieu fit pousser du sol toute espèce d'arbres agréables à voir et bons à manger (...). L'Éternel Dieu prit l'homme et le plaça dans le jardin d'Éden pour le cultiver et le garder. »*

**Genèse 2:9, 15**

### **Le sol, capital oublié de l'agriculture, clef de la transition agroécologique**

Depuis plusieurs décennies, le sol a été perçu, tant par l'agriculture que par une grande partie du monde agronomique, comme un simple support — plus ou moins réactif — des cultures. L'essentiel de l'attention était porté aux plantes elles-mêmes : fertilisation, protection, irrigation, mécanisation. Le sol, en tant que système fragile et ressource stratégique, restait largement relégué à l'arrière-plan.

Aujourd'hui, une prise de conscience émerge brutalement et douloureusement : le sol n'est pas qu'un simple substrat, mais un capital « extrafinancier » tout à fait fondamental, sans lequel l'agriculture ne peut ni produire durablement, ni contribuer aux grands équilibres environnementaux. Ce capital est d'autant plus précieux qu'il est à l'origine de 95 % de notre alimentation terrestre, le reste provenant des milieux marins.

On pourra considérer que la bascule agroécologique sera véritablement accomplie lorsque les gestes agricoles porteront autant d'attention aux sols qu'aux cultures qu'ils portent.

De fait, les sols sont dégradés, appauvris, compactés, pollués en cours d'acidification — conséquence de plusieurs décennies d'une agriculture qui a pris trop de raccourcis et a oublié d'en prendre soin. Or, les fonctions écologiques des sols sont multiples et centrales :

#### **1. Puits de carbone : le levier climatique oublié**

Les sols représentent le principal puits de carbone terrestre, derrière les océans : ils renferment 2 à 3 fois plus de carbone que l'atmosphère. Ce carbone est stocké sous forme de matière organique, un assemblage de molécules carbonés plus ou moins stables, par ailleurs essentielles à la fertilité et à la structure des sols.

L'Initiative "4 pour 1000", lancée lors de la COP21 en 2015, rappelle inlassablement que l'agriculture peut — et doit — jouer un rôle majeur dans la séquestration du carbone. Les constats sont, eux, sans appel : la dynamique actuelle est très souvent négative : les sols libèrent du carbone, sous forme de CO<sub>2</sub>, au lieu d'en stocker, et cette tendance s'est fortement accélérée au cours des 25 dernières années. Et pourtant, les démonstrations sont faites qu'il est tout à fait possible d'inverser la tendance par l'amélioration des pratiques agricoles.

#### **2. Fonction hydrique : une éponge vivante**

Les sols agissent comme des éponges naturelles : ils retiennent l'eau en période de pluie, jouent un rôle majeur pour limiter les inondations — comme vient de nous rappeler la catastrophe survenue récemment à Valence — et assurent une réserve d'eau en période de sécheresse. Leur rôle dans l'équilibre hydrique est essentiel à la résilience agricole et territoriale face au dérèglement climatique.

### **3. Réservoir de biodiversité : un vivant invisible**

Le sol est le plus grand réservoir de biomasse vivante sur les continents, abritant 60 % de la biomasse. Près de 90 % de cette vie est microbienne : bactéries, champignons, protistes... Ce vivant, pourtant classiquement très peu mesuré, car hors des centres d'intérêts court-termistes du modèle agricole dominant, constitue le socle biologique des écosystèmes. C'est la pierre angulaire entre agriculture et environnement.

### **4. Réceptacle des pollutions : un indicateur environnemental majeur**

Enfin, le sol est aussi le réceptacle de nombreuses pollutions : métaux lourds, résidus phytosanitaires, microplastiques... Cette dimension souvent ignorée en fait pourtant un indicateur de la pression anthropique et de la durabilité des pratiques agricoles et industrielles.

Le sol se trouve ainsi au croisement des enjeux environnementaux majeurs : carbone, eau, biologie, pollution. Il constitue un révélateur des impacts, mais aussi un levier d'action puissant.

Depuis un simple échantillon de sol il est ainsi possible d'accéder à un diagnostic environnemental holistique, robuste et opérationnel, capable de guider la transition agroécologique sur des bases scientifiques solides. Par le sol, ce sont de nombreuses fonctions environnementales qui sont abordées.

## **5 Le choix de critères SMART**

*« Ce qui ne se précise pas s'égaré, ce qui ne se mesure pas s'oublie, ce qui ne se planifie pas s'épuise. Toute ambition devient réelle lorsqu'elle est spécifique, mesurable, atteignable, pertinente et inscrite dans le temps. »*

Le choix des critères a un impact direct sur le coût et la mise en œuvre du plan de mesures. Choisir un critère adapté peut se faire à l'aune du principe « SMART », qui est un acronyme des principes suivants :

- **S : Simple et Spécifique** clairement défini, sans ambiguïté.  
*Ex : « mesurer le taux de matière organique du sol » est plus spécifique que « améliorer la fertilité ».*
- **M : Mesurable** → quantifiable ou objectivement vérifiable.  
*Ex : « augmenter de 1 % de matière organique (MO) du sol » est mesurable.*
- **A : Atteignable** (ou Accepté) réaliste selon les à la fois en termes d'objectifs visés, mais aussi vis à vis de moyens à mettre en œuvre pour la mesure pour suivre ces critères.  
*Ex : « Augmenter la matière organique sur un sol dont le ratio MO/Argile est inférieure à 17% est atteignable, s'il est au-dessus ce n'est pas le cas. »*  
*« Suivre tous les 3 mois chaque hectare de sol agricole par des analyses par des analyses coûtant 1500 € chaque n'est pas atteignable. »*
- **R : Pertinent** (ou Réaliste) en lien direct avec les enjeux, utile pour la décision.  
*Ex : « suivre le microbiote du sol, socle de la biodiversité de l'écosystème agro-environnemental. »*
- **T : Temporellement défini, Temporalité utile.** Doit être entendu de deux façons. 1/ Avoir une échéance claire, et donc de créer des exigences en termes de dynamique. 2/ Choisir des critères de mesure dont l'évolution n'est ni trop rapide, ni trop lente.  
*Ex : « améliorer le taux de MO de 10 % par an en moyenne ».*  
*« Le taux d'humidité du sol qui varie quasiment d'un jour à l'autre ne constitue pas un critère pertinent »*

Le "SMART" est principe particulièrement pertinent en agroécologie :

- Il structure les objectifs d'un projet ou d'une transition.
- Il donne des repères clairs aux agriculteurs, accompagnants, financeurs.
- Il permet une mesure objective des progrès, condition souvent nécessaire à un financement (PSE, carbone...).
- Il aide à éviter les injonctions floues du type « améliorer la durabilité » sans critère concret.

## 6 Innover pour les méthodes de mesure

*"If you don't take change by the hand, it will take you by the throat."* **Winston Churchill**

Nos réflexes juristes nous poussent spontanément à nous tourner vers les méthodes de mesures normalisées pour répondre aux questions de la production de critères agroécologiques.

L'analyse de sol est historiquement centrée sur la fertilité chimique et la nutrition des cultures, de façon plus prosaïque, au service du process commercial de la vente d'engrais, avec une approche essentiellement minérale (azote, phosphore, potassium, pH). Calibrée pour ce type d'approche, l'analyse des sols montre aujourd'hui ses limites face aux enjeux plus complexes de l'agroécologie : résilience climatique, santé des sols, biodiversité, séquestration du carbone, qualité de l'eau ou encore régulation des intrants.

L'approche classique d'analyse de sol n'est ainsi pas adaptée aux enjeux agroenvironnementaux, car elle n'a pas été conçue pour y répondre et a peu évolué au fil du temps. Elle ne permet pas de produire, en quantité ni en qualité, les données nécessaires pour accompagner les démarches agroécologiques et en garantir le financement — notamment dans le cadre des projets MRV.

Il devient donc essentiel de faire évoluer les méthodes d'analyse vers des approches plus intégrées, incluant des indicateurs biologiques, structuraux et organiques du sol, en lien avec les services écosystémiques qu'il rend dans des conditions technico-économiques « atteignables ».

Les innovations en matière d'analyse des sols poursuivent plusieurs objectifs stratégiques, tant du point de vue scientifique que logistique et économique. Ces évolutions technologiques cherchent à répondre aux limites des méthodes traditionnelles en visant une optimisation globale des protocoles analytiques. Parmi les priorités identifiées :

1. **Réduction des délais d'analyse** : accélérer la disponibilité des résultats pour permettre des décisions agronomiques plus réactives, en phase avec les contraintes de saisonnalité des pratiques agricoles.
2. **Adoption de méthodes physiques, sans réactifs** : privilégier des approches non destructives, utilisant la spectroscopie (LIBS, NIRS,...), afin de limiter les consommables et supprimer les rejets chimiques, dans une logique de durabilité environnementale.
3. **Accès à des mesures multiparamétriques simultanées** : exploiter des technologies capables de fournir, à partir d'un seul échantillon, plusieurs dizaines de données (éléments nutritifs, métaux, carbone, texture...), pour gagner en efficacité et en cohérence d'interprétation.
4. **Minimisation de la préparation des échantillons** : réduire les étapes de séchage, broyage, tamisage ou digestion chimique, en développant des protocoles simplifiés, compatibles avec une logistique de terrain ou semi-automatisée.
5. **Génération de nouveaux paramètres d'intérêt** : permettre la mesure de critères auparavant difficilement accessibles, comme la matière organique liée, les biomarqueurs microbiens, ou les indices de séquestration du carbone, ouvrant la voie à de nouveaux indicateurs agroécologiques.
6. **Optimiser les méthodes pour abaisser le coût unitaire par analyse** : condition indispensable à une généralisation du suivi des sols dans les démarches MRV, les certifications environnementales et les dispositifs territoriaux.

## **7 Comment garantir les mesures sans passer par la normalisation des méthodes ?**

« Une tradition, ce n'est jamais qu'un progrès qui a réussi » **Maurice Druon**

### **L'accréditation ISO 17025 : socle de confiance pour la production de données environnementales**

Il convient de rappeler en préambule qu'une méthode normalisée ne garantit pas à elle seule la qualité des résultats analytiques produits par un laboratoire. Longtemps considérées comme des références incontournables, les méthodes normalisées voient aujourd'hui leur rôle relativisé au profit d'un principe plus moderne et rigoureux : l'accréditation des laboratoires.

Ce basculement méthodologique, fondé sur une obligation de résultat, s'oppose à l'ancienne logique d'obligation de moyens. Il est désormais intégré dans les principaux textes réglementaires. À titre d'exemple, le Règlement (UE) 2017/625 relatif aux contrôles officiels dans le domaine agricole fait explicitement référence à l'accréditation ISO 17025, sans imposer l'usage exclusif de méthodes normalisées.

### **L'accréditation ISO 17025 : une reconnaissance de compétence indépendante des méthodes**

La norme ISO 17025 constitue une méthodologie universelle et robuste de reconnaissance de compétence. Elle accrédite qu'un laboratoire est capable de produire des données fiables, traçables, opposables et techniquement certifiantes, quelle que soit la méthode utilisée, dès lors que celle-ci est validée selon les exigences de la norme.

Contrairement à une simple vérification a posteriori, cette accréditation ancre la fiabilité au cœur même du processus de production. Elle agit de façon prophylactique, en imposant une maîtrise rigoureuse de l'ensemble de la chaîne de production des données :

- Compétence du personnel technique,
- Maîtrise des procédures analytiques,
- Pilotage de la qualité,
- Raccordement métrologique des équipements.

### **Un pilier de confiance pour les démarches MRV en agroécologie**

Dans un contexte d'agriculture en transition, soumis à des exigences croissantes de traçabilité, de certification et de financement, cette accréditation constitue un pilier de confiance incontournable. Elle assure que les données mobilisées pour évaluer les impacts

environnementaux soient à la fois scientifiquement solides, juridiquement recevables et économiquement mobilisables.

## **8 Le reporting : de la donnée aux critères, exigences méthodologiques**

« *Data are not information, information is not knowledge, knowledge is not understanding, understanding is not wisdom.* » **Clifford Stoll**

Le reporting constitue le deuxième pilier de l'approche MRV, et joue un rôle fondamental dans la traçabilité, la transparence et la comparabilité des données produites. Il ne s'agit pas seulement de présenter des résultats, mais de documenter rigoureusement le contexte de la mesure, les méthodes employées, les conditions de collecte des données, ainsi que les incertitudes associées.

Un reporting de qualité doit répondre à plusieurs exigences clés :

- Structuration rigoureuse des données, avec des formats harmonisés, lisibles et exploitables à différentes échelles (opérateur, financeur, organisme certificateur, administration...).
- Documentation des méthodes et des métadonnées, permettant de vérifier la reproductibilité des résultats et de garantir leur opposabilité.
- Transparence des hypothèses utilisées dans les calculs, en particulier dans les projets mobilisant des outils numériques.
- Système de gestion des versions, pour assurer un suivi clair des évolutions méthodologiques dans le temps.

Dans le cadre des dispositifs agroenvironnementaux ou carbone, le reporting doit également permettre l'agrégation des données à l'échelle d'un projet, d'un territoire ou d'une filière, tout en conservant la traçabilité individuelle des pratiques agricoles. Il est donc essentiel que les outils de reporting soient interopérables, auditables et compatibles avec les exigences de vérification.

Dans une logique de fiabilisation des démarches agroenvironnementales et des dispositifs de MRV, il est essentiel d'opérer une distinction claire entre les **données** et les **critères**.

Les données sont des grandeurs brutes, issues directement d'une mesure (ex. : % de matière organique, pH, champignons vivants actifs par g de sol, etc...).

Les critères sont des informations interprétées, construites à partir de données, parfois enrichies par des règles de calcul ou des modèles. Ce sont les éléments mobilisables pour l'évaluation, la décision, ou la certification.

Dans les systèmes complexes que sont les agrosystèmes, les critères ne peuvent souvent pas reposer sur une seule donnée. Il est donc utile de hiérarchiser les critères selon leur niveau de construction :

Niveau	Type de critère	Exemples
Niveau 1	Critère directement issu d'une donnée	pH du sol, % MO, C/N
Niveau 2	Critère combinant plusieurs données	Critères calculés : MO/Argile, réserve utile, ...
Niveau 3	Critère des synthèse agrégé, dérivé d'autres critères (1 et 2)	Score global d'indice de performance environnementale

### Transparence et non-normalisation des critères : des principes fondamentaux

Pour que ces critères soient acceptés, compris et utilisables dans des dispositifs certifiants ou financiers, il est indispensable de garantir la transparence des modèles ou règles mathématiques utilisés pour les produire. Cela exclut, ou du moins limite fortement, le recours à des modèles de type *boîte noire* (modèles statistiques complexes, IA non explicables, algorithmes non documentés), dont la légitimité scientifique reste fragile et l'acceptabilité très faible.

Plusieurs tentatives de construction de critères automatisés via des approches opaques n'ont pas rencontré d'écho significatif à ce jour. La confiance ne peut naître que d'une science compréhensible et vérifiable.

Par ailleurs, si la tentation de normaliser ces critères est réelle, elle doit être abordée avec prudence. À l'instar des méthodes d'analyse qui doivent se nourrir d'innovations, les critères agroécologiques relèvent d'une science jeune, évolutive et encore en construction. Une normalisation prématurée pourrait figer des approches encore discutées, ou non adaptées à certains contextes pédoclimatiques ou systèmes agricoles.

### Deux piliers pour garantir la fiabilité des critères agroécologiques

Pour assurer leur crédibilité dans des démarches certifiantes, les critères agroécologiques peuvent s'appuyer sur deux fondements solides :

- L'accréditation ISO 17025 : selon ses règles, un critère peut être reconnu comme accrédité dès lors qu'il est calculé à partir de données elles-mêmes accréditées, à condition que le processus de calcul soit documenté et maîtrisé par le laboratoire.
- L'intégration transparente dans la méthodologie du label : les critères doivent être explicitement décrits et faire partie intégrante de la méthode du label ou du dispositif

certifiant, afin de garantir leur opposabilité, leur reproductibilité, et leur compréhension par l'ensemble des acteurs (agriculteurs, certificateurs, financeurs...).

## **9 Vérification : asseoir la confiance dans les résultats**

*«Доверяй, но проверяй» Vladimir Ilitch Lénine*  
(Faites confiance, mais vérifiez)

Le troisième pilier du MRV, la vérification, est le garant de la fiabilité, de l'opposabilité et de la crédibilité des données produites et reportées. Elle constitue le point de jonction entre la production de données techniques et leur reconnaissance institutionnelle, réglementaire ou financière.

La vérification repose sur plusieurs principes fondamentaux :

- Indépendance de l'organisme vérificateur, garantissant l'impartialité du jugement rendu.
- Accès aux données brutes, aux protocoles de mesure et aux documents de reporting, afin de valider la chaîne de traçabilité des critères.
- Maîtrise de la production de la donnée, notamment par des référentiels reconnus (ISO 17025 notamment).
- Analyse critique des incertitudes et des biais potentiels, qu'ils soient liés à la mesure, à la modélisation ou à l'interprétation des résultats.

Dans le cas de projets adossés à des titres financiers (crédits carbone, financements à impact, paiements pour services environnementaux), la vérification devient un acte engageant, juridiquement et économiquement. Elle doit d'autant plus s'appuyer sur des laboratoires et organismes accrédités, sur des référentiels partagés, et sur un cadre de gouvernance clair.

Les démarches certifiantes s'organisent généralement autour de trois acteurs complémentaires, chacun jouant un rôle spécifique et encadré par des normes d'accréditation internationalement reconnues :

### **1/ Le porteur de label ou de méthodologie**

Il est responsable de la conception de la méthodologie, incluant les critères de certification, le plan de contrôle, les modalités de reporting et les exigences de vérification. Il définit le cadre général de la démarche.

*Exemple* : le programme FINAGRI, qui structure des démarches agroenvironnementales avec logique MRV.

## **2/ Les laboratoires producteurs de données**

Ils sont accrédités selon la norme ISO 17025, garantissant leur impartialité, leur compétence technique et métrologique pour produire des données certifiantes. Ils réalisent les mesures (sol, eau, biomasse, etc.) sur la base des protocoles accrédités.

*Exemple* : LABORATOIRES DUBERNET, spécialisé en analyses agroenvironnementales.

## **3/ L'organisme d'inspection**

Indépendant, il est accrédité selon la norme ISO 17020. Sa mission est d'assurer le contrôle du respect des exigences de la démarche : plan d'échantillonnage, procédures de traçabilité, qualité du reporting, audits éventuels.

*Exemple* : IRQUALIM, organisme reconnu pour l'inspection des démarches de qualité en Occitanie.

Cette organisation en trois piliers assure une gouvernance claire, robuste et crédible, condition indispensable à la reconnaissance des démarches certifiantes par les acteurs publics, les financeurs ou les marchés.

## **10 Données et critères proposés**

### Données et critères 1

	Paramètre	S	M	A	R	T	ISO 17025
1	<b>Densité apparente</b> (critère 1)	Le critère cible la compaction du sol, élément limitant pour l'infiltration de l'eau.	Mesure directe de la masse volumique par cylindre.	Influencé par les pratiques culturales (non-labour, couverts).	Impact direct sur l'érosion, le ruissellement et la vie du sol.	Évolution observable sur 1 à 2 campagnes culturales.	
2	<b>pH</b> (critère 1)	Indicateur d'acidité du sol, influençant l'assimilation des nutriments.	Mesure de pH H <sub>2</sub> O ou KCl..	Correctible par amendement calcaire.	Essentiel pour la fertilité et la vie microbienne.	Évolue lentement, à évaluer tous les 2 à 5 ans.	oui
3	<b>Sodium + conductivité</b> (critère 1)	Évalue la salinisation croissante des sols (Na <sup>+</sup> ).	Analyse de Na <sup>+</sup> et conductivité électrique (CE).	Améliorable par drainage ou gestion de l'irrigation.	Signale des déséquilibres hydriques affectant les cultures.	Évolution lente, mais retour possible en 2 à 3 ans.	oui
4	<b>Métaux lourds : Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, As, Mo, Co</b> (critère 1)	Présence de métaux lourds indicatrice de pollution durable.	Dosage par ICP-MS en laboratoire.	Non réversible, mais contrôlable en prévention.	Crucial pour les sols agricoles et la santé environnementale.	Stable, à surveiller tous les 2 à 5 ans.	oui
5	<b>Résidus phytosanitaires</b> (critère 1)	Mesure la contamination résiduelle par pesticides.	Analyse multirésidus GC-MS/LC-MS.	Réduction via pratiques culturales et choix des molécules phytosanitaires.	Indicateur fort de durabilité des pratiques agricoles.	Peut évoluer rapidement en fonction des pratiques.	
6	<b>Reliquats Azotes</b> (critère 1)	Évalue le risque de lessivage azoté en automne.	Dosage de nitrates et nitrites sur horizon 0–30 cm.	Réduction via couverture végétale ou raisonnement des apports.	Impact direct sur la pollution des nappes.	Suivi annuel à l'automne.	
7	<b>Reliquats soufrés</b> (critère 1)	Indicateur complémentaire au reliquat azoté pour les sols soufrés.	Analyse du soufre minéral (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).	Maîtrisable par gestion des apports organiques.	Souvent corrélé aux cycles d'azote et de matière organique.	Suivi annuel en parallèle de l'azote.	
8	<b>Reliquats Phosphatés</b> (critère 1)	Indicateur des risques de transfert de phosphore vers l'eau.	Dosage des orthophosphates en solution.	Réduction possible via apports fractionnés.	Paramètre clé pour la protection des eaux.	Suivi annuel recommandé.	
8	<b>Microplastiques</b> (critère 1)	Présence de particules de plastique dans les sols.	Mesure directe des microplastiques dans la solution du sol	Maîtrise par la qualité des amendements.	Paramètre clé pour la protection des sols et des eaux.	Évolution lente, pollutions très stables.	
9	<b>Matière Organique totale</b> (critère 1)	Mesure du stock de carbone organique du sol.	Analyse Corg par combustion ou infrarouge.	Améliorable via pratiques agroécologiques	Essentiel pour la fertilité, le carbone et l'eau.	Suivi tous les 2 à 5 ans.	oui
10	<b>Matière organique liée</b>	Mesure la fraction stable du carbone organique.	Technologie infrarouge ou séparation granulométrique.	Évolue lentement sous pratiques régénératrices.	Indicateur fort de séquestration de long terme.	À suivre sur des pas de temps de 5 ans.	

	(critère 1)						
18	<b>Nécromasse totale</b> (critère 1)	Mesure du stock de biomasse microbienne morte.	Dosage des biomarqueurs fongiques et bactériens.	Trace les effets anciens des pratiques.	Indicateur de séquestration lente et durable.	Suivi tous les 2 à 3 ans.	
18	<b>Nécromasse bactérienne</b> (critère 1)	Mesure du stock de biomasse bactérienne morte.	Dosage des biomarqueurs bactériens.	Trace les effets anciens des pratiques.	Indicateur de séquestration lente et durable.	Suivi tous les 2 à 3 ans.	
18	<b>Nécromasse fongique</b> (critère 1)	Mesure du stock de biomasse fongique morte.	Dosage des biomarqueurs fongiques.	Trace les effets anciens des pratiques.	Indicateur de séquestration lente et durable.	Suivi tous les 2 à 3 ans.	

Critères de niveau 2

	Paramètre	S	M	A	R	T	ISO 17025
1	<b>Matière organique totale / Argiles</b>	Évalue la capacité de stockage en C par les argiles.	Ratio Corg/argile par mesure directe.	Améliorable en enrichissant le sol en MO.	Indique le potentiel de résilience des sols.	Évolution à moyen terme (2-5 ans).	
2	<b>Matière organique liée / Argiles</b>	Identifie le carbone stable fixé aux argiles.	Ratio MO liée/argile.	Reflète la durabilité des pratiques C-positives.	Pertinent pour les crédits carbone long terme.	Suivi long terme (>5 ans).	
3	<b>Quantité de C stockée sur 30 cm (C-30)</b>	Quantifie le carbone stocké jusqu'à 30 cm de profondeur.	Calcul : Corg (%) × densité × épaisseur.	Influencé par pratiques + texture.	Critère de stock de carbone, normalisé au regard de la profondeur variable des sols.	Suivi recommandé tous les 5 ans.	
4	<b>Réserve utile sur 30 cm (RU-30)</b>	Estime l'eau utile stockée dans les 30 premiers cm.	Calcul basé sur texture et MO (formule de Raws)	Modifiable par amélioration structurale et de MO.	Critère de résilience aux sécheresses.	Suivi saisonnier ou annuel.	
5	<b>Ratio Champignons / Bactéries</b>	Équilibre entre champignons et bactéries.	Ratio calculé à partir de la méthode 3-BIOM	Réactif à l'usage de fongicides, rotations, C/N.	Équilibre essentiel pour la santé du sol.	Évolution rapide selon les pratiques (1-3 mois).	oui
6	<b>Ratio nécromasse fongique / nécromasse bactérienne</b>	Rapport entre biomasses fongique et bactérienne mortes.	Ratio des nécromasses issues des biomarqueurs.	Indicateur historique et stable.	Pertinent pour juger de la trajectoire agroécologique.	Pas de temps 2à 3 ans.	

### Critères de niveau 3

1	<b>Note SBS</b>	Score global de vie microbienne du sol.	Méthode 3-BIOM, mesure directe.	Réactif aux pratiques (apports organiques, travail du sol).	Indicateur clé des sols vivants.	Évolution rapide, suivi semestriel possible.	oui
2	<b>SBS humidité</b> /	Score SBS pondéré par humidité du sol.	SBS ajusté à la teneur en eau au moment du prélèvement.	Permet d'isoler les effets du sol sec ou saturé.	Améliore l'interprétation du vivant du sol.	Suivi fréquent possible, dès 2-3 mois.	
3	<b>Indice Carbone (e)</b>	Indice composite de potentiel de séquestration du carbone.	Calcul combiné de plusieurs sous-critères MO, nécromasse...	Reflète l'effet cumulé des bonnes pratiques.	Synthèse pour les dispositifs carbone certifiants.	Évolution à moyen-long terme (2 à 5 ans).	
4	<b>Indice eau</b>	Indice composite de potentiel d'effet éponge du sol	Calcul combiné de plusieurs sous-critères MO, structure du sol, densité apparente	Reflète l'effet cumulé des bonnes pratiques.	Synthèse pour les dispositifs environnementaux	Évolution à moyen-long terme (2 à 5 ans).	
5	<b>Indice pollution</b>	Indice composite des pollutions du sol	Calcul combiné de plusieurs Critères 1 : métaux lourds, résidus phyto, microplastiques	Reflète la pression de pollution passée et son évolutoin.	Synthèse pour les dispositifs environnementaux	Évolution à moyen-long terme (2 à 5 ans).	
6	<b>Indice agro-environnemental global</b>	Indice composite des indices SBS, Carbone, eau, pollution	Combine les critères dans une note unique	Reflète l'effet cumulé de l'ensemble des critères.	Synthèse générale	Évolution annuelle	

La hiérarchisation entre données, critères de niveau 1 et de niveau 2 conduit logiquement à la production de critères de niveau 3, conçus pour illustrer les grands enjeux agroenvironnementaux : carbone, eau, biologie et pollution. Ces critères complexes résultent de l'agrégation d'indicateurs intermédiaires et permettent de fournir une vision intégrée de la performance environnementale.

La méthodologie permet également de générer un critère agroenvironnemental global, véritable score synthétique, conçu comme un indicateur final de référence, à la fois lisible, opérationnel et valorisable.

Il est important de souligner que la construction de ces critères de niveau 3 ne relève pas d'une approche normalisée. Leur robustesse repose sur la transparence des formules et des agrégations utilisées, qui doivent être explicitement détaillées dans la méthodologie du label, en l'occurrence FINAGRI.

## **11 Plan de contrôle**

### **Temporalité des critères et rythme de contrôle : vers une stratégie analytique cohérente**

L'analyse croisée des différents critères agroécologiques montre que la majorité d'entre eux évoluent sur des pas de temps allant de 1 à 5 ans. Cette temporalité relativement longue permet de construire des référentiels solides, tout en laissant le temps aux pratiques agricoles de produire des effets mesurables.

Par ailleurs, les méthodes analytiques innovantes permettent la production multiparamétrique simultanée, c'est-à-dire la mesure de plusieurs critères à partir d'un seul échantillon, sans surcoût significatif. Cela ouvre la voie à des plans de contrôle simples, efficaces et économes, basés sur une campagne de prélèvement annuelle, positionnée de manière stratégique dans le calendrier agricole (souvent à l'automne ou au printemps).

Ce rythme annuel de collecte et d'analyse des données offre un équilibre pertinent entre précision, suivi et coût, tout en permettant un pilotage régulier des trajectoires agroécologiques.

Il convient toutefois de vérifier l'adéquation de cette temporalité avec les exigences des financeurs et des dispositifs de valorisation environnementale. Certains investisseurs pourraient en effet attendre des résultats plus fréquents ou des indicateurs intermédiaires, notamment pour piloter les versements ou évaluer les performances à court terme. Certains critères permettraient de produire ce type de données

## **12 Mutualisation et agrégation des données : un impératif pour la robustesse et la valorisation financière des indicateurs agroécologiques**

*« Ce n'est pas l'individu mais le réseau qui crée la valeur. » Manuel Castells*

La mutualisation et l'agrégation de données moyennées constituent un impératif méthodologique pour produire des indicateurs agroenvironnementaux crédibles et valorisables financièrement. Deux arguments majeurs fondent cette nécessité :

### **1/ Réduction de l'incertitude individuelle**

Chaque résultat individuel d'analyse de sol est affecté d'une incertitude significative, estimée couramment entre 20 et 30 %. Cette incertitude provient :

- De l'hétérogénéité intrinsèque des sols, même à l'échelle d'une seule parcelle ;
- Des caractéristiques techniques des méthodes analytiques, même les plus avancées.

Dans ce contexte, il est illusoire d'adosser des dispositifs de financement à des résultats isolés, trop sensibles à des variations locales ou aléatoires.

En revanche, la moyenne statistique d'un ensemble de n données permet de réduire l'incertitude globale, selon une loi proportionnelle à  $1/\sqrt{n}$ . Ainsi, dès que n atteint plusieurs centaines ou milliers, l'incertitude devient négligeable au regard des exigences de robustesse attendues par les investisseurs.

## 2/ Mutualisation du risque de non-performance individuelle

Au-delà de la variabilité statistique, il existe un risque réel de contre-performance individuelle : une exploitation peut échouer, localement ou temporairement, à améliorer ses critères agroécologiques. Cela peut être lié à :

- Des aléas climatiques ou économiques,
- Des erreurs techniques,
- Des facteurs humains.

La mutualisation permet de lisser ces aléas en répartissant le risque à l'échelle d'un collectif cohérent, garantissant une stabilité et une régularité des indicateurs, essentiels pour tout engagement financier.

### Les conditions opérationnelles de la mutualisation

Pour être efficace et crédible, la mutualisation des données agroécologiques suppose une organisation structurée et territorialisée, selon les principes suivants :

- **Échelle territoriale pertinente** : l'agrégation doit se faire à l'échelle d'un territoire suffisamment vaste ( $\geq 10\ 000$  ha), mais présentant une cohérence géographique, climatique et agronomique.  
*Par exemple, agréger des données en Occitanie a du sens. Les mêler avec celles de Picardie n'en aurait pas, car les contextes agroécologiques sont fondamentalement différents.*
- **Unité thématique et d'enjeux** : le territoire doit partager des enjeux agroenvironnementaux communs (érosion, carbone, eau, fertilité...), pour que les indicateurs aient un sens commun et soient lisibles pour des tiers (financeurs, collectivités, consommateurs...).
- **Animation territoriale dédiée** : Une structure locale d'animation est indispensable pour :
  - Coordonner les prélèvements et l'application du plan de contrôle,
  - Assurer la traçabilité des données,
  - Gérer les relations entre les acteurs (agriculteurs, laboratoires, certificateurs...).

### **13 La valeur pour l'investisseur : une amélioration mesurée, intentionnelle et additionnelle des indicateurs agroécologiques**

*"Genius is one percent inspiration and ninety-nine percent perspiration."* **Thomas Edison**

La valeur environnementale créée pour les investisseurs repose sur une dynamique mesurable de progrès des indicateurs agroécologiques dans le temps. Cette amélioration n'est ni implicite ni passive : elle doit être volontaire, pilotée, démontrée et documentée.

Deux principes fondamentaux :

#### **Additionnalité**

Les indicateurs environnementaux ne doivent progresser que par la mise en œuvre d'actions supplémentaires, qui dépassent les pratiques agricoles classiques. Il s'agit de garantir que les progrès mesurés résultent directement des efforts financés et ne se seraient pas produits sans eux.

#### **Intentionnalité**

Les acteurs engagés (exploitations, structures collectives) doivent formuler un engagement clair à améliorer leurs indicateurs, dans une logique de responsabilité et de transparence. Cette intention déclarée doit être vérifiable, via un plan d'action formalisé, une gouvernance locale, et des points de contrôle et d'audits périodiques.

L'amélioration des indicateurs agroécologiques est rendue possible par des investissements ciblés, pouvant porter sur plusieurs dimensions du système de production :

- **Infrastructures et aménagements**  
*Exemples : systèmes d'irrigation, ouvrages de régulation hydrologique (digues, mares, haies), aménagements anti-érosion, hydrologie régénérative...*
- **Équipements et matériels**  
*Exemples : semoirs adaptés au semis direct, outils de désherbage mécanique, capteurs de suivi de sol ou d'humidité, stations météo connectées...*
- **Nouvelles pratiques agricoles**  
*Intégration de cultures de couverture, allongement des rotations, réduction des intrants, gestion optimisée de la fertilisation, mise en place de couverts pérennes...*
- **Compétences et accompagnement technique**  
*Formations spécifiques, recours au conseil agronomique, animation territoriale, diagnostics personnalisés, développement de la culture de la donnée chez les agriculteurs.*

Ce sont précisément ces investissements ciblés — en infrastructures, équipements, pratiques et compétences — qui fondent l'éligibilité et la justification des financements agroécologiques dans le cadre du dispositif FINAGRI.

En d'autres termes, les financements qui pourront être mobilisés via FINAGRI ne sont pas dissociés des résultats environnementaux attendus : ils reposent sur des efforts concrets, traçables, intentionnels et additionnels, portés par les acteurs agricoles d'un territoire.

Afin de dimensionner ces financements de manière juste, réaliste et proportionnée, il est nécessaire de conduire une étude méthodologique d'estimation économique, visant à :

- Identifier les types d'investissements nécessaires selon les leviers d'amélioration mobilisés ;
- Les chiffrer à l'échelle de l'exploitation et du territoire ;
- Les rapporter aux enjeux agroécologiques spécifiques (carbone, eau, biodiversité, résilience, etc.) ;
- Et définir une base de calcul transparente et équitable pour le versement des financements, en lien avec les indicateurs suivis.

Cette étude constitue un préalable essentiel à l'activation des financements FINAGRI, et permettra de construire un modèle économique territorialisé, robuste et reproductible, capable de conjuguer impact environnemental, viabilité agricole et confiance des financeurs.

## **14 Conclusion**

Le défi agroécologique impose de repenser en profondeur nos méthodes d'évaluation et notamment pour servir le financement de la performance environnementale en agriculture. Passer d'une logique d'obligation de moyens à une logique d'obligation de résultats constitue un changement de paradigme nécessaire, et désormais incontournable, pour accompagner efficacement les transitions agricoles.

Ce rapport montre que ce changement est non seulement possible, mais aussi techniquement maîtrisable, grâce à trois leviers principaux :

- La mesure directe, fiable et accréditée ISO 17025 : condition indispensable à la production de données robustes, opposables, et scientifiquement défendables.
- Des critères SMART, construits à partir de données multiparamétriques et structurés selon des niveaux de complexité croissante, permettant une lecture à la fois fine et synthétique des performances environnementales.

- Une architecture méthodologique rigoureuse, fondée sur les standards internationaux, articulant mesure, reporting et vérification (MRV) pour garantir la transparence, la crédibilité et la confiance.

Dans ce contexte, les innovations analytiques – vont jouer un rôle central. Elles permettent d’accéder à des mesures multiparamétriques, rapides, économes, écologiques et désormais accréditées, capables de traduire la complexité biologique, chimique et physique des sols en indicateurs opérationnels et actionnables.

Le sol constitue **LE** point d’entrée stratégique où aller chercher les informations pour un diagnostic environnemental global, à la croisée des enjeux du carbone, de l’eau, de la biodiversité et de la pollution. Il devient un vecteur d’intégration, de traçabilité et de valorisation.

Une stratégie de mesure environnementale n’a de sens que si elle est adossée à une capacité de structuration territoriale, de mutualisation des données, et d’accompagnement des acteurs agricoles, dans une logique d’engagement et de résultats. Le dispositif FINAGRI, à ce titre, doit proposer un cadre cohérent pour coupler données, dynamiques d’amélioration et financements.

L’avenir de l’agriculture durable se joue désormais sur notre capacité à mesurer ce que nous voulons préserver, à valoriser ce que nous savons prouver, et à financer ce qui produit des effets réels.