



LIGNES DIRECTRICES

ESCA

V7 - 06/2026

Merci de télécharger la [dernière version présente sur notre site internet 2bsvs.org](https://2bsvs.org)

SOMMAIRE

6

Introduction

8

Qui peut revendiquer l'ESCA ?

10

Cas n°1 : Agriculteurs ayant fait une ou plusieurs revendications ESCA avant le 30/06/2022

18

Cas n°3 : Agriculteurs entrant dans la démarche

20

Pratiques agricoles

27

Analyse de sol

34

Audit de groupe

36

Agriculteurs locataires
Facteur « ef »

37

Cas particuliers

39

Définitions

7

Qu'est ce que l'ESCA ?

8

Principe de mise en oeuvre d'une revendication ESCA

13

Cas n°2 : Agriculteurs ayant déjà mis en place des bonnes pratiques agricoles mais sans avoir revendiqué un bonus ESCA

20

Spécificités concernant la production de biogaz et biométhane

23

Catégories IPCC et règles de décision

32

Calculateur 2BS

35

Pénalités

37

Rapport 2BS

38

Période de transition

40

Annexes

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

DATE	PAGE	CHAPITRE	CHANGEMENTS EFFECTUES	VERSION
06/05/2024	6	Principe de mise en oeuvre d'une revendication Esca	Ajout d'une phrase sur l'affectation de l'ESCA	2
06/05/2024	7	Principe de mise en oeuvre d'une revendication Esca	Ajout d'un paragraphe sur le transfert de document	2
06/05/2024	8,10,12	a. Engagement	Modification d'un paragraphe concernant le périmètre de l'engagement	2
06/05/2024	8,10	b. Détermination du CSR	Ajout d'une note de bas de page concernant les analyses effectuées dans le passé	2
06/05/2024	15	Pratiques agricoles	Ajout d'une note de bas de page concernant le labour exceptionnel	2
06/05/2024	21	Analyse de sol	Précisions concernant les analyses de sol et l'échantillonnage permettant de mesurer la densité apparente.	2
06/05/2024	23	Calculateur GES	Mise à jour du calculateur GES	2
06/05/2024	26	2. Si CSA réel < CSA modélisé	Indication concernant l'année de déduction de la pénalité	2
06/05/2024	31,32	Annexe 1	Précision concernant la date de début des bonnes pratiques	2
06/05/2024	35	Annexe 3	Ajout d'une table de référence pour déterminer le CSR	2
06/05/2024	36	Annexe 4	Modèle de formulaire d'engagement	2
06/05/2024	37	Annexe 5	Corpus de documents d'amendements organiques	2

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

DATE	PAGE	CHAPITRE	CHANGEMENTS EFFECTUES	VERSION
23/07/2024	15	Spécificités concernant la production de biogaz et biométhane	Clarification concernant l'utilisation du bonus "fumier"	3
23/07/2024	16,17	Pratiques agricoles	Ajout des preuves d'audit pour chaque pratique Ajout d'une précision dans la définition "couverts intermédiaires"	3
23/07/2024	18	Catégories IPCC et règles de décision	Mise à jour de l'arbre de décision	3
23/07/2024	20	Analyses de sol	Ajout de la définition de "champs"	3
23/07/2024	24	Analyses de sol	Ajout d'explications sur le calcul des analyses de sol	3
23/07/2024	25	Calculateur GES	Clarification sur la méthode de référence à indiquer dans le calculateur	3
23/07/2024	28	Agriculteurs locataires	Ajout d'un chapitre concernant les agriculteurs locataires	3
23/07/2024	28	Facteur "ef"	Clarification du champs d'application du facteur "ef"	3
23/07/2024	29	Cas particuliers	Ajout d'un paragraphe concernant l'extension d'une surface	3
23/07/2024	36	Annexe 3 : Tables de référence pour établir le CSR	Corrections de données erronées	3
23/07/2024	37	Annexe 4 : Modèle de formulaire d'engagement	Mise à jour du formulaire	3
10/10/2024	28	Agriculteurs locataires	Ajout d'une phrase concernant le refus de renouvellement de bail	4
10/10/2024	28	Facteur "Ef"	Ajout d'information supplémentaires sur le calcul du "Ef" et la notion de double comptage	4
10/10/2024	29	Cas particuliers	Ajout d'un paragraphe "cessation d'activités"	4
19/08/2025	30	Spécificités concernant la production de biogaz et biométhane	Clarification sur la possibilité du cumul ESCA fumier et ESCA pratiques agricoles	5

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

DATE	PAGE	CHAPITRE	CHANGEMENTS EFFECTUES	VERSION
26/02/2026	20	Pratiques agricoles	Correction du tableau (remplacement de 6/6 par 7/7, car il y a en effet 7 pratiques)	6
26/02/2026	22-25	Analyses de sol	Ajout d'informations complémentaires sur la méthodologie d'application des analyses de sol	6
26/02/2026	44-50	Annexe 6 Rapport	ajout du rapport "mesure de la densité apparente des sols dans le contexte red III en France"	6
26/02/2026	51	Annexe 7 Abaque	Abaque "Pierrosité"	6
22/06/2026	11	Cas n°1 : Agriculteurs ayant fait une ou plusieurs revendications esca avant le 30/06/2022	Clarification sur les dates précises d'analyses de sol CSA et ajout d'un exemple explicatif. Ajout d'une note de bas de page pour la méthodologie des analyses de sol. Clarification sur l'utilisation des valeurs modélisées et ajustées. Modification du calendrier (schéma explicatif).	7
22/06/2026	13	Cas n°2 : Agriculteurs ayant déjà mis en place des bonnes pratiques agricoles mais sans avoir revendiqué un bonus esca	Clarification sur les analyses de sol historique CSR, avec des précisions des dates clés. Clarification sur les périodes d'analyses de sol CSA. Clarification sur les analyses de sol : résultat de la teneur en carbone et option alternative de la densité du sol. Ajout d'une note de bas de page pour la densité apparente. Clarification sur l'utilisation des valeurs modélisées et ajustées. Modification et ajout des calendriers (schémas explicatifs).	7
22/06/2026	19	Cas n°3 : Agriculteurs entrant dans la démarche	Clarification sur l'utilisation des valeurs modélisées et ajustées. Clarification sur les périodes d'analyses de sol CSA. Ajout d'une note de bas de page pour la méthodologie des analyses de sol. Modification du calendrier (schéma explicatif).	7

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

DATE	PAGE	CHAPITRE	CHANGEMENTS EFFECTUES	VERSION
22/06/2026	20	Spécificités concernant la production de biogaz et biométhane	Modification du terme « fumier », correction : « effluents d'élevage »	7
22/06/2026	27	Analyse de sol	Ajout d'informations supplémentaires sur les surfaces à prendre en compte pour les analyses de sols CSR et CSA (cas n°1, 2 et 3).	7
22/06/2026	28	Méthode du prélèvement d'échantillons représentatifs	Clarification sur les données de densité apparente.	7
22/06/2026	30	Détermination de la densité apparente sèche	Ajout d'une phrase explicative sur les fonctions de pédotransfert. Ajout d'un paragraphe sur la faisabilité et limites de la méthode du cylindre en France et recours aux 3 méthodes.	7
22/06/2026	41	Annexe 1	Modification en ligne avec les éléments précédents relatifs aux chapitres sur les cas n°1, 2 et 3.	7

INTRODUCTION

La Directive sur les énergies renouvelables révisée (EU) 2018/2001 (RED III) vise à promouvoir l'utilisation durable et croissante des sources d'énergie renouvelables. Elle établit un cadre réglementaire ambitieux pour la transition vers une économie à faible intensité de carbone.

La mise en œuvre de cette directive se fait par le biais de schémas nationaux ou schémas volontaires, comme 2BS. Ces schémas visent à faciliter la mise en œuvre des objectifs de la directive en fournissant un cadre supplémentaire pour la certification des énergies renouvelables et pour garantir leur durabilité environnementale.

La certification RED III des carburants[1] repose sur deux piliers essentiels : les critères de durabilité de la matière première et les critères d'économies d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Ces critères garantissent la durabilité environnementale et la réduction des émissions de GES associées à la production et à l'utilisation des carburants.

En ce qui concerne les émissions de GES, la RED III propose une formule de calcul standardisée pour évaluer les économies d'émissions de GES résultant de l'utilisation de sources d'énergie renouvelables par rapport aux émissions générées par les combustibles fossiles. Cette formule intègre un facteur crucial appelé "ESCA" (*Emission Saving from Soil Carbon Accumulation*). Ce facteur est utilisé pour quantifier les économies d'émissions de gaz à effet de serre (GES) résultant de l'accumulation de carbone dans le sol, principalement dans le cadre de la production de carburants à partir de matières premières agricoles.

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr}$$

Où :

- E = total des émissions résultant de l'utilisation du carburant, (gCO₂ eq /MJ)
- e_{ec} = émissions résultant de l'extraction ou de la culture des matières premières, (gCO₂ eq /MJ)
- e_l = émissions annualisées résultant de modifications des stocks de carbone dues à des changements dans l'affectation des sols, (gCO₂ eq /MJ)
- e_p = émissions résultant de la transformation, (gCO₂ eq /MJ)
- e_{td} = émissions résultant du transport et de la distribution, (gCO₂ eq /MJ)
- e_u = émissions résultant du carburant à l'usage, (gCO₂ eq /MJ)
- e_{sca} = réductions d'émissions dues à l'accumulation du carbone dans les sols grâce à une meilleure gestion agricole, (gCO₂ eq /MJ)
- e_{ccs} = réductions d'émissions dues au piégeage et au stockage géologique du CO₂, (gCO₂eq/MJ)
- e_{ccr} = réductions d'émissions dues au piégeage et à la substitution du CO₂, (gCO₂ eq /MJ)

Le présent document se concentre sur l'explication de la nouvelle méthodologie de calcul du facteur "ESCA", introduite dans le Règlement d'Exécution (UE) 2022/996, publié le 27 juin 2022.

[1] Comprend les biocarburants, les bioliquides, les combustibles issus de la biomasse, les carburants liquides et gazeux renouvelables destinés au secteur des transports, d'origine non biologique, et les carburants à base de carbone recyclé.

QU'EST-CE QUE L'ESCA ?

L'ESCA, ou "Emission Saving from Soil Carbon Accumulation", est l'un des facteurs utilisés dans la formule de calcul des émissions GES.

C'est un terme utilisé pour désigner les économies d'émissions de gaz à effet de serre (GES) réalisées grâce à l'accumulation de carbone dans le sol par le biais de meilleures pratiques de gestion agricole.

La séquestration du carbone dans le sol est l'une des principales approches de la réduction du CO₂ atmosphérique afin d'atténuer le réchauffement climatique. Elle repose sur l'adoption de meilleures pratiques de gestion qui augmentent la quantité de carbone stockée sous forme de matière organique du sol.[2]

Le règlement d'exécution (UE) 2022/996 fournit une méthodologie détaillée sur la manière de calculer et de rapporter l'ESCA afin de soutenir les objectifs de réduction des émissions de l'Union européenne.

[2] Rapport sur la séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres – FAO : <https://www.fao.org/3/bl001f/bl001f.pdf>

$$e_{sca} = (CS_A - CS_R) \times 3,664 \times 10^6 \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{P} - e_f$$

Où:

- CSR = Le stock de carbone du sol associé à la gestion des cultures de référence par unité de surface (en Mg* de C par ha)
- CSA = La masse du stock de carbone du sol estimé par unité de surface associée aux pratiques actuelles de gestion des cultures après au moins dix ans d'application (en Mg* de C par ha)
- n = la durée de la culture concernée (en années)
- P = la productivité de la culture (en MJ/ha/an)
- ef = émissions dues à l'utilisation accrue d'engrais ou d'herbicides

* 1 Mg = 1 t

QUI PEUT REVENDIQUER L'ESCA ?

Les opérateurs économiques éligibles au bonus ESCA doivent satisfaire aux conditions suivantes :



- Être certifiés conformément au cahier des charges 2BS.
- Avoir leurs fournisseurs de biomasse agricole qui mettent en œuvre des pratiques agricoles durables.
- Utiliser une méthodologie de calcul des émissions de gaz à effet de serre en valeurs réelles.
- Respecter l'intégralité des critères de durabilité établis par les standards 2BS.

Les opérateurs économiques ne peuvent pas revendiquer un bonus ESCA sur leurs matières premières, si la méthodologie GES utilisée pour les qualifier est en valeur par défaut ou en valeur NUTS2.

La valeur ESCA calculée par le premier point de collecte en « kgCO₂eq/tonne matière sèche » est ensuite communiquée tout au long de la chaîne (Voir Annexe 2). Les unités de première et dernière transformations en aval du point de collecte doivent corriger l'ESCA, affectant les facteurs d'allocation et de conversion (*feedstock factor*) de leurs processus respectifs. Le producteur de biocarburant pourra ainsi convertir l'ESCA corrigé en « gCO₂eq/MJ » de biocarburant et l'ajouter aux émissions totales de GES calculées.

PRINCIPE DE MISE EN OEUVRE D'UNE REVENDEICATION ESCA

Alors que la revendication de l'ESCA incombe à l'opérateur économique certifié, c'est à l'agriculteur que revient la responsabilité de mettre en œuvre des pratiques améliorées pour favoriser l'accumulation de carbone dans son sol.

La surface prise en compte est celle de l'exploitation. L'agriculteur devra ainsi fournir une compilation de preuves de mise en œuvre des bonnes pratiques agricoles couvrant toutes les parcelles durables (selon RED III) de son exploitation. Il est recommandé d'avoir le même nombre de bonnes pratiques agricoles chaque année sur l'ensemble de l'exploitation. Si nécessaire, il peut subdiviser son exploitation pour former des groupes homogènes (sol-climat, travail du sol et intrants). Si différentes pratiques de gestion agricole sont appliquées, des revendications d'économies d'émissions de GES doivent être calculées et faire l'objet d'une demande individuelle pour chaque méthode.

Dans le cas de deux cultures énergétiques sur la même parcelle et la même année, la valeur ESCA est répartie proportionnellement au PCI (MJ/kg) de la matière première. Le bonus ESCA ne peut être attribué qu'à la superficie (en hectares) où une culture énergétique est cultivée durant l'année en cours.



STD-01 Indicateur 2.4.3 (Indicateur majeur) : Dans le cas de deux cultures énergétiques séquentielles sur la même parcelle et au cours de la même année, la valeur de l'ESCA est attribuée proportionnellement à la valeur ajoutée (MJ/kg sur une base sèche) de la matière première.

Vérificateur : Système de gestion de l'exploitation (système de traçage, cahier d'épandage, répartition de la valeur ESCA)

Vérificateur : PCI de chaque matière première

Dans le cas où il y a un changement de premier point de collecte, le premier point de collecte initial est chargé de transférer l'historique des documents relatifs à l'ESCA de l'agriculteur vers le prochain ou directement vers l'agriculteur. Le nouveau premier point de collecte est alors responsable de collecter l'historique des documents liés à l'ESCA de l'agriculteur.

La gestion du système ESCA est basée sur trois scénarios différents. Ces scénarios diffèrent selon :

- la date de début des pratiques de gestion agricole améliorées
- la soumission d'une revendication ESCA avant la date d'entrée en vigueur du règlement d'exécution (UE) 2022/996, c'est-à-dire le 30.06.2022.

L'arbre de décision présenté ci-dessous ainsi que les tableaux détaillés des différents scénarios présentés en [annexe 1](#) donnent une vue d'ensemble de la méthodologie à suivre.



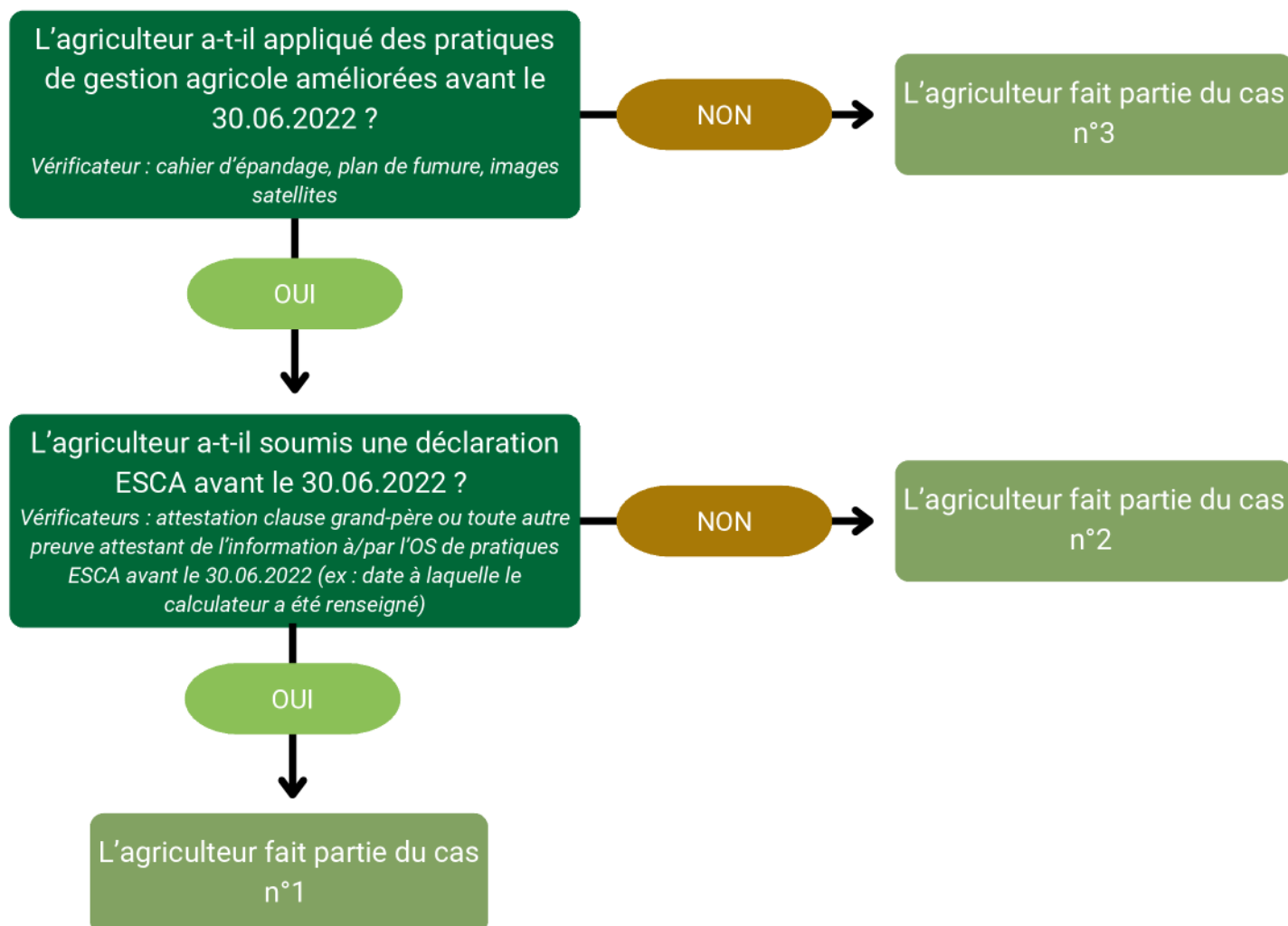
STD-01 Indicateur 2.4.1 (Indicateur majeur) : Pour établir à quel cas appartient l'agriculteur, la première entité de collecte doit disposer d'éléments de preuve suffisants.

Vérificateur : Vérification croisée avec la section 2.7.7.3 du document 2BS-PRO-03.

Vérificateur : Attribution d'une catégorie

Vérificateur : Autodéclaration ESCA pour chaque agriculteur

Arbre de décision pour l'opérateur économique permettant de déterminer dans quel cas se situe l'agriculteur par rapport aux revendications ESCA



CAS N°1 : AGRICULTEURS AYANT FAIT UNE OU PLUSIEURS REVENDICATIONS ESCA AVANT LE 30/06/2022

Le premier cas concerne les agriculteurs ayant amélioré leurs pratiques agricoles et revendiqué un bonus ESCA avant l'entrée en vigueur du règlement d'exécution 2022/996, soit avant le 30/06/2022.

a. Engagement

Les pratiques de gestion agricole améliorées doivent être appliquées de manière continue pour avoir un impact sur le stockage de carbone dans le sol. C'est pourquoi un engagement à la démarche est obligatoire. L'agriculteur s'engage sur une période de 5 ans renouvelable obligatoirement une fois au minimum, soit pour une période de 10 ans.

L'agriculteur doit s'engager à appliquer annuellement au minimum une des pratiques de meilleure gestion agricole, sur les parcelles engagées dans la démarche décennale ESCA (Voir Annexe 4).

L'opérateur économique doit fournir chaque année à l'auditeur la preuve que ses apporteurs de biomasse agricole ont mis en œuvre des pratiques de gestion améliorées au cours de l'année précédente et qu'ils respectent donc leur engagement. En cas de non-respect de ce critère, des pénalités seront appliquées.

L'engagement décennal dans la démarche ESCA doit être signé avant la 1ère revendication dans la nouvelle démarche. Celui-ci concerne la continuité d'application de bonnes pratiques et non la livraison de matières.

**Les analyses effectuées dans le passé doivent permettre de déterminer le stock de carbone par hectare. Ce stock de carbone dans le sol se calcule en multipliant la densité apparente du sol (g/cm^3 ou kg/m^3) par le taux de carbone dans le sol (pourcentage). Si la densité apparente du sol est inconnue, il est possible de réaliser cette mesure au moment de l'engagement.*

Pour la méthodologie des analyses de sol à appliquer, se référer au chapitre "Analyses de sol" des lignes directrices à la [page 27](#).

b. Détermination du CSR

Le CSR, élément de la formule de calcul du facteur ESCA, correspond au stock de référence (initial) de carbone dans le sol. Il est mesuré par unité de surface en Mg (tonne métrique) de carbone par hectare. La valeur du CSR doit être antérieure à la modification des pratiques de gestion agricole afin d'établir un point de référence qui sera comparé avec la valeur mesurée au cours du premier cycle d'engagement. Une fois définie dans le temps, cette valeur reste inchangée pour une exploitation donnée.

Le CSR peut être déterminé selon plusieurs façons :

Option 1 : Analyse individuelle de sol réalisée avant le début des bonnes pratiques agricoles*.

Option 2 : Mesure à partir d'un champ voisin ou d'autres champs présentant des conditions climatiques et pédologiques similaires ainsi qu'un historique de gestion du champ similaire, si des analyses existent pour l'année de mise en place des bonnes pratiques agricoles*.

Option 3 : Utilisation d'une référence choisie dans un intervalle indiqué dans la base de données proposée par 2BS (voir Annexe 3).

La première option est prioritaire, si la mesure n'existe pas, la deuxième ou la troisième option doivent être utilisées. Si la troisième option est utilisée, le résultat de la première analyse de sol deviendra le nouveau CSR.



c. Soumission de la revendication ESCA

Dans ce premier cas, la demande de bonus ESCA peut être soumise sans période de transition car l'agriculteur était déjà inscrit dans la démarche avant l'entrée en vigueur du règlement d'exécution 2022/996.

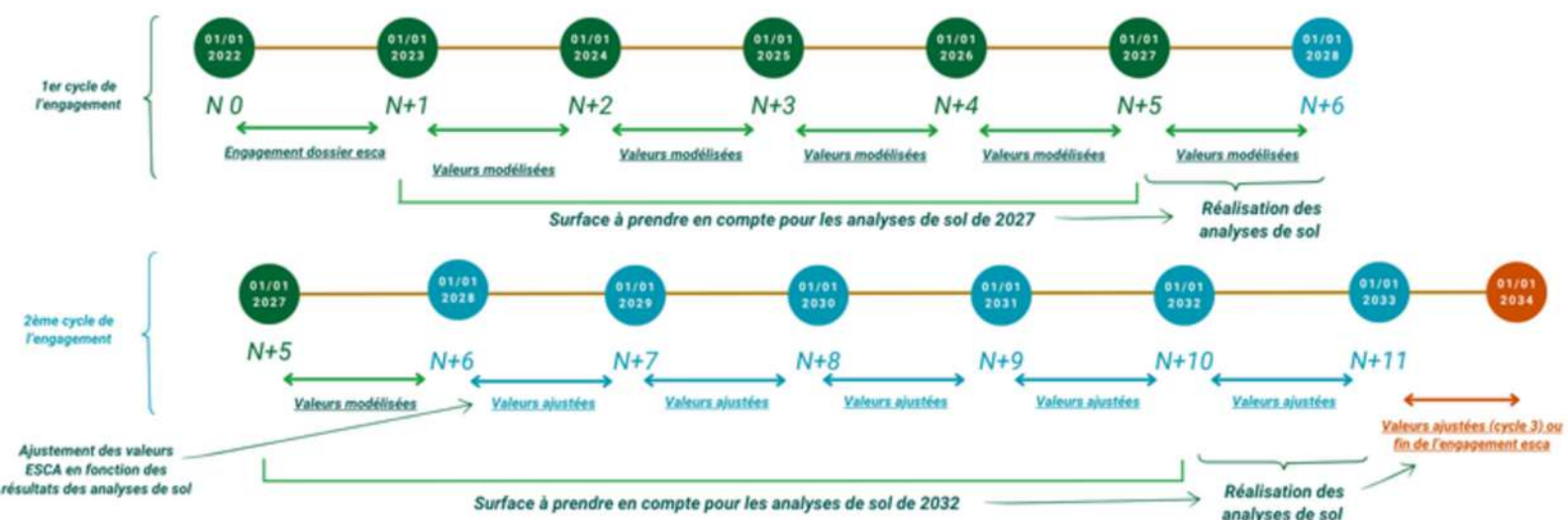
d. Détermination du CSA

Le CSA, élément de la formule de calcul du facteur ESCA, correspond au stock de carbone associé aux pratiques de gestion des cultures. Il est mesuré par unité de surface en Mg de carbone par hectare.

A partir de la date du CSR, l'opérateur calcule un CSA basé sur un modèle de prédiction (CSA modélisé) pendant 5 ans. La valeur de CSA modélisé sera utilisée dans l'attente de l'analyse du CSA réel, y compris durant l'année de réalisation de cette analyse (matières agricoles récoltées jusqu'au 31 décembre de la cinquième année suivant la date du CSR). Par exemple, si un agriculteur effectue des analyses de sol en octobre 2026, celui-ci utilisera la valeur de CSA modélisé pour les graines récoltées durant l'année 2026 et devra appliquer la valeur du CSA réel pour les graines récoltées à partir du 1^{er} janvier 2027.

Au plus tard le 31 décembre de la 5^{ème} année après la date du CSR, l'opérateur doit réaliser une première analyse de sol (CSA réel) selon les standards 2BS en accord avec les exigences réglementaires européennes.

Le modèle de prédiction recommandé par 2BS est le modèle IPCC Tier 2. 2BS a développé un calculateur sur la base de ce modèle, qui peut être utilisé pour calculer le CSA modélisé.



e. Plafond applicable

Dans cette nouvelle approche, un plafond a été établi pour le facteur ESCA dans le but de limiter les revendications excessives.

Ce plafond est exprimé en grammes d'équivalent CO₂ par mégajoule (gCO₂eq/MJ) de biocarburant et s'applique à la dernière interface produisant le biocarburant. Cependant, le plafond applicable à cette dernière interface dépend du scénario dans lequel se trouve l'agriculteur en amont, qui a fourni la matière première à l'origine de ce biocarburant. Il est donc essentiel que la donnée du plafond soit transmise tout au long de la chaîne de production.

Dans ce premier scénario, les opérateurs économiques peuvent appliquer un plafond de 45 g CO₂eq/MJ de biocarburant ou de bioliquide au cours d'une période de transition jusqu'à ce que la première mesure de l'augmentation du stock de carbone soit effectuée au cours de la cinquième année. Par la suite, l'augmentation du stock de carbone mesurée la cinquième année (CSA réel) deviendra un plafond pour les déclarations annuelles à soumettre au cours des cinq années suivantes, même si celui-ci est plus bas.



STD-02 Indicateur 2.2.4 (Indicateur majeur) : Lorsque des valeurs réelles sont utilisées, les opérateurs économiques décrivent en détail et par écrit toutes les informations pertinentes afin de justifier tous les choix. Il est nécessaire de diviser la quantité totale d'émissions en tous les éléments pertinents de la formule de calcul des émissions de GES. Cela s'applique également aux éléments de la formule qui ne sont pas inclus dans les valeurs par défaut, tels que el, ESCA, eccr et eccs. Les informations pertinentes comprennent une description détaillée du processus industriel, des données collectées sur site ou dans la littérature, et la description de l'outil de calcul utilisé s'il s'agit d'un outil "spécifique". En cas de données inhabituelles, une explication doit être fournie. Cette documentation doit être disponible avant l'audit.

Vérificateur : Document complété par le fournisseur incluant le plafond d'ESCA à appliquer.

CAS N°2 : AGRICULTEURS AYANT DÉJÀ MIS EN PLACE DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES MAIS SANS AVOIR REVENDIQUÉ UN BONUS ESCA

Ce deuxième cas concerne les agriculteurs ayant commencé à améliorer leurs pratiques agricoles mais n'ayant pas revendiqué de bonus ESCA avant l'entrée en vigueur du règlement d'exécution 2022/996, soit avant le 30/06/2022.

a. Engagement

Les pratiques de gestion agricole améliorées doivent être appliquées de manière continue pour avoir un impact sur le stockage de carbone dans le sol. C'est pourquoi un engagement à la démarche est obligatoire. L'agriculteur s'engage sur une période de 5 ans renouvelable obligatoirement une fois au minimum, soit pour une période de 10 ans minimum.

L'agriculteur doit s'engager à appliquer annuellement au minimum une des pratiques de meilleure gestion agricole, sur les parcelles engagées dans la démarche décennale ESCA. (Voir Annexe 4).

L'opérateur économique doit fournir chaque année à l'auditeur la preuve que ses apporteurs de biomasse agricole ont mis en œuvre des pratiques de gestion améliorées au cours de l'année précédente et qu'ils respectent donc leur engagement. En cas de non-respect de ce critère, des pénalités seront appliquées.

L'engagement décennal dans la démarche ESCA doit être signé avant la 1ère revendication dans la nouvelle démarche. Celui-ci concerne la continuité d'application de bonnes pratiques et non la livraison de matières.

b. Détermination du CSR

Le CSR, élément de la formule de calcul du facteur ESCA, correspond au stock de référence du carbone dans le sol. Il est mesuré par unité de surface en Mg (tonne métrique) de carbone par hectare. La valeur du CSR doit être déterminée à partir d'analyses de sol réalisées entre trois et un an avant l'année d'engagement, afin d'établir une référence. Une fois définie dans le temps, cette valeur reste inchangée pour une exploitation donnée.

Option 1 : Analyse individuelle de sol réalisée entre trois et un an avant l'année d'engagement selon le protocole d'échantillonnage conforme au règlement d'exécution 2022/996, si l'analyse a été réalisée après le 01/01/2024*.

Option 2 : Mesure à partir d'un champ voisin ou d'autres champs présentant des conditions climatiques et pédologiques similaires ainsi qu'un historique de gestion du champ similaire, si des analyses sont disponibles pour la période entre trois et un an avant l'année d'engagement*. Si l'analyse de sol a été réalisée après le 01/01/2024, le protocole d'échantillonnage doit être conforme au règlement d'exécution de 2022/996. S'il n'y a pas de données disponibles pour un champ voisin, une première mesure doit être effectuée immédiatement, au moment de l'engagement (année calendaire de la signature). La mesure suivante (CSA réel) attestant de l'augmentation du stock de carbone devra être effectuée au plus tard cinq ans après la première mesure (CSR) comme le prévoit la réglementation.

*Les analyses effectuées dans le passé doivent permettre de déterminer le stock de carbone par hectare. Ce stock de carbone dans le sol se calcule en multipliant la densité apparente du sol (g/cm³ ou kg/m³) par le taux de carbone dans le sol (pourcentage). Si la densité apparente du sol est inconnue, il est possible de réaliser cette mesure au moment de l'engagement.

Il n'y a pas de critères concernant le niveau de maillage de l'échantillonnage dans le cas d'analyses effectuées dans le passé avant 2024 pour les options 1 et 2.

La première option doit être privilégiée. Si la donnée n'est pas disponible, la deuxième option doit être utilisée.

Si une donnée issue d'analyses de sol historique est utilisée, elle doit permettre d'attester de la teneur en carbone pour le calcul du stock de carbone. Dans le cas où une autre unité aurait été employée, celle-ci doit être convertie en teneur en carbone.

Si seule une analyse historique du taux de matière organique du sol est disponible, la densité apparente doit être déterminée lors de la signature de l'engagement dans la démarche ESCA.

Il est possible d'utiliser une valeur de densité du sol historique, issue d'une analyse physique, si la date de celle-ci est postérieure à celle de la mise en place des bonnes pratiques agricoles.*

D'autres méthodes robustes et reconnues, en alternative à la méthode du cylindre, sont acceptées. Pour plus de précisions, veuillez vous reporter à la section « Analyses de sol ».

*Pour la méthodologie des analyses de sol à appliquer, se référer au chapitre « Analyses de sol » des lignes directrices à la [page 27](#)

Résumé des options disponibles pour les cas n°2 :

- Analyse de sol antérieure au 01/01/2024
- Analyse de sol datée de l'année civile 2024 ou postérieure : analyse historique en conformité avec les règles d'analyse issues du règlement d'exécution 2022/996
- Si la donnée n'est pas disponible, (teneur en carbone ou densité) : analyse à réaliser au cours de l'année calendaire de la signature de l'engagement en conformité avec le règlement d'exécution 2022/996.



c. Soumission de la revendication ESCA

Un minimum de 3 ans d'application continue d'une pratique de gestion améliorée est requis, avant que l'agriculteur ou l'opérateur économique ne puisse soumettre une déclaration.

Il est possible de présenter des demandes rétroactives annuelles, mais pas plus de trois ans avant la première revendication ESCA. Ces ESCA pourront être valorisés en étant répartis sur une période de 10 ans suivant la date d'engagement.

d. Détermination du CSA

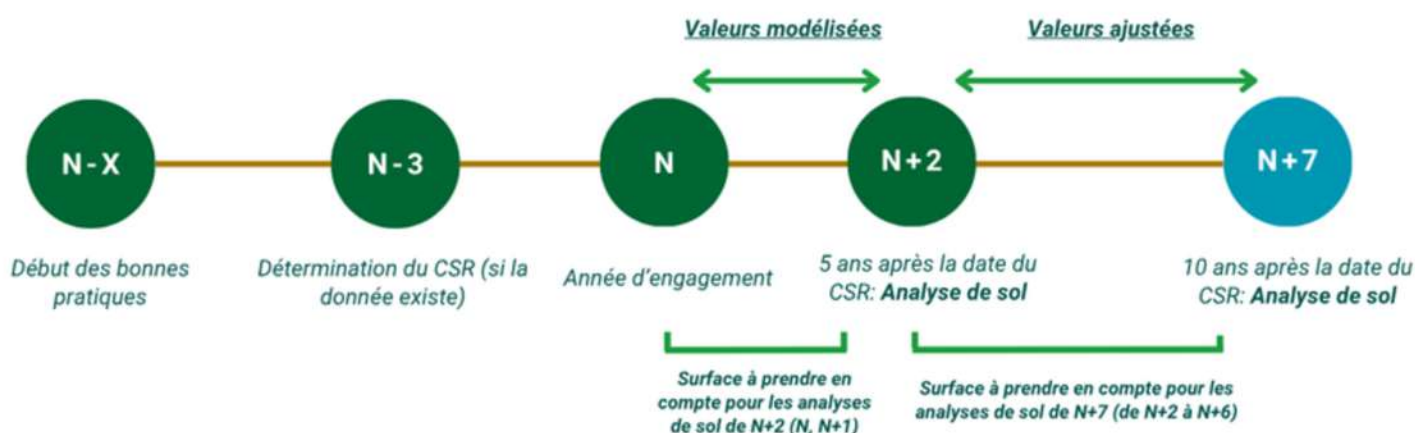
Le CSA correspond au stock de carbone associé aux pratiques de gestion des cultures. Il est mesuré par unité de surface en Mg de carbone par hectare.

A partir de la date du CSR, l'opérateur calcule un CSA basé sur un modèle de prédiction (CSA modélisé) pendant 5 ans. La valeur de CSA modélisé sera utilisée dans l'attente de la mesure du CSA réel, y compris durant l'année de réalisation de cette analyse (matières agricoles récoltées jusqu'au 31 décembre de la cinquième année suivant la date du CSR).

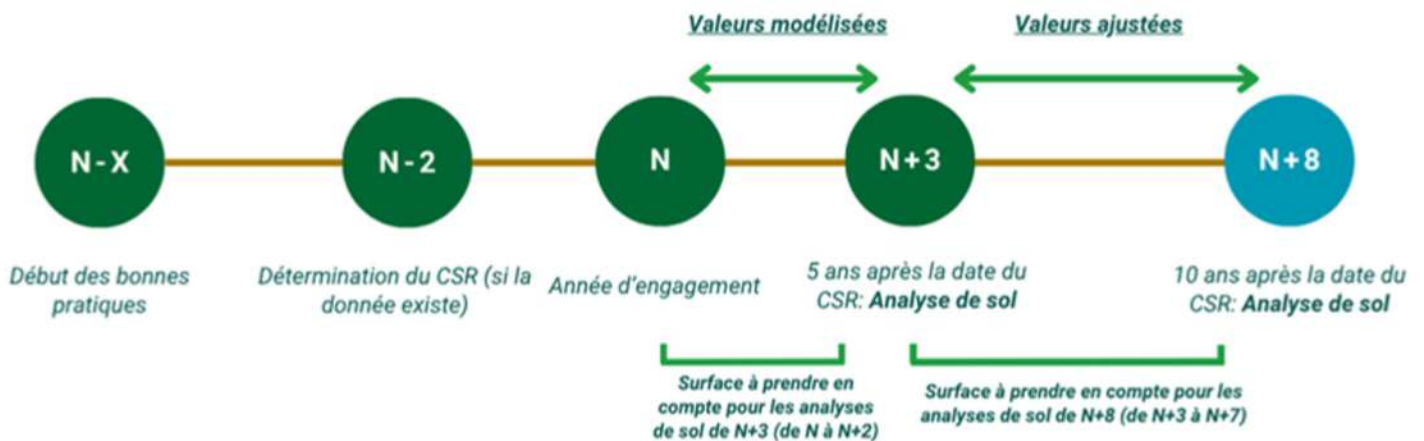
Au plus tard le 31 décembre de la 5^{ème} année après la date du CSR, l'opérateur doit réaliser une première analyse de sol (CSA réel) selon les standards 2BS en accord avec les exigences réglementaires européennes.

Le modèle de prédiction recommandé par 2BS est le modèle IPCC Tier 2. 2BS a développé un calculateur sur la base de ce modèle, qui peut être utilisé pour calculer le CSA modélisé.

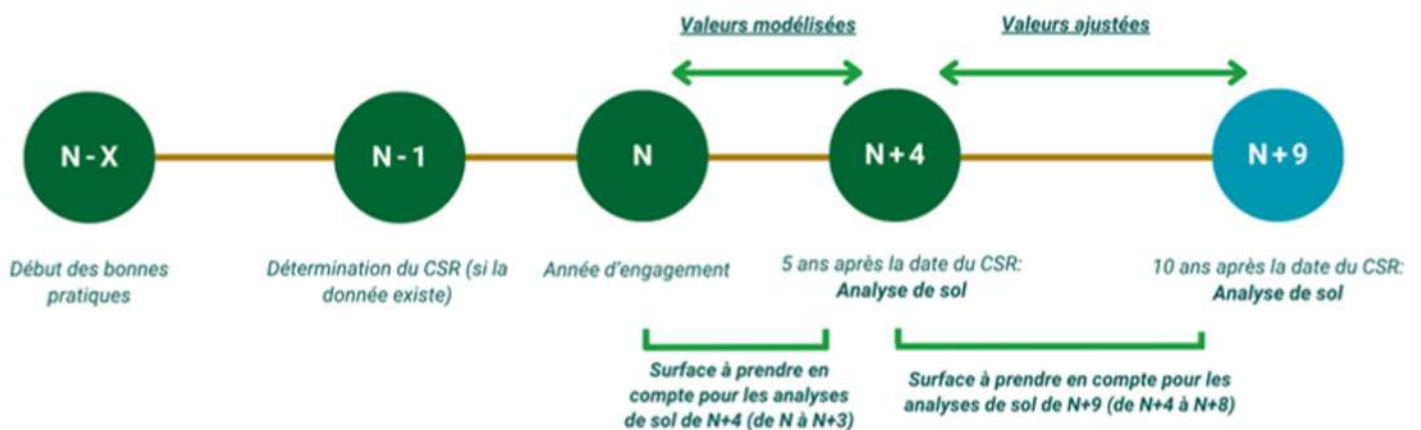
Situation n°1 :



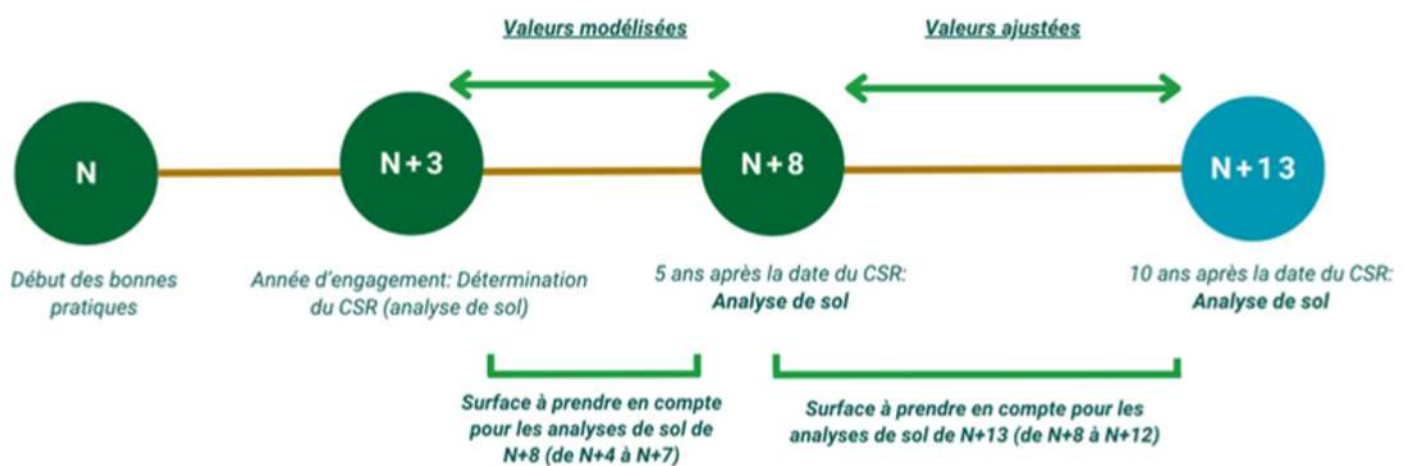
Situation n°2 :



Situation n°3 :



Situation n°4 :



e. Plafond applicable

Dans cette nouvelle approche, un plafond a été établi pour le facteur ESCA dans le but de limiter les revendications excessives.

Ce plafond est exprimé en grammes d'équivalent CO₂ par mégajoule (gCO₂eq/MJ) de biocarburant et s'applique à la dernière interface produisant le biocarburant. Cependant, le plafond applicable à cette dernière interface dépend du scénario dans lequel se trouve l'agriculteur en amont, qui a fourni la matière première à l'origine de ce biocarburant. Il est donc essentiel que la donnée du plafond soit transmise tout au long de la chaîne de production.

Dans ce deuxième scénario, les opérateurs économiques doivent appliquer un plafond de 25g CO₂eq/MJ de biocarburant ou bioliquide.

Le plafond peut être remonté à 45 gCO₂eq/MJ pour l'entièreté de la période d'application des pratiques ESCA, si du biochar est utilisé annuellement comme seul amendement organique ou en combinaison avec d'autres pratiques ESCA autorisées. Si un calcul de la quantité de biochar est réalisé par le premier point de collecte, 2BS recommande de se référer au GIEC 2019 (Volume 4, Chapitre 2, Annexe 4).



STD-01 Indicateur 2.4.5 : Lorsque l'agriculteur utilise du biochar comme amendement organique, seul ou en combinaison avec d'autres pratiques d'esca éligibles, la première entité de collecte doit induire un plafonnement de l'ESCA à 45gCO₂eq/MJ de biocarburant ou de bioliquide.

Vérificateur : preuve d'achat datée (factures détaillant les spécifications du produit)

Vérificateur : cahier d'épandage incluant le biochar.

CAS N°3 : AGRICULTEURS ENTRANT DANS LA DÉMARCHE

Ce troisième cas concerne les agriculteurs nouveaux dans la démarche ESCA et commençant à améliorer leurs pratiques agricoles.

a. Engagement

Les pratiques de gestion agricole améliorées doivent être appliquées de manière continue pour avoir un impact sur le stockage de carbone dans le sol. C'est pourquoi, un engagement à la démarche est obligatoire. L'agriculteur s'engage sur une période de 5 ans renouvelable obligatoirement une fois au minimum.

L'agriculteur doit s'engager à appliquer annuellement au minimum une des pratiques de meilleure gestion agricole, sur les parcelles engagées dans la démarche décennale ESCA. (Voir Annexe 4).

L'opérateur économique doit fournir chaque année à l'auditeur la preuve que ses apporteurs de biomasse agricole ont mis en œuvre des pratiques de gestion améliorées au cours de l'année précédente et qu'ils respectent donc leur engagement. En cas de non-respect de ce critère, des pénalités seront appliquées.

La date d'engagement à la démarche correspond à la date de début d'application des bonnes pratiques.

L'engagement décennal de l'agriculteur dans la démarche ESCA concerne la continuité d'application de bonnes pratiques agricoles sur son exploitation sur cette période et non la revendication de l'esca pour les matières agricoles.

b. Détermination du CSR

Le CSR, élément de la formule de calcul du facteur ESCA, correspond au stock de référence du carbone dans le sol. Il est mesuré par unité de surface en Mg (tonne métrique) de carbone par hectare. La valeur du CSR doit être antérieure à la modification des pratiques de gestion agricole afin d'établir une référence. Une fois définie dans le temps, cette valeur reste inchangée pour une exploitation donnée.

La valeur du CSR sera basée sur une analyse de sol qui doit être réalisée durant l'année de l'engagement.*

*Pour la méthodologie des analyses de sol à appliquer, se référer au chapitre « Analyses de sol » des lignes directrices à la page 27

c. Soumission de la revendication ESCA

L'agriculteur ou l'opérateur économique doit avoir appliqué des pratiques de gestion améliorée de manière continue pendant au moins trois ans à compter de la date d'engagement avant de pouvoir présenter une déclaration ESCA.

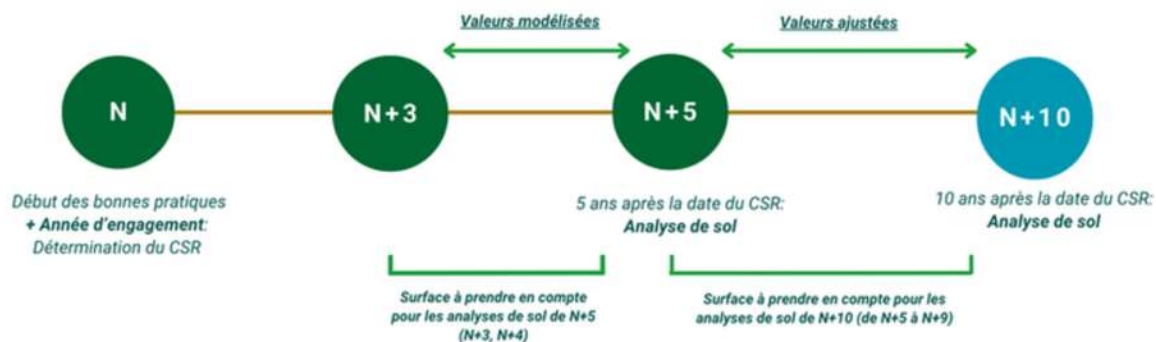


d. Détermination du CSA

Le CSA, élément de la formule de calcul du facteur ESCA, correspond au stock de carbone associé aux pratiques de gestion des cultures. Il est mesuré par unité de surface en Mg de carbone par hectare. Entre la 3^{ème} et la 5^{ème} année après la date du CSR, l'opérateur calcule un CSA basé sur un modèle de prédiction (CSA modélisé). La valeur de CSA modélisé sera utilisée dans l'attente de l'analyse du CSA réel, y compris durant l'année de réalisation de cette analyse (matières agricoles récoltées jusqu'au 31 décembre de la cinquième année suivant la date du CSR).

Au plus tard le 31 décembre de la 5^{ème} année après la date du CSR, l'opérateur doit réaliser une première analyse de sol (CSA réel) selon les standards 2BS en accord avec les exigences réglementaires européennes.

Le modèle de prédiction recommandé par 2BS est le modèle IPCC Tier 2. 2BS a développé un calculateur sur la base de ce modèle. Ce calculateur peut être utilisé pour calculer le CSA modélisé.



e. Plafond applicable

Dans cette nouvelle approche, un plafond a été établi pour le facteur ESCA dans le but de limiter les revendications excessives.

Ce plafond est exprimé en grammes d'équivalent CO₂ par mégajoule (gCO₂eq/MJ) de biocarburant et s'applique à la dernière interface produisant le biocarburant. Cependant, le plafond applicable à cette dernière interface dépend du scénario dans lequel se trouve l'agriculteur en amont, qui a fourni la matière première à l'origine de ce biocarburant. Il est donc essentiel que la donnée du plafond soit transmise tout au long de la chaîne de production.

Dans ce troisième scénario, les opérateurs économiques doivent appliquer un plafond de 25g CO₂eq/MJ de biocarburant ou bioliquide.

Le plafond peut être remonté à 45 gco₂eq/MJ pour l'entièreté de la période d'application des pratiques ESCA, si du biochar est utilisé annuellement comme seul amendement organique ou en combinaison avec d'autres pratiques ESCA autorisées. Si un calcul de la quantité de biochar est réalisé par le premier point de collecte, 2BS recommande de se référer au GIEC 2019 (Volume 4, Chapitre 2, Annexe 4).



STD-01 Indicateur 2.4.5 : Lorsque l'agriculteur utilise du biochar comme amendement organique, seul ou en combinaison avec d'autres pratiques d'ESCA éligibles, la première entité de collecte doit induire un plafonnement de l'ESCA à 45gCO₂eq/MJ de biocarburant ou de bioliquide.

Vérificateur : preuve d'achat datée (factures détaillant les spécifications du produit)

Vérificateur : cahier d'épandage incluant le biochar.

SPÉCIFICITÉS CONCERNANT LA PRODUCTION DE BIOGAZ ET BIOMÉTHANE

Dans le cas des producteurs de biogaz et biométhane, un bonus de 45 g CO₂eq/MJ d'effluents d'élevage peut être attribué pour l'amélioration de la gestion des effluents d'élevage dans le cas où des effluents sont utilisés comme intrants pour la production de biogaz via le procédé de méthanisation.

Un méthaniseur peut bénéficier du bonus esca grâce à l'utilisation d'effluents d'élevage et aussi du bonus esca lié à la mise en place de bonnes pratiques agricoles. Les deux options sont cumulables.



STD-02 Indicateur 2.2.5 : Pour le facteur ESCA, un bonus de 45 g CO₂eq/MJ de fumier est attribué pour l'amélioration de la gestion de l'agriculture et du fumier dans le cas où du fumier animal est utilisé comme substrat pour la production de biogaz et de biométhane.

Vérificateur : Production de fumier et capacité de stockage

Vérificateur : Quantité mensuelle introduite dans le digesteur

PRATIQUES AGRICOLES

L'objectif de cette initiative est de démontrer que l'agriculteur adopte des pratiques de gestion agricole améliorées visant à accroître le stockage de carbone dans le sol.

Dans le cadre de cette démarche, l'agriculteur s'engage à mettre en œuvre au moins une bonne pratique chaque année, même s'il ne revendique pas d'ESCA chaque année sur son exploitation.



STD-01 Indicateur 2.4.4 (Indicateur critique) : Chaque fois que l'agriculteur met en œuvre des pratiques agricoles favorisant le stockage du carbone dans le sol dans le cadre de l'ESCA, la première entité de collecte doit avoir enregistré des informations précises en termes d'intrants et de travaux du sol.

Vérificateur : cahier d'épandage, système de gestion agricole, itinéraires organique

Vérificateur : factures d'achat d'intrants biologiques, de semences de plantes fixatrices d'azote, de cultures dérobées ou de couvertures végétales, etc.

Vérificateur : auto-déclaration concernant les travaux du sol.

En cas d'application de différentes pratiques de gestion, une revendication d'économies d'émissions de GES doit être calculée et faire l'objet d'une demande individuelle pour chaque méthode.

Une liste exhaustive des bonnes pratiques est donnée dans les standards 2BS. Veuillez consulter les pages 21 et 22.

PRATIQUES	DÉFINITION	PREUVES
LABOUR	Travail profond du sol (pratique de référence, ne fait pas partie des pratiques de gestion améliorée)	Itinéraire technique (cahier de culture ou farm Management System)
TRAVAIL DU SOL SANS LABOUR	Mélange et fragmentation du sol. Pratique prenant en compte les TCS (Techniques Culturelles Simplifiées), le strip-till, le décompactage et le sous-solage. Il est autorisé de pratiquer un labour exceptionnel dans certaines conditions listées ci-après : accidents climatiques, plantes sarclées dans la rotation, problèmes phytosanitaires.*	- Fichier déclaration PAC - Utilisation d'un Système d'information géographique (SIG) - Utilisation de capteurs ou imagerie drone
SEMIS-DIRECT	Fragmentation du sol uniquement sur la ligne de semis. Il est autorisé de pratiquer un labour exceptionnel dans certaines conditions listées ci-après : accidents climatiques, plantes sarclées dans la rotation, problèmes phytosanitaires.*	
FERTILISATION ORGANIQUE	Les opérateurs doivent apporter un apport significatif de matière organique (ensemble des déchets et sous-produits organiques issus d'activités agricoles et humaines destinés à être épandus au champ. Ils peuvent être d'origine) Liste non-exhaustive de matière organique : - Animale : effluents d'élevage, composts, sang séché, corne broyée - Végétale : déchets verts, agroforesterie intra-parcellaire, cendres - Humaine : boues d'épuration - Industrielle : déchets de sucrerie, féculerie, Légumes... - Digestats - Biochar - Fermentation du fumier - Compost	- Itinéraire technique (cahier de culture ou farm Management System) - Facture, bon de livraison, suivi du stock - Cahier d'épandage

*Lorsqu'un labour exceptionnel est effectué (sous réserve de preuves adéquates), l'agriculteur peut conserver sa classification dans la catégorie "travail du sol sans labour" ou "semi-direct" (voir page 19)

COUVERTS INTERMÉDIAIRES

Ensemencement des cultures de couverture/dérobées/intermédiaires. Les pratiques de gestion des cultures devraient garantir une couverture minimale des sols pour ne pas avoir de terre nue pendant les périodes les plus sensibles).

un couvert doit atteindre un rendement du cumul (sur 5 ans maximum) des productions, supérieur à 1,5 tonne de biomasse, avec restitution complète de la biomasse.

- Itinéraire technique (cahier de culture ou farm Management System)

PAILLAGE OU MULCHAGE UTILISANT DES RÉSIDUS DE CULTURE

Technique agricole consistant à recouvrir le sol avec un matériau organique (paillis ou mulch), en vue de conserver et améliorer la structure et la fertilité du sol, et limiter l'évaporation et l'érosion. Le mulchage peut être réalisé directement avec les résidus de la culture précédente

- Utilisation d'un Système d'information géographique (SIG)
- Fichier déclaration PAC

ROTATION TRIENNALE

Au moins une rotation triennale, incluant des légumineuses ou de l'engrais vert dans le système cultural, en tenant compte des exigences en matière de succession des cultures agronomiques spécifiques à chaque plante cultivée et aux conditions climatiques. Une culture de couverture multi-espèces entre des cultures commerciales compte pour une seule culture.

- Utilisation de capteurs ou imagerie drone

RESTITUTION DES RÉSIDUS DE CULTURE

Action de laisser à la parcelle agricole l'intégralité des résidus de cultures qui peuvent être restitués ou laissés en paillis à la surface

CATÉGORIES IPCC ET RÈGLES DE DÉCISION

Pour permettre la modélisation du CSA et utiliser le modèle de prédiction IPCC Tier 2, il est nécessaire de définir pour chaque agriculteur les catégories IPCC correspondant à ses pratiques. Les catégories sont divisées en deux parties :

Une partie sur le travail du sol avec 3 catégories possibles

Labour complet	Perturbation importante avec inversion complète et/ou travaux fréquents de labour (dans l'année). Faible couverture de résidus (< à 30% par exemple) au moment de la plantation.
Labour réduit	Labour primaire et\ou secondaire avec une moindre perturbation du sol (généralement peu profonde et sans inversion complète), laissant normalement une couverture > à 30% de résidus au moment de la plantation.
Pas de labour	Ensemencement direct sans labour primaire, avec une perturbation minimale du sol dans la zone d'ensemencement. Des herbicides sont généralement utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes.

Une partie sur les intrants avec 4 catégories possibles :

Intrants faibles	Le taux de résidus est faible quand il y a enlèvement des résidus (par ramassage ou par brûlage), fréquentes mises en jachère nue, cultures produisant peu de résidus (légumes, tabac, coton, par exemple), absence d'utilisation d'engrais minéraux, absence de cultures fixant l'azote.
Intrants modérés	Mise en culture annuelle avec plantation de céréales, la totalité des résidus étant laissée dans les champs. Si des résidus sont retirés, des matières organiques supplémentaires (fumier par exemple) sont ajoutées. Cela nécessite aussi des engrais minéraux et des cultures fixant l'azote en assolement.
Intrants importants avec fumier	Apports de carbone beaucoup plus importants par rapport aux systèmes culturels avec apports modérés de carbone, en raison d'une pratique supplémentaire d'ajout régulier de fumier.
Intrants importants sans fumier	Apports beaucoup plus importants de résidus de cultures par rapport à des systèmes culturels avec apports modérés de carbone en raison de pratiques supplémentaires, telles que des cultures produisant beaucoup de résidus, utilisation d'engrais verts, cultures de couverture, jachères végétalisées améliorées, irrigation, utilisation fréquente de graminées vivaces dans les assolements annuels, mais sans application de fumier (voir paragraphe précédent).

Lors de l'entrée dans la démarche de l'agriculteur, le premier point de collecte évalue les pratiques de l'agriculteur sur les années N-x (x étant au maximum 5 ans) pour déterminer, à l'aide de l'arbre de décision ci-dessous, la catégorie IPCC dans laquelle se trouve l'agriculteur. Il doit décider d'une catégorie pour la partie travail du sol et d'une autre catégorie pour la partie intrants.

Pratiques de travail du sol	techniques mises en place	Exceptions
PAS DE LABOUR	Fragmentation du sol uniquement sur la ligne de semis	<i>Il est autorisé de pratiquer un labour exceptionnel dans certaines conditions, par exemple : accidents climatiques, plantes sarciées dans la rotation représentant moins de 30% de l'exploitation, problèmes phytosanitaires.</i> <i>Le labour exceptionnel permet de rester engagé sur les pratiques "semi direct" et "travail superficiel" mais implique la prise en compte du relargage de carbone associé à ce changement de pratique (voir calculateur)</i>
LABOUR REDUIT	Mélange et fragmentation du sol. Pratique prenant en compte les TCS (Techniques Culturelles Simplifiées), le strip-till, le décor	
LABOUR COMPLET	Toute autre technique utilisant régulièrement le labour	

PRATIQUES D'INTRANTS	CATÉGORIES	RÈGLE DE DÉCISION
Pas de labour	Intrants Faibles	0/7 pratiques
Labour réduit		
Couverts intermédiaires	Intrants Modérés	1/7 pratiques
Fertilisation organique	Intrants importants sans apport de fumiers	2/7 à 7/7 pratiques sans fumier ni effluent d'élevage
Paillage ou mulchage utilisant des résidus de culture		
Rotation triennale	Intrants importants avec apport significatif de fumiers	2/7 à 7/7 pratiques avec fumier ou effluent d'élevage
Restitution des résidus de culture		



En Annexe 5, un ensemble de documents est mis à la disposition des auditeurs et des opérateurs économiques, leur permettant de déterminer la quantité d'apport à appliquer en fonction des catégories IPCC mentionnées précédemment.

**Pour la catégorie
intrants importants
avec fumier :**

- Pas de seuil obligatoire d'apport de carbone organique.
- Concernant les résidus de culture, il faut suivre les règles IPCC (s'il y a exportation des résidus cela doit être compensé par un apport de matière organique). (Voir STD-01 Principe 4)

**Pour la catégorie
intrants importants
sans fumier :**

- Implantation d'au moins un couvert, qui doit atteindre un rendement du cumul (sur 5 ans maximum) des productions, supérieur à 1,5 tonne de biomasse, avec restitution complète de la biomasse.
- Concernant les résidus de culture, il faut suivre les règles IPCC (s'il y a exportation des résidus cela doit être compensé par un apport de matière organique).

Chaque année, l'agriculteur doit apporter les éléments de preuves pour justifier qu'il met toujours en place le minimum de pratiques nécessaires sur les années N-x (x étant au maximum 5 ans), pour rester dans les catégories IPCC qui lui ont été attribuées. Si le nombre de pratiques minimums pour atteindre sa catégorie IPCC n'est plus atteint, une nouvelle catégorie, simulant un stockage moindre de carbone, pourra être appliquée à l'agriculteur. De même, si des pratiques supplémentaires sont mises en place, le premier point de collecte peut décider de changer la catégorie IPCC de l'agriculteur vers une modélisation de stockage de carbone plus importante.

ANALYSE DE SOL

En fonction du cas dans lequel se situe l'agriculteur, des analyses de sol doivent être effectuées à intervalles réguliers mais selon un calendrier spécifique (cf. schémas présentés précédemment) afin de mesurer le stock réel de carbone dans le sol et vérifier la différence entre le CSA modélisé sur la base du modèle de prédiction IPCC Tier 2, et le CSA réel mesuré.

Pour les agriculteurs appartenant au cas n°2 et cas n°3, la surface à prendre en compte dans le cadre des analyses de sol CSR peut correspondre soit à l'ensemble des parcelles durables de l'exploitation, soit, lorsque cette information est disponible, à la surface des parcelles qui seront mobilisées dans le cadre de la démarche ESCA. Le choix doit être conservé durant toute la durée de l'engagement. Dans tous les cas, la surface prise en compte ne peut pas être inférieure à celle des parcelles prévues d'être mobilisées dans la démarche ESCA.

L'analyse de sol permettant d'obtenir le CSA réel doit être réalisée uniquement sur les parcelles où une revendication ESCA a été enregistrée au moins une fois entre l'année d'engagement et le 1^{er} janvier de la cinquième année après la date du CSR. Les parcelles ayant reçues une revendication ESCA à la cinquième année seront prises en compte lors de l'analyse de sol du CSA réel du cycle suivant.

Pour les agriculteurs appartenant au cas n°1, les premières analyses de sol permettant d'obtenir le CSA réel prennent en compte les surfaces des récoltes à partir de l'année 2023.

Le calcul se réalise en multipliant la masse de terre fine par taux de carbone (%), unité résultante : tC/ha.

$$\text{Stock carbone (t/ha)} = \text{Teneur carbone (g/kg)} \times 0.001 \times \text{Masse terre fine (t/ha)}$$
$$\text{Masse terre fine (t/ha)} = \text{Pf (cm)} \times \text{DA} \times (100 - \text{EG} (\%))$$

Où

Pf : profondeur de l'échantillon. Ex 30 cm.

DA : densité apparente ou masse volumique apparente sèche, MVAS.

EG : Pourcentage d'éléments grossiers ou pierrosité* (fraction de sol > 2 mm).

**La pierrosité peut être déterminée avec le préleveur et l'agriculteur en se basant sur des abaques visuels. Un exemple d'abaque est présenté en annexe 7.*

L'analyse des sols comprend le processus d'échantillonnage ainsi que l'analyse en laboratoire.

L'échantillonnage permettant d'analyser la teneur en carbone dans le sol doit être réalisé selon la méthode énumérée ci-dessous. En ce qui concerne l'échantillonnage permettant de mesurer la densité apparente, 2BS préconise de réaliser au minimum une analyse par type de sol (selon les catégories IPCC) représentatif de l'exploitation. Il est également recommandé que l'échantillonnage soit effectué dans des conditions identiques pour chaque nouvelle analyse. La densité apparente est mesurée selon la méthode du cylindre, conformément à la norme NF11272.

L'échantillonnage est effectué soit par un préleveur, soit par l'agriculteur. Dans les deux cas, l'échantillonnage doit respecter le protocole d'échantillonnage.

1. Méthode du prélèvement d'échantillons représentatifs

- a) Le prélèvement d'échantillons est effectué sur chaque exploitation ;
- b) au moins un échantillon localisé, constitué de 15 sous-échantillons bien répartis par chaque superficie de 5 hectares ou par champ*, la superficie la plus petite étant retenue (en tenant compte de l'hétérogénéité de la teneur en carbone de la parcelle), est prélevé;
- c) les champs* de plus petite taille présentant les mêmes conditions climatiques, types de sol, pratiques agricoles de référence et pratiques esca peuvent être regroupés;

En effet, il est possible de regrouper des échantillons prélevés dans différents champs (champs de 5 ha au maximum) avec une superficie cumulée maximale de 20 ha. Ces champs doivent présenter les mêmes caractéristiques pédologiques et climatiques, un historique de gestion similaire en termes de travail du sol et d'apport de carbone au sol, et ils seront soumis à la même pratique de gestion améliorée. Dans ce cas, les échantillons peuvent être regroupés pour l'analyse, y compris ceux provenant de champs appartenant à des agriculteurs différents.

**Champs signifie une étendue de terre propre à la culture. [Dictionnaires Le Robert]*

- d) le prélèvement d'échantillons est effectué au printemps avant la culture et la fertilisation des sols ou à l'automne, au minimum 2 mois après la récolte;

Il est autorisé de mesurer la densité du sol et le taux de carbone à des périodes différentes pour faciliter la mise en place avec les contraintes de la rotation :

Prélèvement soit au printemps avant la culture et la fertilisation, ou à l'automne, au minimum 2 mois après la récolte.

L'élément clé pour garantir la fiabilité d'une mesure de stock de carbone est d'éviter toute influence d'un apport récent de carbone frais dans le sol. Il est donc recommandé d'effectuer les prélèvements au printemps avant la culture et la fertilisation ou au moins deux mois après :

- un apport de produits organiques (fumier, compost, effluents, etc.) ;
- l'enfouissement des résidus de récolte ;
- la destruction ou l'enfouissement d'un couvert d'interculture.

Ce délai permet que la majorité du carbone frais ait été dégradée et ne perturbe plus la mesure de carbone total. Ce critère est plus déterminant que la date de récolte elle-même.

L'analyse du carbone peut être réalisée même après l'implantation de la culture suivante, dès lors qu'aucun apport de carbone frais n'a eu lieu dans les deux mois précédents. Le semis ou la présence de la culture ne constituent donc pas un frein.

En revanche, la mesure de la densité apparente impose davantage de précautions, car le sol doit être frais mais non détrempé et doit être peu perturbé (un travail du sol récent peut fausser la mesure, surtout pour la méthode du cylindre).

Lorsque des méthodes alternatives à la mesure au cylindre sont utilisées, ces contraintes sont réduites, ce qui offre plus de flexibilité pour réaliser les prélèvements.

Si des analyses de sol du taux de carbone antérieures sont disponibles et prélevées sur la même profondeur de 0-30 cm, mais que la densité apparente n'a pas été mesurée, il est possible d'effectuer sa détermination, via une mesure directe ou une estimation avec les méthodes alternatives au moment de l'engagement.

Si la méthode du cylindre est utilisée, celle-ci devra être reconduite à l'échéance N+5, en conservant le même type de cylindre. De la même manière, si la méthode des fonctions de pédotransfert ou d'estimation de densité est retenue, elle devra également être appliquée à N+5 afin d'assurer la cohérence des résultats.

- e) les mesures directes des changements de stock de carbone dans le sol sont effectuées sur les 30 premiers centimètres du sol;
- f) les points du prélèvement initial d'échantillons pour mesurer la valeur de référence des stocks de carbone dans le sol sont utilisés dans les mêmes conditions de champ (en particulier en ce qui concerne l'humidité du sol);

Les analyses de sol et les prélèvements doivent être réalisés sur l'ensemble des parcelles déclarées comme durables lors de l'année N0 (si nécessaire pour le calcul du CSR), puis de nouveau aux années N+5, N+10, etc. (jusqu'au 31 décembre de ces années). Ces analyses doivent concerner toutes les parcelles ayant accueilli au moins une culture énergétique au cours des cinq années précédentes. Cependant, en raison de la rotation triennale, le point GPS exact utilisé pour une mesure peut ne plus être accessible cinq ans plus tard. Il est autorisé de déplacer le nouveau prélèvement sur une autre parcelle ou ilot que celle inventorié en N0 dans les conditions suivantes :

- Cette parcelle ou ilot de l'Opérateur Economique, doit avoir des mêmes conditions climatiques et pédologiques similaires ainsi qu'un historique de gestion du champ similaire.
- L'Opérateur Economique doit en apporter la preuve avérée avec une attestation rédigée permettant de confirmer l'échange de parcelle ou ilot ayant une similarité proche ou identique (surface, type de sol, GPS, comparaison cadastrale et climatique, zone aquifère et autres).

- g) Le protocole de prélèvement d'échantillons est bien documenté

Les mesures des stocks de carbone du sol doivent de préférence être effectuées par des laboratoires accrédités (ISO 17025 ou équivalent). Si de tels laboratoires ne sont pas disponibles, les mesures peuvent être effectuées par un laboratoire indépendant certifié dont l'impartialité est prouvée. En cas de recours à des laboratoires certifiés, la préférence doit être donnée aux laboratoires en cours d'accréditation (ISO 17025). L'analyse du sol (teneur en carbone du sol, densité apparente sèche) doit être réalisée selon la méthode ci-dessous ou alternativement selon les standards par défaut listés dans la 2BS-PRO-03 (§2.7.7.6)

2. Mesure de la teneur en carbone dans le sol

- a) Les échantillons de sol sont séchés, tamisés et, si nécessaire, broyés ;
- b) Si la méthode de combustion est utilisée, le carbone inorganique est exclu.

Deux méthodes analytiques fiables pour le dosage de carbone dans le sol sont disponibles dans le marché :

- NF ISO 14235 : Méthode d'oxydation sulfochromique dite méthode Anne
- NF ISO 10694 : Mesure de carbone organique par combustion sèche

3. Détermination de la densité apparente sèche

- a) Les modifications de la densité apparente au fil du temps sont prises en compte ;

Les fonctions de pédotransfert et l'utilisation d'estimations de la densité peuvent prendre en compte l'évolution dans le temps, notamment au travers des variations des teneurs en carbone ou des changements de pratiques de travail du sol.

- b) La densité apparente est mesurée au moyen de la méthode au cylindre, c'est-à-dire en insérant mécaniquement un cylindre dans le sol, ce qui réduit grandement les erreurs liées à la mesure de la densité apparente ;
- c) Si la méthode au cylindre n'est pas possible, surtout dans les sols sableux, une autre méthode fiable est utilisée ;

La méthode du cylindre est la technique recommandée par la Commission Européenne. Elle est applicable aux sols exempts de pierres ou légèrement caillouteux.

En l'absence de faisabilité de la méthode du cylindre, le recours à une autre méthode fiable est autorisé, par exemple :

1. Estimation de densité via abaques basées sur des paramètres mesurées (granulométrie, calcaire, hydromorphie, profondeur, pierrosité). Sources acceptées concernant ces abaques :
 - Des données statistiques officielles des organismes gouvernementaux disponibles et de bonne qualité.
 - Si aucune donnée statistique officielle d'organismes gouvernementaux n'est disponible, des données statistiques publiées par des organismes indépendants peuvent être utilisées. (Exemple : Base de données sol d'Arvalis pour la France)
 - Si ces valeurs ne sont pas disponibles, les chiffres peuvent être basés sur des travaux scientifiques examinés par des pairs, à condition que les données se situent dans la fourchette des données communément acceptées.

2. Utilisation de fonctions de pédotransfert : outils à base statistique visant à estimer des propriétés ou dynamiques du sol qui sont complexes à mesurer à partir de propriétés existantes et plus mesurables.

Toutefois, dans le cas de la France, la méthode du cylindre ne peut être appliquée que dans de rares cas.

Une analyse de la faisabilité du déploiement de cette technique sur le territoire français a été réalisée. L'argumentaire peut être retrouvé dans l'annexe 6 de ce document.

Elle démontre ainsi l'absence de faisabilité technique de recours à cette méthodologie en France. En conséquence, les opérateurs économiques ont recours à l'une des trois méthodes citées précédemment.

Si des problématiques similaires sont observées dans d'autres pays, il est nécessaire de réaliser une étude analogue afin de pouvoir justifier, lors de l'audit, le recours à d'autres méthodes fiables que la méthode du cylindre.

d) Les échantillons devraient être séchés au four avant d'être pesés.

Pour être comparé au modèle, le résultat de l'analyse du sol doit tenir compte de l'incertitude de mesure et de l'incertitude d'échantillonnage. Ces incertitudes sont communiquées dans les rapports d'analyse des laboratoires accrédités.

Après analyse de sol, on obtient :

→ 1 analyse de sol tous les 5 hectares (comprenant l'incertitude de mesure et d'échantillonnage)

→ ou

1 analyse de sol pour des champs regroupés avec une surface cumulée jusqu'à 20 hectares (comprenant l'incertitude de mesure et d'échantillonnage)

Or, pour comparer ce CSA réel au CSA modélisé, **il est nécessaire d'obtenir une valeur finale pour l'exploitation**. Pour cela, il faut calculer :

1. la moyenne basse 2. la moyenne haute 3. la médiane

Le CSA réel se situe dans l'intervalle le plus large.

EXEMPLE

Analyse 1 : 30 t/C/ha (+/- 10%)

Analyse 2 : 45 t/C/ha (+/- 10%)

Analyse 3 : 35 t/C/ha (+/- 10%)

Médiane : 35 t/C/ha

Le CSA réel se situera dans l'intervalle

33 t/C/ha - 40,33 t/C/ha

	Valeur basse	Valeur haute
Analyse 1	27	33
Analyse 2	40,5	49,5
Analyse 3	31,5	38,5
Moyenne	33	40,33

CALCULATEUR 2BS

(SELON LE MODÈLE IPCC TIER 2) [3]

Le modèle de prédiction recommandé par 2BS est le modèle IPCC Tier 2. 2BS a développé un calculateur sur la base de ce modèle. Ce calculateur peut être utilisé pour calculer le CSA modélisé.

a. Utilisation

L'utilisation du calculateur 2BS par les opérateurs économiques n'est pas obligatoire. Il est en revanche nécessaire d'utiliser la méthodologie qui est détaillée dans la 2BS-PRO-03 (§2.7.7.7)

Dans le calculateur 2BS, le calcul de l'ESCA se réalise au niveau de l'onglet « ESCA Calculator ».

Pour commencer, l'opérateur économique renseigne son code postal. Le calculateur déterminera ainsi son type de climat et de sol sur la base des cartes climatiques du GIEC (Tier 2).

En cas de doute sur la localisation précise du type de climat (à cheval sur plusieurs zones), le type de climat présentant le stock de carbone par hectare le plus faible doit être considéré.

Please fill in the yellow boxes with the respective information

ZIP Code	75008
Land use	Long-term cultivated
Climate zone	Warm temperate, dry
Soil type	High activity clay soils
Period of n years	20



STD-01 Indicateur 2.4.2 : Lorsque l'entité de première collecte souhaite déterminer les catégories de climat et de sol d'une exploitation, elle doit utiliser les cartes climatiques du GIEC (type Tier 2) associées à ce jour au modèle de calcul de l'ESCA ou l'équivalent si la résolution est plus élevée. En cas de doute sur la localisation précise du type de climat (à cheval sur plusieurs zones), le type de climat dont le stock de carbone par hectare est le plus faible doit être pris en compte.

Vérificateur : Utilisation des cartes climatiques de niveau 2 du GIEC

	Previous conditions:	Current conditions:
Soil Management	Full-tillage	No till
Input	Low	High without manure
SOC _{REF}	24	24
F _{LU}	0,76	0,76
F _{MO}	1	1,04
F _i	0,95	1,04

L'opérateur économique choisit ensuite sa méthode de référence ainsi que sa méthode actuelle (voir p.18).

La méthode de référence correspond aux pratiques réalisées avant la mise en place de la gestion améliorée des pratiques agricoles (ex: 2008). La détermination de la méthode de référence se fait sur la base d'un déclaratif de l'agriculteur.

Initial C stock	CS _{A-modelized}	Carbon stock change:
17,33 tC/ha	19,73 tC/ha	-0,12 tC/ha/year

Il obtient alors une quantité de stockage de carbone en tC/ha/an.

Il devra également renseigner le rendement de la culture ainsi que les émissions liées à l'utilisation de fertilisants et herbicides des années précédentes et de l'année en cours (facteur "ef") afin d'obtenir sa valeur ESCA finale. (Voir p.28)

Productivity of the crop (measured as kg per ha per year)	2921	kg/ha/year
Emissions from fertilisers and herbicides, previous year (Emissions of the previous year when the same crop was cultivated, per kg of dry Feedstock)	376	grCO2/kg of dry feedstock
Emissions from fertilisers/herbicides, year N (Emissions of the current year per kg of dry Feedstock)	377,63	grCO2/kg of dry feedstock
EF factor (Emissions from the increased fertilisers or herbicide use)	-1,63	grCO2/kg

e _{sca} value	149 grCO2/kg of dry feedstock
------------------------	-------------------------------

CSR measured Value from the soil analysis (Case n°2 and n°3), or from the reference table (Case n°1)	15,00	tC/ha
Years Number of years since the date of CSR	3	year
CSA modelised CSA value based on the carbon stock change modelised (Previous vs current conditions)	15,36	tC/ha
CSA measured CSA value from the soil analysis	15	tC/ha
Comparison between CSA modelised vs measured % of deviation from the modelised value	-2,3	%

Enfin, à partir du CSR réel et du nombre d'années indiqué, le calculateur peut déterminer le CSA modelisé et le comparer au CSA réel (à remplir une fois l'analyse de sol effectuée).

b. Recalibrage

Après l'analyse de sol (CSA réel) , si la valeur mesurée est différente de la valeur modélisée (CSA modélisé), le modèle utilisé doit être calibré sur la base des valeurs réelles mesurées et approuvées par 2BS. Les mesures réelles du carbone du sol doivent être réintégrées dans le modèle 2BS, tel qu'il est appliqué par l'opérateur économique, afin d'améliorer sa valeur prédictive et d'ajuster les économies d'émissions annuelles résultant de l'accumulation de carbone du sol par le biais de la gestion agricole au cours des années suivantes.

La calibration du modèle est sous la responsabilité de l'opérateur économique (le premier point de collecte). Il sera vérifié lors des audits dès que le CSA sera mesuré. 2BS fournira dans un second temps les règles de calibration. La calibration du modèle visera les facteurs spécifiques de variation des stocks (FLU, FMG et FI) afin d'obtenir un modèle plus spécifique à la région. La différence entre le CSR et le premier CSA aidera l'opérateur économique à calibrer le modèle. La calibration du modèle n'est pas nécessaire si le modèle est vérifié par la première mesure CSA, c'est-à-dire si le CSA modélisé est équivalent au CSA réel mesuré.

AUDIT DE GROUPE

L'audit interne des agriculteurs par le premier point de collecte doit être réalisé sur 100% des agriculteurs annuellement.

L'audit réalisé par une tierce partie (organisme de certification) peut être fait sous la forme d'un audit de groupe. En effet, un audit de plusieurs exploitations peut être réalisé lorsque les agriculteurs appartiennent au même cas et que les exploitations ont :

- Un climat et un type de sol similaires
- Un historique de gestion similaire en termes de travail du sol ;
- Les mêmes apports de carbone au sol
- Les mêmes pratiques agricoles ;

Il est de la responsabilité de l'opérateur économique de créer des groupes homogènes permettant à l'auditeur tiers d'auditer la racine carrée des agriculteurs. La taille de l'échantillon est la racine carrée du nombre d'agriculteurs et leur sélection se fait à 75% par analyse de risque et à 25% de manière aléatoire.

Si un agriculteur appartenant à un groupe d'audit se désengage de la démarche ESCA, les sanctions ne s'appliquent alors qu'à l'agriculteur concerné et non à tous les autres éléments du groupe.



STD-01 Indicateur 2.4.6 : Lorsque la première entité de collecte choisit de créer des groupes homogènes parmi les agriculteurs permettant à l'auditeur tiers d'auditer la racine carrée des agriculteurs, l'entité doit disposer d'éléments précis pour justifier sa décision.

Vérificateur : Auto-déclaration Esca pour chaque agriculteur

Vérificateur : Liste des groupes homogènes (critères de décision)

PÉNALITÉS

La méthodologie prévoit un processus de transfert des pénalités vers les fournisseurs de biomasse agricole (agriculteurs). Cependant, la responsabilité des revendications de l'ESCA sur le marché se situe au niveau de l'opérateur économique (premier point de collecte, le cas échéant). Les pénalités éventuelles seront comptabilisées au niveau de l'opérateur économique. L'opérateur économique peut répercuter les pénalités sur l'agriculteur.

1. Si un agriculteur se retire du système ESCA (non-respect de l'engagement)

- Les valeurs ESCA de l'exploitation pour l'année en cours sont ajoutées en tant qu'émissions aux émissions globales de GES de la culture énergétique concernée, au lieu d'être déduites en tant qu'économies d'émissions de GES.
- Il est interdit à l'agriculteur d'inclure une valeur ESCA dans le calcul des émissions de gaz à effet de serre pour les cinq années suivantes.
- La liste des agriculteurs qui n'ont pas respecté l'engagement ESCA ainsi que les sanctions appliquées sont publiées sur le site web de 2BS, partagées aux autres schémas volontaires et incluses dans les rapports d'activité annuels à envoyer à la Commission.

2. Si CSA réel < CSA modélisé

Si la première mesure de l'augmentation du stock de carbone au cours de la cinquième année (CSA réel) indique une augmentation annuelle totale du stock de carbone inférieure aux revendications annuelles (CSA modélisé), la différence annuelle (entre le CSA modélisé et le CSA réel) doit être totalement déduite lors de la prochaine revendication ESCA.*

* Dans le cas où une revendication esca est effectuée chaque année, cela correspond à l'année suivant l'année d'analyse de sol



STD-01 Indicateur 2.4.7 (Indicateur majeur) : Chaque fois qu'un agriculteur se retire de l'engagement ESCA, la première entité de collecte doit appliquer les sanctions adéquates décrites dans le 2BS-PRO-03 et conserver tous les enregistrements. Ces informations sont communiquées annuellement à 2BS.

Vérificateur : Cahier d'épandage (pratiques agricoles)

Vérificateur : Auto-déclaration ESCA pour chaque agriculteur

Vérificateur : liste des agriculteurs exclus du système ESCA

Vérificateur : liste des sanctions appliquées à chaque agriculteur

3. Si CSA réel > CSA modélisé

Si le résultat de l'analyse du sol (CSA réel) est supérieur à la valeur prédite par le modèle (CSA modélisé), la différence entre le CSA réel et le CSA modélisé est ajoutée dans les bonus ESCA des cinq années suivantes.

4. Si CSA réel > plafond de l'ESCA (45 ou 25 gCO₂eq/MJ)

Lorsque le résultat de l'analyse du sol dépasse les plafonds de l'ESCA (45 ou 25 gCO₂eq/MJ selon le cas), le plafond prévaut.



STD-01 Indicateur 2.4.8 (indicateur majeur) : En cas de non-corrélation entre le modèle et la mesure, la première entité de collecte doit appliquer les sanctions adéquates décrites dans le document 2BS-PRO-03 et conserver tous les enregistrements. Ces informations doivent être communiquées annuellement à 2BS.

Vérificateur : Rapport d'analyse du sol et dernière valeur ESCA de la modélisation

Vérificateur : liste des agriculteurs concernés

Vérificateur : liste des pénalités appliquées à chaque agriculteur

AGRICULTEURS LOCATAIRES

Pour les agriculteurs qui louent des terres agricoles, la participation au programme ESCA est soumise à la condition suivante : À partir de la date du CSR, l'agriculteur doit s'engager à rester sur la même parcelle de terre pendant toute la durée de l'engagement, qui est de 10 ans. Cette exigence est indépendante des contrats de location, qui peuvent être de 1, 3 ou 5 ans.

Les agriculteurs doivent être en mesure de démontrer leur engagement à long terme en fournissant des preuves du renouvellement de leurs contrats de location. Ces preuves peuvent inclure des copies des contrats de location successifs ou tout autre document officiel confirmant leur présence continue sur la parcelle spécifiée.

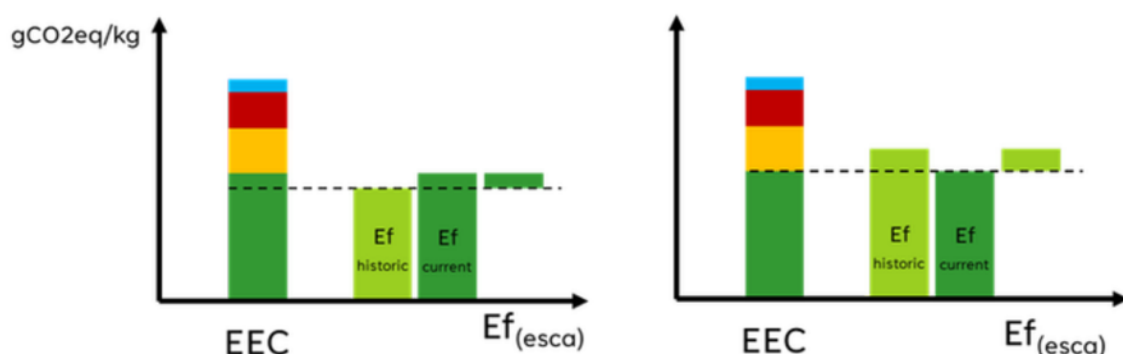
Si, pour quelque raison que ce soit, les agriculteurs mettent fin à leur bail avant la fin de la période d'engagement de 10 ans, ils seront soumis aux pénalités appliquées aux agriculteurs qui se retirent du programme ESCA. Ces pénalités visent à maintenir la durabilité des pratiques agricoles promues par le programme ESCA.

Dans les cas où le propriétaire refuse de renouveler le bail d'un agriculteur locataire, les règles de "cessation d'activité" expliquées au paragraphe "cas particulier" s'appliquent.

FACTEUR "EF"

$$Ef = Ef_{\text{historic}} - Ef_{\text{current}}$$

Le facteur « ef » représente les émissions associées à l'augmentation de l'utilisation d'engrais et d'herbicides. Les cultures fixatrices d'azote, qui permettent de réduire les besoins en engrais supplémentaires, peuvent être prises en compte dans les calculs. L'augmentation de l'utilisation d'engrais et d'herbicides est déterminée en comparant la consommation avant (Ef_{historic}), calculée comme la moyenne des trois années précédant l'entrée dans la nouvelle démarche ESCA (année d'engagement), et après l'adoption des nouvelles pratiques, en prenant en compte les émissions de l'année en cours (Ef_{current}).



Si Ef_{historic} est inférieur à Ef_{current} , la différence des émissions supplémentaires est déjà prise en compte dans le calcul du facteur "eec". Par conséquent, pour éviter un double comptage, les émissions "Ef" ne doivent pas être incluses.

En revanche, si Ef_{historic} est supérieur à Ef_{current} , la différence correspondant aux émissions économisées peut être calculée.

Les opérateurs économiques ont la possibilité de choisir le scénario conservateur en estimant un Ef_{historic} inférieur à Ef_{current} . Dans ce cas, le calcul de "Ef" n'est pas obligatoire.

LE RAPPORT DE 2BS

Chaque année, à l'occasion de la déclaration annuelle, le premier point de collecte doit communiquer à 2BS:

- Le nombre de fournisseurs utilisant la méthodologie de calcul GES en valeur réelle et parmi eux, le nombre d'agriculteurs revendiquant un bonus ESCA.
- Les informations relatives à la non-corrélation entre le modèle et la mesure. La déclaration comprendra, pour chaque lot revendiqué, les contributeurs, les éléments nécessaires et suffisants pour la détermination de l'ESCA.
- La liste des agriculteurs exclus du système ESCA ainsi que la liste des sanctions appliquées à chaque agriculteur.

Ces éléments seront vérifiés par l'auditeur lors de l'audit annuel. Ils permettront à 2BS de faire un rapport à la Commission Européenne et pourront être utilisés à des fins statistiques.

CAS PARTICULIERS

Dans le cadre de la procédure 2BS-PRO-03, une attention particulière est portée aux cas spécifiques qui peuvent survenir. Au paragraphe 2.7.7.15, intitulé "Cas particuliers", ces situations sont examinées en détail et expliquées de manière exhaustive.

Cessation d'activité

Si un agriculteur cesse son activité (ex: en cas de retraite ou de fin de bail par le propriétaire) et que celle-ci est reprise par un autre agriculteur souhaitant poursuivre l'approche ESCA :

- Cas n°1 : Si l'agriculteur repreneur n'est pas déjà engagé, il s'engage auprès de l'OE à appliquer les bonnes pratiques ; l'OE doit alors mettre à jour la liste des agriculteurs engagés.
- Cas n°2 : Si l'agriculteur repreneur est déjà engagé sur d'autres exploitations ayant des conditions climatiques et pédologiques similaires à la nouvelle exploitation, il doit continuer à appliquer ses pratiques vertueuses sur l'ensemble des exploitations pour déclarer un ESCA.
- Cas n°3 : Si l'agriculteur repreneur est déjà engagé sur d'autres exploitations, mais que celles-ci ont des conditions climatiques et pédologiques différentes de la nouvelle exploitation, il doit appliquer des pratiques vertueuses sur cette nouvelle exploitation. Une déclaration spécifique pour cette exploitation doit être faite.

Dans le cas où l'agriculteur repreneur ne souhaite pas poursuivre la démarche ESCA, l'engagement de son prédécesseur ne lui est pas applicable.

Extension de la surface d'une exploitation

- Cas 1 : si les nouvelles terres ont le même type de sol et des pratiques agricoles similaires, l'agriculteur gère le bonus esca de la même manière que ses autres parcelles.
- Cas 2 : si les nouvelles terres ont des types de sol et/ou des pratiques agricoles différents, une gestion différenciée du calcul de l'esca est nécessaire.

PÉRIODE DE TRANSITION

Toute graine récoltée jusqu'au 29 décembre 2023 inclus, peut suivre la méthodologie de calcul des GES en valeur réelle en vigueur à la date de récolte. Pour les graines récoltées à partir du 30 décembre 2023, la nouvelle méthodologie de calcul des GES doit être mise en application (procédure 2BS-PRO-03) :

Lorsqu'un agriculteur revendique un stockage de carbone :



Celui-ci doit s'engager par écrit, de manière formelle, auprès de son organisme stockeur (coopérative, négoce agricole), sur 5 ans renouvelables au moins une fois.



Celui-ci doit appliquer au minimum, chaque année, une des pratiques de meilleure gestion agricole :

- pas de labour
- labour réduit
- couverts intermédiaires,
- fertilisation organique,
- paillage ou mulchage utilisant des résidus de culture,
- rotation triennale,
- restitution des résidus de culture.



Celui-ci devra réaliser des analyses de sol à un intervalle régulier à partir de sa date de CSR, comme spécifié dans les cas ci-dessus.

D'autre part, toute revendication Esca ayant eu lieu avant l'application des nouvelles règles de certification de durabilité ne doit pas se conformer aux plafonds prévus par le Règlement d'Exécution (UE) 2022/996.

Ainsi, les règles prévues dans le Règlement d'Exécution (UE) 2022/996 ne s'appliqueraient pas à la certification de toute biomasse ayant été déclarée avant le 29 décembre 2023, indépendamment du fait que cette biomasse ait été transformée avant ou après le 29 décembre 2023.

DÉFINITIONS

- **Esca** : réductions d'émissions dues à l'accumulation du carbone dans les sols grâce à une meilleure gestion agricole exprimées en grammes d'équivalent CO2 par MJ
- **Clause Grand-Père** : sont concernés les producteurs ou opérateurs économiques primaires, qui se livrent déjà à des pratiques ESCA autorisées et ont présenté des déclarations ESCA respectives avant l'entrée en vigueur de ce règlement d'exécution
- **CSA** : est la masse estimée du stock de carbone contenu dans le sol par unité de surface associée aux pratiques de gestion des cultures réelles après au moins 10 ans d'application exprimée en Mg de C par ha.
- **CSR** : est la masse du stock de carbone contenu dans le sol par unité de surface associée à la pratique de gestion des cultures de référence exprimée en Mg de C par ha.
- **IPCC Tier 2** : L'IPCC Tier 2, ou Niveau 2 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC), fait référence à une méthode de calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) qui implique une analyse plus détaillée et spécifique des activités, par opposition au Niveau 1 qui utilise des facteurs d'émissions génériques.





ANNEXES

ANNEXE 1 : TABLEAUX RECAPITULATIFS DES SCENARIOS

CAS N°1

Agriculteurs se livrant déjà à des pratiques de gestion agricole améliorées autorisées et ayant présenté des déclaration ESCA avant le 30/06/2022

Dates	Preuves	Date de la soumission de la déclaration ESCA	CSR	CSA	Plafond
La date de début des bonnes pratiques agricoles correspond à la date d'application des pratiques de gestion agricole améliorées. La date d'engagement correspond à la date de signature de l'engagement à la nouvelle démarche ESCA, sur 5 ans renouvelable au moins une fois. De plus, elle correspond à la date de la 1ère déclaration des valeurs EEC et ESCA de l'agriculteur auprès de l'Organisme Stockeur (OS).	Preuves indiquant le début de l'application des pratiques de gestion agricole améliorées : présentation de la déclaration clause grand-père ou toute autre preuve attestant de l'information à l'OS de pratiques ESCA avant le 30.06.2022 (ex : date à laquelle le calculateur a été renseigné)	L'opérateur peut soumettre une déclaration ESCA sans période de carence	Le CSR doit être mesuré comme suit. Option 1 : analyse individuelle de sol réalisée avant le début des bonnes pratiques agricoles. Option 2 : mesure à partir d'un champ voisin si des analyses existent pour l'année de mise en place des bonnes pratiques agricoles. Option 3 : Utilisation d'une référence choisie dans un intervalle indiqué dans la base de données proposée par 2BS*	Après la date du CSR, l'opérateur calcule un CSA sur la base du modèle (CSA modélisé) pendant 5 ans. Au plus tard le 31 décembre de la 5ème année après la date du CSR, l'opérateur doit réaliser une première analyse de sol (CSA réel). La surface retenue pour le calcul CSA doit correspondre à l'ensemble des parcelles ayant fait l'objet de revendications ESCA jusqu'au 1er janvier de la cinquième année après la date du CSR.	Les producteurs engagés avant le 30.06.2022 bénéficient du plafonnement de l'ESCA à 45g éq. CO2/MJ de biocarburant ou bioliquide pendant 5 ans, c'est à dire jusqu'à la date du 1er CSA réel. Ce plafonnement pour un CSA se réalisant avant le 30.06.27. Par la suite, l'augmentation du stock de carbone mesurée à la 5e année (CSA réel) deviendra un plafond pour les déclarations annuelles à soumettre dans les 5 années suivantes.

*La première option doit être privilégiée, si la mesure n'existe pas, la deuxième ou la troisième option doivent être utilisées.

CAS N°2

Agriculteurs se livrant déjà à des pratiques de gestion agricole améliorées autorisées mais n'ayant pas présenté de déclaration ESCA avant le 30/06/2022

Date d'engagement	Preuves	Date de la soumission de la déclaration ESCA	CSR	CSA	Plafond
La date de début des bonnes pratiques agricoles correspond à la date d'application des pratiques de gestion agricole améliorées. La date d'engagement correspond à la date de signature de l'engagement à la nouvelle démarche ESCA, sur 5 ans renouvelable au moins une fois.	Preuves indiquant le début de l'application des pratiques de gestion agricole améliorées (ex : cahier d'épandage, plan de fumure, images satellites...).	Une période minimale continue de 3 ans pour l'application de la pratique de gestion améliorée est requise avant la date d'engagement, pour que l'agriculteur ou l'opérateur économique puisse soumettre une déclaration.	Le CSR doit être mesuré comme suit. Option 1 : analyse individuelle de sol devant être déterminée à partir d'analyses réalisées entre trois et un an avant l'année d'engagement Option 2 : mesure à partir d'un champ voisin si des analyses sont disponibles pour la période entre trois et un an avant l'année d'engagement. S'il n'y a pas de données disponibles, une première mesure est effectuée immédiatement, au moment de l'engagement (jusqu'au 31 décembre de l'année d'analyse CSR).* La surface retenue pour le calcul du CSR doit être représentative de l'exploitation. Elle peut correspondre soit à l'ensemble des parcelles durables de l'exploitation, soit, lorsque cette information est disponible, à la surface mobilisée dans le cadre de la démarche ESCA. Dans tous les cas, la surface prise en compte ne peut être inférieure à celle des parcelles prévues d'être mobilisées dans la démarche ESCA.	Après la date du CSR, l'opérateur calcule un CSA sur la base du modèle (CSA modélisé) pendant 5 ans. Au plus tard le 31 décembre de la 5ème année après la date du CSR, l'opérateur doit réaliser une première analyse de sol (CSA réel). La surface retenue pour le calcul CSA doit correspondre à l'ensemble des parcelles ayant fait l'objet de revendications ESCA jusqu'au 1er janvier de la cinquième année après la date du CSR.	La valeur totale maximale possible de la déclaration annuelle des réductions des émissions dues à l'accumulation de carbone dans les sols grâce à une meilleure gestion agricole (ESCA) est plafonnée à 25g éq. CO2/MJ de biocarburant ou bioliquide pour toute la période d'application des pratiques ESCA.

*La première option doit être privilégiée, si la mesure n'existe pas, la deuxième option doit être utilisée.

CAS N°3

Agriculteurs débutant l'application de pratiques de gestion agricole améliorées après le 30/06/2022

Date d'engagement	Preuves	Date de la soumission de la déclaration ESCA	CSR	CSA	Plafond
La date d'engagement correspond à la date de début d'application des bonnes pratiques et donc à la date de la mesure du CSR.	Preuves de l'application des bonnes pratiques agricoles (ex : cahier d'épandage, plan de fumure, images satellites...).	Une période minimale continue de 3 ans pour l'application de la pratique de gestion améliorée est requise avant que l'agriculteur ou l'opérateur économique puisse soumettre une déclaration	L'estimation du CSR sera basée sur une analyse du sol à la date de l'engagement (jusqu'au 31 décembre de l'année d'analyse CSR). La surface retenue pour le calcul du CSR doit être représentative de l'exploitation. Elle peut correspondre soit à l'ensemble des parcelles durables de l'exploitation, soit, lorsque cette information est disponible, à la surface mobilisée dans le cadre de la démarche ESCA. Dans tous les cas, la surface prise en compte ne peut être inférieure à celle des parcelles prévues d'être mobilisées dans la démarche ESCA.	Entre la 3ème et la 5ème année, celui-ci calcule un CSA sur la base du modèle (CSA modélisé). Au plus le 31 décembre de la 5ème année après la date du CSR, l'opérateur doit réaliser une nouvelle analyse de sol (CSA réel). La surface retenue pour le calcul CSA doit correspondre à l'ensemble des parcelles ayant fait l'objet de revendications ESCA jusqu'au 1er janvier de la cinquième année après la date du CSR.	La valeur totale maximale possible de la déclaration annuelle des réductions des émissions dues à l'accumulation de carbone dans les sols grâce à une meilleure gestion agricole (ESCA) est plafonnée à 25 g éq. CO2/MJ de biocarburant ou de bioliquide pour toute la période d'application des pratiques ESCA.

ANNEXE 2 : MODÈLE DE DÉCLARATION DE DURABILITÉ (SD)

Le modèle de déclaration de durabilité a été mis à jour afin d'ajouter un champ relatif aux plafonds ESCA.

Les informations concernant le plafond de l'ESCA doivent être communiquées tout au long de la chaîne afin que la dernière interface puisse appliquer le plafond approprié. Selon le cas dans lequel se situe les agriculteurs, un pourcentage de la matière peut être soumis à un plafond de 45gCO₂eq/MJ, tandis qu'une autre partie peut être soumise à un plafond de 25gCO₂eq/MJ.

Raw Materials & intermediate products - RED II, Sustainability declaration	
In the framework of Renewable Energy Directive (RED) 2018/2001 (RED II)	
Unique number of Sustainability Declaration	EU-2BDR-SD
Date of issuance of the SD	DD/MM/YYYY
Supplier certified by	Recipient
Company	Company
Entity Address	Entity Address
Shipping / dispatch address if different	Receipt / receiving address if different
Certificate number	Contract number
General Information	
Type of raw material (1), or	
Type of intermediary product (2)	
Additional information (3)	
Country of origin (raw material)	
EU RED II compliant (4)	☐
Quantity	m3 ☐ Metric tonnes ☐
Sustainability criteria applicable to raw material (feedstock)	
The raw material complies with the sustainability criteria according to Art. 29 (2)-(7) RED II (5)	☐
The agriculture biomass is an intermediate crop (if applicable)	☐
The agriculture biomass fulfills the measures for low ILUC risk feedstocks (if required)	☐
The raw material complies with the definitions of waste or residue according to RED II (4)	☐
Greenhouse Gas (GHG) information	
Total default value (gCO ₂ /MJ) according to RED II, Annex V, Part A (7) to be applied by the last interface Yes ☐ No ☐	
If disaggregated default values (gCO ₂ /MJ), Annex V, Part D (8), state DDV in the applicable element of the formula below	
If NUTS 2 or actual values state the value (gCO ₂ /dry-ton) in the applicable element of the formula below	
If actual Etd emissions apply, specify the means of transport & the distance (Kms), then the applicable calculated emission in the formula below	
Road: Train: Ship:	
$EB = [Eec + Ei + Ep + Etd + Eu - Esca - Eecs - Eeer] =$	
Disaggregated default value for oil extraction is applied	Yes ☐ No ☐ NA ☐
Disaggregated default value for soil N2O emissions is applied	Yes ☐ No ☐ NA ☐
Esca: bonus of 45 gCO ₂ eq/MJ of manure in the case animal manure is used as a substrate for the production of biogas and biomethane (biogas supply chains)	Yes ☐ No ☐ NA ☐
Esca: cap of 45 gCO ₂ eq/MJ to be applied on (9)	N NA ☐
Esca: cap of 25 gCO ₂ eq/MJ to be applied on (9)	N NA ☐
Ei: bonus of 29 gCO ₂ /MJ if biomass is obtained from restored land	Yes ☐ No ☐ NA ☐
Incentives / subsidies received for the production of biogas (biogas supply chains)	Yes ☐ No ☐ NA ☐
The transmission of SD number without the 2BS certificate number is useless	

Additional explanations:	
(1) - Raw materials	are sustainable materials, collected by certified collection points (agricultural and forest biomass including residues from agriculture, fisheries and forestry, and wastes & residues)
(2) - Intermediary products	are outputs of a first conversion process where sustainable raw materials have been processed
(3) - Whatever information, enabling a better description of the raw material or the intermediate product (if appropriate).	
(4) - The claim "EU complaint", means that the upstream supply chain is certified by a voluntary scheme recognized by the EU	
(5) - Applicable to agricultural and forest biomass including residues from agriculture, fisheries and forestry	
(6) - According to RED II definitions for wastes & residues	
(7) - The application of the total default value emissions determine the % of savings per biofuel production pathways	
(8) - The DDV are applicable to the following elements of the formula: by step, eec (including N2O emissions), ep (including the oil extraction process), and etd emissions or total DDV (eec+ep+etd)	
(9) - The information regarding the esca cap to be applied needs to be communicated throughout the chain for the last interface to apply the appropriate cap. Depending on the scenario of farmers, a percentage of the material may be subject to a cap of 45gCO ₂ eq/MJ, while another portion may be subject to the 25gCO ₂ eq/MJ cap.	
E	Total GHG emissions from supply and use of the fuel
Eec	GHG emissions from the extraction or cultivation of raw materials
Ei	Annualized (over 20 years) GHG emissions from carbon stock change due to land use change
Ep	GHG emissions from processing
Etd	GHG emissions from transport and distribution. Etd includes downstream emissions for distribution up to and including the filling station
Eu	GHG emissions from the fuel in use (Biofuels for transport Eu = 0) *
Esca	GHG emissions savings from soil carbon accumulation via improved agricultural management
Eecs	GHG emissions savings from carbon capture and geological storage
Eeer	GHG emissions savings from carbon capture and replacement

ANNEXE 3 : TABLES DE REFERENCE POUR ETABLIR LE CSR

La table de référence ci-dessous permet de déterminer le CSR lorsque l'option numéro 3 est sélectionnée par les agriculteurs opérant dans le scénario numéro 1. L'intervalle du CSR est compris entre la valeur minimale et maximale selon la région, avec la médiane et la moyenne servant d'indicateurs. Il est impératif de fixer le CSR pour chaque agriculteur lors de son engagement. Cette valeur demeure inchangée jusqu'à la prochaine analyse de sol (CSA réelle).

Lorsqu'une exploitation couvre plusieurs régions, le CSR se situe dans l'intervalle de valeurs communes aux deux régions.

Stock de carbone par région (tonnes de carbone par hectares)

	Maximum	Minimum	Médiane	Moyenne
Nord Pas de Calais	93	42	59	59
Provence Alpes Cote d'Azur	88	16	40	43
Picardie	86	26	42	45
Basse Normandie	85	27	55	55
Centre	82	10	44	44
Rhône alpes	82	20	45	48
Limousin	81	41	52	57
Auvergne	79	30	56	54
Haute Normandie	76	18	45	45
Corse	43	27	35	35
Franche Comté	137	31	61	64
Aquitaine	129	23	42	49
Lorraine	124	37	54	61
Alsace	113	21	52	55
Bourgogne	113	27	51	54
Languedoc Roussillon	113	12	36	40
Champagne Ardennes	103	32	53	56
Ile de France	102	21	48	48
Pays de la loire	101	25	47	49
Poitou Charentes	101	24	48	50
Midi Pyrénées	130	18	41	45
Bretagne	120	25	68	71

ANNEXE 4 : MODÈLE DE FORMULAIRE D'ENGAGEMENT

L'engagement représente un document officiel, signé par l'agriculteur, et remis aux premiers points de collecte où il vend ses matières premières. Pour garantir la traçabilité et la transparence du processus, 2BS recommande aux agriculteurs de conserver une copie de ce document. Cela leur permet non seulement de disposer d'une preuve tangible de leur engagement, mais aussi de faciliter toute vérification ultérieure.

	ENGAGEMENT DES AGRICULTEURS DANS LA DEMARCHE ESCA	Version : 2 (fr) Date : 28/05/2024
---	---	---------------------------------------

Je soussigné(e) :

Identification du demandeur

Nom:.....
Prénoms :.....
Adresse :
Fonction du demandeur au sein de l'exploitation.....

Identification de l'exploitation

Dénomination sociale :.....
Forme juridique: ☐ GAEC ☐ EARL ☐ SCEA ☐ SARL ☐ Autres.....
N° SIRET :.....
Adresse du siège d'exploitation:.....
Numéro(s) de téléphone :.....
Adresse électronique :.....

A la date de signature de ce document,

- M'engage sur 5 ans renouvelable obligatoirement une fois, à appliquer annuellement au minimum une pratique de meilleure gestion agricole (réduction du travail du sol ou l'absence de travail du sol, l'amélioration des cultures/de la rotation, l'utilisation de cultures de protection, y compris la gestion de résidus de cultures, et l'utilisation d'amendements organiques), sur mon exploitation dans la démarche décennale ESCA.
- En cas de statut d'agriculteur locataire, je m'engage à louer les mêmes parcelles incluses dans la démarche ESCA pendant la durée de l'engagement.
- Être en mesure de fournir tout document adéquat (ex : cahier d'épandage, plan de fumure, image satellite, factures, certificat ou rapport de tierce partie, etc...) pour justifier de la mise en œuvre de ces pratiques sur mon exploitation. Ces documents sont référencés, transparents et vérifiables, de sorte qu'un auditeur puisse contrôler la véracité et la pertinence des informations qu'ils contiennent.

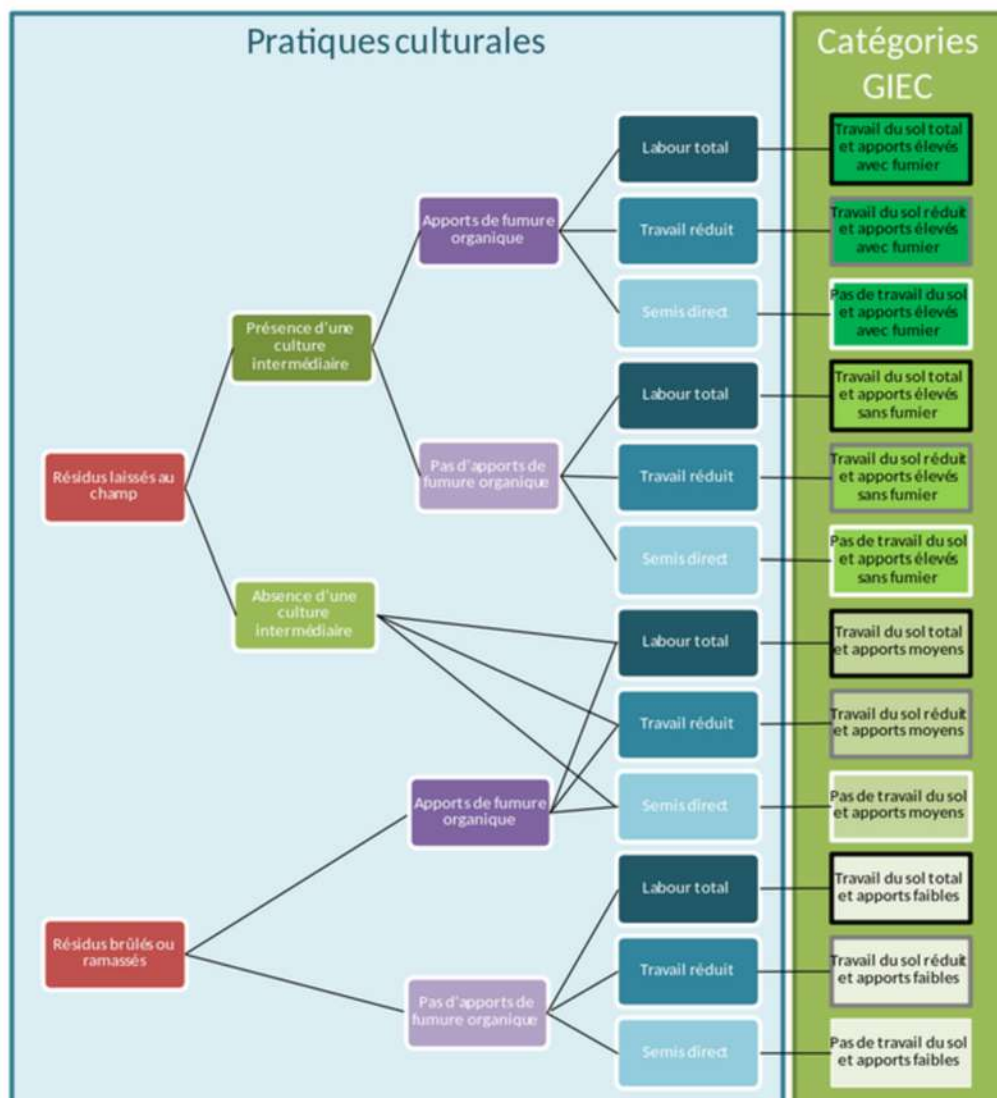
Fait en deux exemplaires,

A:..... Le.....

Signature:

ANNEXE 5 : CORPUS DE DOCUMENTS

- « Emissions de GES induites par les variations de carbone dans les sols et la biomasse » agricoles 4-1-441563094477661514.pdf (arvalis.fr) : p19-21 ; Figure 4. P22 (classification différentes pour différencier les différentes catégories du GIEC)



- Stocker du carbone dans les sols français, quel potentiel et à quel coût ?
<https://library.oapen.org/viewer/web/viewer.html?file=/bitstream/handle/20.500.12657/51619/9782759231492.pdf?sequence=1&isAllowed=y> : p178
- <https://hal.science/hal-03163517/file/Etude4p1000-rapport.pdf>
- «Raisonner l'apport d'un produit Organique»: p3
https://occitanie.chambreagriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/GuidePO_Tome1_chapitre_8.pdf

Recommandations de diverses chambres d'agricultures

- Chambre Agriculture Isère : https://extranet-isere.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Auvergne-Rhone-Alpes/guide_effluents_fevrier_2017.pdf : p.10.
- Chambre Agriculture Puy du Dôme : https://extranet-puy-de-dome.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Auvergne-Rhone-Alpes/Guide_regional_fertilisation_sept_2016.pdf : p8 a 10
- Chambre Agriculture Alsace : https://alsace.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Grand-Est/Alsace_fertilisation_grandes_cultures_guide_Alsace.pdf

Caractéristiques du colza		Dose d'azote à apporter (kg N/ha)	
Poids frais en sortie d'hiver (kg colza /m²)	Niveau de rendement (qx/ha)	Sol superficiel sans apport de MO	Sol profond sans apport de MO
0,2	30	190	160
0,2	35		200
0,4	30	170	140
0,4	35	210	180
0,6	30	150	130
0,6	35	190	170
0,6	40		210
0,8	30	140	110
0,8	35	170	150
0,8	40		190
1	30	120	100
1	35	160	140
1	40	200	170
1	45	240	210
1,2	30	100	80
1,2	35	140	120
1,2	40	180	160
1,2	45	220	200
1,4	30	90	60
1,4	35	130	100
1,4	40	160	140
1,4	45	200	180
1,6	30	70	40
1,6	35	110	80
1,6	40	150	130
1,6	45	190	160
1,8	30	60	30
1,8	35	90	70
1,8	40	130	110
1,8	45	170	150
2	35	80	50
2	40	120	90
2	45	150	130
2,2	35	60	30
2,2	40	100	70
2,2	45	140	110
2,4	35	40	20
2,4	40	80	60
2,4	45	120	90

- https://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_des_Bonnes_Pratiques_Agricoles_cle4a82cc.pdf : p70
- « Valorisation agricole des matières fertilisantes d'origine résiduaire en occitanie » https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/Agroenvironnement/guideMAFOR-vol1-crao2021.pdf

- Chambre Agriculture Pays de la Loire : https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2009_et_ant/34-2007_gc_colza_hiver_reussir_sa_culture.pdf

Autres documentations

- Intercomparaison of national & IPCC methods for estimating N loss from agricultural land <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1012695413780>
- Les services de l'Etat dans l'Aube, les Ardennes « Résultats Analyses de sols » https://www.aube.gouv.fr/contenu/telechargement/29341/187448/file/2021-08-10_Anxi-7_R%C3%A9sultats+analyses+de+sols.pdf

Informations sur les Cultures à Bas niveau d'intrants (BNI), assimilées BNI, ou Agriculture Biologique

- « Etude filières Bas Niveau d'Intrants et biologiques V2 | Fosse de Melun 2021 Etat des lieux et potentiel de développement des filières Bas Niveau d'Intrants et biologiques sur le territoire de la Fosse de Melun » [20211105_EDL-_-potentiel_filieres_BNI-AB_FDM_V2_final.pdf](#) (chambre-agriculture.fr)

ANNEXE 6 : RAPPORT “MESURE DE LA DENSITE APPARENTE DES SOLS DANS LE CONTEXTE RED III EN FRANCE”

Limites de la méthode du cylindre et perspectives d’alternatives

Auteur : Membres du groupe de travail EEC ESCA (2BSvs)

Date : 06/08/2025

Résumé :

Depuis 2019, des graines de colza et de tournesol sont produites selon des pratiques agronomiques bas carbone, conformément à la directive européenne RED. Ces graines, destinées à la production de biocarburants à faibles émissions de gaz à effet de serre, doivent répondre à des critères stricts de durabilité, notamment via la mesure des émissions liées à la culture (EEC) et du stockage de carbone dans les sols (ESCA).

Depuis l’entrée en vigueur du règlement d’exécution (UE) 2022/996, le calcul de l’ESCA repose sur des mesures empiriques réalisées directement sur les parcelles agricoles, dans des conditions homogènes entre deux cultures donc majoritairement en période estivale. Le stock de carbone est défini comme le produit de la densité apparente du sol et du taux de carbone organique, tous deux devant être mesurés selon des protocoles normalisés. Les lignes directrices ESCA (2BSvs – version 4, oct 2024) recommandent notamment trois mesures de densité par exploitation, réalisées à l’aide d’un cylindre métallique selon la norme NF ISO 11272.

Les acteurs économiques en France prévoient plusieurs campagnes d’analyses de sols pour répondre à ces exigences, dès 2025, des campagnes annuelles sur plusieurs dizaines de milliers d’hectares pour les agriculteurs « non-clause Grand-Père ». Et en 2027, une opération d’envergure couvrant plus de 150 000 hectares pour les exploitants relevant de la clause « Grand-Père ».

Bien que la méthode du cylindre soit recommandée au niveau institutionnel, son déploiement sur le terrain présente trois limites majeures :

En période estivale, les conditions de sol (secs et compactés) rendent son utilisation quasi impossible. Le rendement est trop faible, les risques de biais sont élevés, et l’incertitude des mesures obtenues en été est trop importante. Ces contraintes sont largement documentées dans la littérature scientifique et reconnues par les laboratoires spécialisés.

Dans les sols sableux, la méthode est inefficace car le cylindre se remplit mal. La seule alternative viable dans ce contexte est la méthode par excavation, dont le coût élevé exclut de facto les parcelles sableuses de toute campagne de mesure à grande échelle.

Dans les sols caillouteux, fréquents dans les zones de culture du colza et du tournesol (Bourgogne, Poitou-Charentes, Somme, etc.), la présence de pierres empêche un arasement correct du cylindre et entraîne un remplissage hétérogène, faussant les résultats et entraînant des incertitudes de mesure importantes.

Dans ces trois situations, les conditions de terrain rendent la méthode du cylindre inapplicable, avec un rendement insuffisant et une forte probabilité de biais. Ces limites sont bien établies dans la littérature scientifique et confirmées par les retours d’expérience des laboratoires spécialisés.

Le document 2BS-PRO-03 (RED III) prévoit l’usage d’une méthode alternative « fiable » lorsque le cylindre est inapplicable. Or, aucune méthode de substitution n’était clairement définie, ce qui ouvrait la voie à des pratiques hétérogènes, des résultats non comparables, et des distorsions de marché.

Sans changement de méthode, les campagnes de mesure ne pourraient pas être réalisées dans les délais, mettant en péril la conformité des exploitants et la pérennité des filières biocarburants en valeur réelle.

Face à ce constat, l'approche indirecte fondée sur la caractérisation du sol (type de sol, granulométrie) et l'utilisation de fonctions de pédotransfert constitue la seule solution techniquement et réglementairement viable, des prélèvements de sol seront bien réalisés, incluant des mesures empiriques du carbone organique ainsi que des échantillons destinés à l'analyse de la densité apparente. Elle permet une mise en œuvre à grande échelle, garantit la qualité des données, et sécurise le déploiement des filières bas GES.

1. Contexte réglementaire et technique

Depuis 2019, des graines de colza et de tournesol sont produites selon des pratiques agronomiques bas carbone, conformément à la directive européenne sur les énergies renouvelables (RED). Ces graines, destinées à la production de biocarburants à faibles émissions de gaz à effet de serre (« biocarburants bas GES »), doivent répondre à des critères stricts de durabilité, notamment via la quantification de deux paramètres :

- **EEC** : émissions liées à la culture (intrants, pratiques agricoles) ;
- **ESCA** : réductions d'émissions par stockage de carbone dans les sols.

Depuis l'entrée en vigueur du règlement d'exécution (UE) 2022/996, le calcul de l'ESCA repose sur des mesures empiriques de carbone organique dans les sols agricoles, et non plus sur des modèles théoriques. Les prélèvements doivent être réalisés en période estivale, dans des conditions homogènes, avant semis ou jusqu'à deux mois après récolte.

Les lignes directrices ESCA publiées par 2BSvs (version 4 – octobre 2024) précisent que le calcul du stock de carbone repose sur la formule suivante :

$$\text{Stock de carbone} = \text{Densité apparente} \times \text{Taux de carbone organique}$$

Ces deux paramètres doivent être mesurés directement sur les parcelles concernées. En ce qui concerne la densité apparente, les recommandations stipulent :

- Trois mesures par exploitation, représentatives des types de sols ;
- Utilisation de la méthode standard selon la norme **NF ISO 11272**, basée sur le prélèvement d'un échantillon non perturbé à l'aide d'un cylindre métallique.

Dans le cadre du maintien et du développement des filières de biocarburants bas GES, qui revêtent un intérêt stratégique pour les secteurs agricole et énergétique, les acteurs économiques français prévoient de déployer plusieurs campagnes d'analyses de sols. À partir de 2025, des campagnes annuelles seront menées sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares pour les agriculteurs non concernés par la clause « Grand-Père ». En parallèle, une opération d'envergure est prévue à l'été 2027, couvrant plus de 150 000 hectares, afin de garantir la conformité des exploitants relevant de cette clause.

Cependant, des contraintes techniques sérieuses freinent la mise en œuvre de cette opération. La méthodologie actuellement recommandée pour mesurer la densité apparente des sols – fondée sur le prélèvement par cylindre – s'avère difficilement déployable à grande échelle, en particulier durant la période estivale, où les conditions de terrain sont défavorables.

Cette situation ralentit l'intégration de nouveaux agriculteurs dans les filières, pourtant rémunératrices, et compromet la conformité des exploitants relevant de la clause « Grand-Père », dont les analyses doivent impérativement être réalisées en 2027.

2. La méthode du cylindre

a. Fonctionnement de la méthode du cylindre (NF11272)

Cette méthode permet de mesurer directement la densité apparente du sol in situ. En théorie, l'utilisation d'un cylindre réduit les erreurs liées à la mesure du volume, comparativement à d'autres méthodes dites directes (comme celles utilisant du sable ou de la paraffine), car elle implique le prélèvement d'un volume fixe de sol sur le terrain. Les étapes de prélèvement et d'analyse sont détaillées ci-contre. Cependant, en pratique, son application sur le terrain à grande échelle rencontre plusieurs difficultés, elle est **très exigeante sur les conditions de terrain**. Le protocole standard FAO (2023) précise d'ailleurs que le cylindre n'est pas recommandé dans plusieurs situations pratiques.*

Préparation du Cylindre (norme NF11272)

Utilisation d'un cylindre métallique rigide de volume connu (par ex. 100 ou 250 cm³), aux arêtes coupantes pour trancher le sol. On marque le cylindre, on mesure sa tare et son volume exact.

Prélèvement d'un Sol Non Perturbé

Le cylindre est enfoncé à la main ou au maillet dans le sol à la profondeur voulue (souvent 0–30 cm) pour extraire un échantillon intact. Il faut éviter de compacter le sol en frappant et s'assurer que le cylindre se remplit entièrement sans espaces vides.

Extraction et Conditionnement

On dégage soigneusement le cylindre et on retaille le sol affleurant ses extrémités pour qu'il soit exactement à ras du volume du cylindre. L'échantillon contenu représente alors un volume connu de sol. Le cylindre est bouché ou enveloppé (gaze + élastique) pour conserver tout le matériau.

Séchage et Pesée au Laboratoire

L'échantillon est pesé humide puis séché en étuve à 105 °C jusqu'à poids constant (élimination de l'eau). Après refroidissement en dessiccateur, on pèse le sol sec. La densité apparente sèche est calculée: $D_a = (\text{masse de sol sec}) / (\text{volume du cylindre})$.

Vérification et Corrections

On vérifie qu'aucun caillou ou débris organique majeur n'a faussé la mesure. Par exemple, il est recommandé d'émietter le sol sec après pesée pour détecter la présence de gros éléments pouvant avoir artificiellement augmenté la masse mesurée.

*FAO. (2020). *Soil sampling and methods of analysis for soil carbon*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations

b. Incompatibilité avec les conditions de terrain - Limites de la Méthode du cylindre en été à grande échelle

Malgré sa précision en laboratoire, la méthode du cylindre pose des **problèmes opérationnels notamment au niveau de l'étape de prélèvement en conditions estivales** :

Sol trop sec et dur : En été, après récolte, la couche arable est souvent trop sèche et compactée, rendant l'insertion du cylindre difficile sans endommager l'échantillon. Les protocoles déconseillent son usage sur sols « durs », car les chocs nécessaires à l'enfoncement provoquent fissures et vibrations. Sans précaution, la carotte se fragmente, rendant la mesure inutilisable. La FAO recommande d'éviter cette méthode dans ces conditions. Des experts suggèrent un pré-humectage localisé (ex. arrosage 24h avant), mais cette pratique est peu réaliste à grande échelle.¹

Risque d'effritement des sols peu cohérents : Certains sols très secs (sableux, fissurés) manquent de cohésion. Même si le cylindre est rempli, l'échantillon peut s'effriter à l'extraction. La FAO cite les sols « sans structure ou à cohésion trop faible » comme incompatibles avec cette méthode. ¹^[1]

Présence de cailloux ou débris organiques : Les sols agricoles contiennent fréquemment des éléments grossiers (graviers, cailloux). Si un caillou est intercepté, le cylindre peut s'arrêter ou incorporer le caillou, faussant la mesure (volume incomplet ou masse surévaluée). Au-delà de 10 % de cailloux, la densité apparente devient inexacte. Les pierres, plus denses que la terre fine, biaisent fortement les résultats. En pratique estivale, des sols superficiels sur roche ou des terres alluviales graveleuses mettront le cylindre en échec ou produiront des valeurs fantaisistes.*

*KAYNAK, A. (2023). *Soil bulk density estimation methods: A review*. Academia.edu.

Résidus végétaux : Les chaumes et pailles présents après récolte peuvent être inclus dans l'échantillon, allégeant artificiellement la densité mesurée. Leur retrait nécessite une manipulation supplémentaire.

Biais de compaction à l'échantillonnage : L'enfoncement forcé du cylindre dans un sol sec peut compacter excessivement l'échantillon, surestimant la densité. La littérature souligne que le diamètre du cylindre, l'humidité du sol et l'expérience de l'opérateur influencent fortement la précision. Cet écueil est particulièrement probable en été sec en période estivale.

Effet de la température et de l'humidité : Bien que la densité sèche soit théoriquement indépendante de l'humidité initiale, celle-ci affecte la qualité de l'échantillon. Un sol modérément humide est plus facile à prélever. À l'inverse, un sol trop sec se disloque, un sol détrempé colle et se compacte. Des variations d'humidité entre sites ou dates compliquent les comparaisons sans correction. La FAO déconseille le cylindre pour les « sols excessivement mouillés qui collent aux parois et causent de la compaction ». Ces complications d'humidité rendent l'interprétation plus ardue à large échelle (sauf à tout mesurer exactement au même moment et conditions, ce qui est irréaliste).

Faible rendement et manque de représentativité : Chaque prélèvement nécessite 20–30 minutes, et l'étuvage dure 24h par échantillon. À grande échelle (ex. 300 carottes pour 100 fermes), cela mobilise des ressources importantes. La méthode devient logistique lourde et coûteuse. En sols hétérogènes, le nombre d'échantillons requis pour une représentativité suffisante est prohibitif. C'est pourquoi les inventaires nationaux privilégient des méthodes indirectes. De plus, l'accès aux parcelles peut être limité en été (chaumes, indisponibilité des agriculteurs).*

*

- Soil Quality Pty Ltd. (n.d.). Bulk density measurement. [Soilquality.org.au](https://soilquality.org.au).
- Chen, S., Chen, Z., Zhang, X., Luo, Z., Schillaci, C., Arrouays, D., Richer-de-Forges, A. C., and Shi, Z.: European topsoil bulk density and organic carbon stock database (0–20 cm) using machine-learning-based pedotransfer functions, *Earth Syst. Sci. Data*, 16, 2367–2383, <https://doi.org/10.5194/essd-16-2367-2024>, 2024.

L'ensemble des contraintes identifiées – conditions estivales défavorables, faible reproductibilité, complexité logistique – remet sérieusement en question la pertinence de la méthode du cylindre pour des campagnes de mesure à grande échelle. Ces limites sont documentées dans la littérature scientifique et reconnues par les laboratoires spécialisés, qui déconseillent explicitement son usage dans ce type de contexte. En conséquence, cette méthode ne peut plus être considérée comme une solution de routine, mais uniquement comme une option ponctuelle, applicable dans des conditions techniques maîtrisées.

Le document 2BS-PRO-03 (RED III) prévoit le recours à une méthode alternative « fiable » lorsque le cylindre est inapplicable. Toutefois, l'absence de définition normative de cette alternative expose les acteurs à une fragmentation des pratiques, à une variabilité des résultats et à des risques de distorsion sur le marché des biocarburants en valeur réelle.

Dans ce contexte, le maintien du statu quo sur la méthodologie au cylindre rend impossible le déploiement opérationnel des campagnes de mesure dans les délais requis, mettant directement en péril la conformité des exploitants et la pérennité des filières. Il est donc impératif d'adopter une méthode alternative, plus robuste, reproductible et adaptée aux contraintes de terrain estivales. Une telle évolution est non seulement nécessaire pour garantir la qualité des données, mais également pour sécuriser l'ensemble du dispositif de certification carbone à l'échelle nationale et européenne.

3. Méthode par pédotransfert : une alternative robuste

a. Fonctionnement par pédotransfert

Cette approche repose sur l'analyse en laboratoire d'échantillons remaniés (granulométrie, type de sol, teneur en matière organique), à partir desquels la densité apparente est estimée via des abaques ou des fonctions de pédotransfert. Elle ne mesure pas le volume in situ, mais nécessite tout de même un prélèvement terrain spécifique.

La densité apparente étant fortement corrélée à la texture et au carbone organique, cette méthode offre une bonne précision sur les horizons superficiels (0–30 cm), à condition de disposer de données texturales fiables. C'est le cas dans les filières biocarburant, où les sols sont bien caractérisés.

Préparation du Cylindre (norme NF11272)

Utilisation d'un cylindre métallique rigide de volume connu (par ex. 100 ou 250 cm³), aux arêtes coupantes pour trancher le sol. On marque le cylindre, on mesure sa tare et son volume exact.

Prélèvement d'un Sol Non Perturbé

Le cylindre est enfoncé à la main ou au maillet dans le sol à la profondeur voulue (souvent 0–30 cm) pour extraire un échantillon intact. Il faut éviter de compacter le sol en frappant et s'assurer que le cylindre se remplit entièrement sans espaces vides.

Extraction et Conditionnement

On dégage soigneusement le cylindre et on retaille le sol affleurant ses extrémités pour qu'il soit exactement à ras du volume du cylindre. L'échantillon contenu représente alors un volume connu de sol. Le cylindre est bouché ou enveloppé (gaze + élastique) pour conserver tout le matériau.

Séchage et Pesée au Laboratoire

L'échantillon est pesé humide puis séché en étuve à 105 °C jusqu'à poids constant (élimination de l'eau). Après refroidissement en dessiccateur, on pèse le sol sec. La densité apparente sèche est calculée : $D_a = (\text{masse de sol sec}) / (\text{volume du cylindre})$.

Vérification et Corrections

On vérifie qu'aucun caillou ou débris organique majeur n'a faussé la mesure. Par exemple, il est recommandé d'émietter le sol sec après pesée pour détecter la présence de gros éléments pouvant avoir artificiellement augmenté la masse mesurée.

À l'échelle internationale, les fonctions de pédotransfert sont largement utilisées pour estimer la densité apparente dans les bases de données sols. Elles sont reconnues comme des outils efficaces permettant de prédire cette propriété à partir de variables facilement accessibles comme la texture (argile, limon, sable) et le carbone organique.

*Chen, S., Chen, Z., Zhang, X., Luo, Z., Schillaci, C., Arrouays, D., Richer-de-Forges, A. C., and Shi, Z.: European topsoil bulk density and organic carbon stock database (0–20 cm) using machine-learning-based pedotransfer functions, *Earth Syst. Sci. Data*, 16, 2367–2383, <https://doi.org/10.5194/essd-16-2367-2024>, 2024.

b. Avantages de la méthode par pédotransfert

Cette méthodologie présente de **nombreux avantages pratiques et scientifiques**, en particulier dans le contexte d'une campagne estivale à large échelle tel que cela sera déployé sur les filières biocarburant en valeur réelle :

- **Applicabilité terrain étendue** : La méthode est compatible avec tous types de sols, y compris caillouteux, sableux ou très secs. Même en cas de sol dur, une tarière motorisée permet de prélever de la terre pulvérisée, suffisante pour l'analyse granulométrique. Il n'existe donc pas de situation pédologique bloquante, ce qui est essentiel pour une campagne à grande échelle dans un temps limité.
- **Fiabilité scientifique** : Les fonctions de pédotransfert offrent une précision suffisante pour les usages agronomiques. Les performances observées ($R^2 \sim 0,58$) sont comparables à la variabilité naturelle des sols. De plus, lorsque ces densités sont utilisées pour calculer des stocks de carbone, l'erreur relative diminue – on parvient à un $R^2 \sim 0,84-0,85$ sur la prédiction de stocks, ce qui est très satisfaisant. Les modèles modernes sont calibrés pour éviter les biais systématiques, et les cas atypiques peuvent être identifiés et traités séparément.
- **Cohérence et reproductibilité** : Les estimations issues d'une méthodologie par **pédotransfert et régression** offrent une meilleure homogénéité entre parcelles similaires. Contrairement au cylindre, la méthode limite les erreurs aléatoires et garantit une meilleure reproductibilité des résultats.*

**McKenzie N, Coughlan K and Cresswell H (2002) Soil Physical Measurement and Interpretation For Land Evaluation. CSIRO Publishing: Collingwood, Victoria.*

McKenzie NJ, Jacquier DJ, Isbell RF, Brown KL (2004) Australian Soils and Landscapes An Illustrated Compendium. CSIRO Publishing: Collingwood, Victoria.

- **Représentativité spatiale** : Le recours à des échantillons composites (15 sous-prélèvements par parcelle de 5ha) permet de lisser la variabilité locale et de représenter efficacement une zone homogène. Cette approche est cohérente avec celle utilisée pour la mesure de carbone organique, assurant une base commune pour le calcul des stocks.
- **Efficacité logistique** : Le prélèvement est rapide et peu contraignant. En laboratoire, les analyses sont automatisables, permettant un traitement en série de nombreux échantillons contrairement au cylindre qui mobilise davantage de ressources humaines et matérielles.

Compte tenu de l'ensemble des avantages identifiés, l'approche fondée sur la caractérisation du sol (type, granulométrie, matière organique) et l'utilisation d'abaques ou de fonctions de pédotransfert s'impose comme la solution la plus adaptée au contexte opérationnel et réglementaire actuel. Elle offre une réponse concrète aux limites de la méthode du cylindre, en permettant une mise en œuvre fiable, reproductible et compatible avec les contraintes logistiques d'une campagne d'analyse estivale à grande échelle.

Cette méthode, déjà reconnue par les recommandations internationales, permet de concilier rigueur scientifique, efficacité technique et représentativité spatiale. Elle facilite la standardisation des pratiques, réduit les risques d'erreur liés aux conditions de terrain, et optimise les ressources mobilisées pour les analyses.

Dans un cadre où la robustesse des données est essentielle pour garantir la conformité des filières biocarburants bas GES, cette approche constitue une alternative crédible, durable et pleinement opérationnelle. Son adoption apparaît non seulement pertinente, mais indispensable pour sécuriser les objectifs de traçabilité et de performance environnementale attendus par l'Union Européenne.

4. Conclusion

Dans le cadre d'une campagne estivale à grande échelle, notamment pour les filières biocarburants en valeur réelle, la méthode du cylindre – bien qu'historiquement recommandée – ne répond plus aux exigences opérationnelles du terrain. Les conditions estivales, caractérisées par des sols secs, compacts ou caillouteux, rendent son application difficile, peu fiable et coûteuse. Ces limites, documentées par la littérature scientifique et les organismes spécialisés, compromettent la qualité des mesures et la faisabilité logistique du dispositif.

Le document 2BS-PRO-03 (RED III) reconnaît cette réalité en autorisant le recours à une méthode alternative « fiable » lorsque le cylindre est inapplicable. Toutefois, l'absence de définition normative de cette alternative crée une incertitude méthodologique, source de variabilité des résultats et de déséquilibres potentiels sur le marché des biocarburants.

Dans ce contexte, le maintien de la méthode actuelle rend impossible le déploiement des campagnes de mesure dans les délais requis, mettant en péril la conformité des exploitants et la pérennité des filières biocarburants en valeur réelle. Il est donc impératif d'adopter une approche alternative, fondée sur la caractérisation du sol (texture, matière organique) et l'utilisation de fonctions de pédotransfert.

Cette méthode, éprouvée scientifiquement et compatible avec les exigences réglementaires, permet une mise en œuvre à grande échelle, garantit la robustesse des données, et sécurise l'ensemble du dispositif de certification carbone. Son adoption constitue une condition nécessaire pour assurer la continuité, la crédibilité et l'efficacité des filières biocarburants bas GES.

5. Bibliographie

- [1] FAO. (2020). Soil sampling and methods of analysis for soil carbon. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/deed7688-a43e-4532-962f-d48768bd61c4/content>
- [2] KAYNAK, A. (2023). Soil bulk density estimation methods: A review. Academia.edu.
https://www.academia.edu/96444412/Soil_Bulk_Density_Estimation_Methods_A_Review
- [3] Soil Quality Pty Ltd. (n.d.). Bulk density measurement. Soilquality.org.au.
<https://www.soilquality.org.au/factsheets/bulk-density-measurement>
- [4] Chen, S., Chen, Z., Zhang, X., Luo, Z., Schillaci, C., Arrouays, D., Richer-de-Forges, A. C., and Shi, Z.: European topsoil bulk density and organic carbon stock database (0–20 cm) using machine-learning-based pedotransfer functions, Earth Syst. Sci. Data, 16, 2367–2383, <https://doi.org/10.5194/essd-16-2367-2024>, 2024.
ESSD - European topsoil bulk density and organic carbon stock database (0–20 cm) using machine-learning-based pedotransfer functions
- [5] McKenzie N, Coughlan K and Cresswell H (2002) Soil Physical Measurement and Interpretation For Land Evaluation. CSIRO Publishing: Collingwood, Victoria.
McKenzie NJ, Jacquier DJ, Isbell RF, Brown KL (2004) Australian Soils and Landscapes An Illustrated Compendium. CSIRO Publishing: Collingwood, Victoria.
- Autre : Bonnier, R.** (1984). Méthodes de mesure de la densité apparente des sols. Cahiers ORSTOM, Série Pédologie, **XXI**(1), 3–20. Institut de Recherche pour le Développement (IRD).
https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/PTP/34142.PDF

ANNEXE 7

https://apisol.geosass.fr/public/Fiches%20explicatives/pierrosit%C3%A9_v1.pdf



Description

La pierrosité de surface d'un sol se caractérise par la proportion d'éléments grossiers, d'une taille supérieure à 2 mm. Les éléments grossiers sont dénommés selon leur taille : 2 mm à 2 cm : graviers ; 2 à 7,5 cm : cailloux ; 7,5 à 12 : pierres ; 12 à 25 cm : grosses pierres ; > 25 cm : blocs (AFNOR X 31-003 1998). Les constituants inférieurs à 2 mm représentent la terre fine.

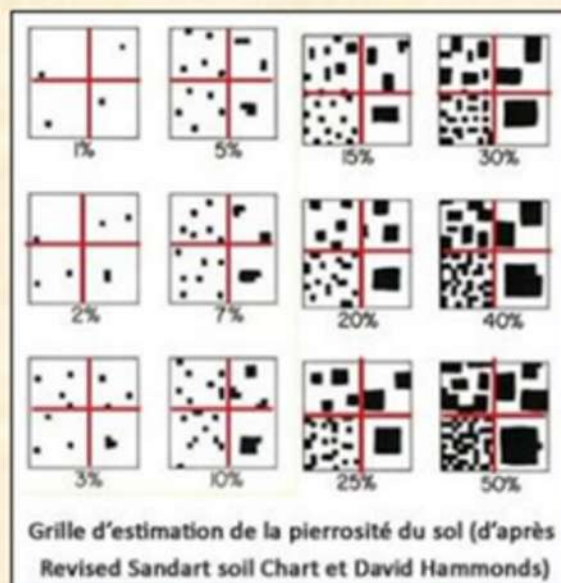


Pierrosité en surface

La pierrosité peut être estimée selon plusieurs méthodes :

- La pesée au champ ;
- La pesée en laboratoire ;

➤ L'estimation visuelle. Cette méthode est la plus fréquente, car la plus simple et la plus rapide. Elle s'appuie sur l'estimation du pourcentage de recouvrement du sol par les éléments grossiers, quelle que soit leur taille. On utilise pour cela des grilles d'estimation de la pierrosité du sol. Sur le graphique ci-dessous chaque quart de carré a la même proportion, en surface, d'éléments grossiers mais pas le même nombre.



Grille d'estimation de la pierrosité

Les classes utilisées pour la pierrosité de surface sont les suivantes :

- Nulle à très faible → inférieur à 5% ;
- Faible → de 5 à 15% ;
- Moyenne → de 15 à 30% ;
- Elevée → de 30 à 40% ;
- Très élevée → supérieur à 40%.



CERTIFICATION DE DURABILITÉ

CONTACTEZ-NOUS



+33 (0)1.58.12.12.40



11, Rue de Monceau - Paris - France



contact@2bsvs.com



www.2bsvs.org