

# Détermination de la granulométrie de la partie minérale de la terre fine

Version 3.1 (2020)

Code	KOM		Secteurs d'utilisation possibles
Secteur d'utilisation	Conseil de fumure	Grandes cultures et herbage	
		Légumes (en pleine terre et sous serre)	
		Viticulture, Arboriculture, Culture de baies, Plantes aromatiques et médicinales	
	Caractérisation du site		
	Appréciation des polluants		
	Engrais de recyclage	Compost	
		Digestat solide	
		Digestat liquide	
		Boue d'épuration	
	Engrais de ferme	Fumier	
Lisier			
Engrais minéraux			
Charbon végétal			
Recherche			
Bases légales / Mise en application de prescriptions légales	Mesure de la granulométrie de la terre fine pour le conseil de fumure selon le principe de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF).		
Critères de reconnaissance pour les laboratoires	Les limites de l'essai interlaboratoire PEP (WEPAL) doivent être respectées. Une liste des laboratoires reconnus pour le conseil de fumure est publiée annuellement sur les sites internet d'Agroscope et de l'OFAG.		
Méthodes correspondantes	Prélèvement de l'échantillon	AF-PN	
	Préparation de l'échantillon	AF-OW-PN	
	extraction	-	
	mesure	KOM	

Domaine de concentration / de mesure	
Résultat	Argile: en pour-cent de teneurs pondérales, par rapport à la partie minérale de la terre fine; sans décimale. Silt: en pour-cent de teneurs pondérales, par rapport à la partie minérale de la terre fine; sans décimale. Sable: en pour-cent de teneurs pondérales, par rapport à la partie minérale de la terre fine; sans décimale.
Méthodes équivalentes	Méthode de convention qui se base sur la définition suisse de la grandeur des particules argile grandeur particule 2 µm silt grandeur particule 2 – 50 µm sable grandeur particule > 50 µm
Sécurité / environnement	Pas de précautions spéciales



## 1. Principe

Les fractions pondérales de la terre fine constituées d'argile et de silt sont déterminées selon un principe de sédimentation. La fraction pondérale de sable est calculée soit par différence à 100 %, soit par séparation sur une batterie de tamis.

Après destruction de l'humus et ajout d'un agent dispersant, on laisse la suspension sédimenter. A une profondeur  $p$  et après un temps  $t$ , la suspension ne contient plus que des particules minérales dont le diamètre apparent est inférieur à une certaine valeur. Une aliquote est alors prélevée, et la masse de solides qu'elle contient est déterminée.

Les résultats sont exprimés par rapport à la partie minérale de la terre fine (somme des fractions argile, silt et sable = 100 %).

## 2. Exécution

### Appareils et ustensiles

- (A) Balance de précision (0.001 g)
- (B) Cylindre de sédimentation avec marque à 500 ml
- (C) Etuve de séchage 105 °C
- (D) Dispositif de chauffage (evtl. programmable)
- (E) Colonnes réfrigérantes rodées
- (F) Bain thermostatisé 25 °C
- (G) Bandelettes de papier-indicateur pH ou pH-mètre
- (H) Chronomètre
- (I) Pipette jaugée 25 ml, qui remplit les conditions mentionnées sous (J)
- (J) Pipetboy. Le pipetboy est réglé de manière que pendant 11 s exactement 25 ml de solution sont aspirés avec la pipette (I). La sous-pression à la fin du pipetage ne doit pas dépasser 70 mbar.
- (K) Capsules tarées
- (L) Dessiccateur
- (M) Tamis de mailles 0.05 mm
- (N) Divers récipients, ballons et cylindres gradués
- (O) Diverses pipettes
- (P) Filtres plissés (Schleicher & Schuell 790 ½, diam.= 32 cm)

### Réactifs

- (1) Eau déminéralisée ( $H_2O$ , conductibilité  $<5 \mu S/cm$ )
- (2) Eau oxygénée ( $H_2O$ , 30 %, à conserver au frais et à l'abri de la lumière)
- (3) Solution d'hydroxyde de sodium ( $NaOH$ ,  $M=40.0 \text{ g/mol}$  :  
Dissoudre 100 g de  $NaOH$  dans 100 ml d'eau déminéralisée (1)
- (4) Solution d'acide chlorhydrique 3M ( $HCl$ , 37 %,  $M=36.46 \text{ g/mol}$ ):  
Verser avec précaution 1 part de  $HCl$  dans 1 part d'eau (1) dans un jaugé de 100 ml (N)
- (5) Solution d'agent dispersant (Hexamétaphosphate de sodium 10%,  $(NaPO_3)_6$ ):  
Dissoudre lentement 100 g de  $(NaPO_3)_6$  dans environ 500 ml  $H_2O$  (1), agiter à l'aide d'un bâtonnet magnétique. Ajouter 25 ml de  $NaOH$  (3), puis de l'eau, et mettre au trait dans un jaugé (N) de 1000 ml. Filtrer la solution dans un filtre plissé (P).

### Mode opératoire

- Peser (A) 10.0 g de terre fine dans le cylindre (B), ajouter 150 ml d'eau (1) et 40 ml d'eau oxygénée (2). Laisser reposer pour une durée minimale de 12 heures en agitant quelquefois le cylindre. Si on observe une forte formation de mousse, on gicle avec un peu d'eau déminéralisée (1). Ajouter en fin env. 150 ml d'eau (1).

- *Remarques:*

- *La prise de terre à analyser doit être représentative. Il convient donc de bien brasser l'échantillon (par exemple avec un système mécanique), et de veiller à ne pas sélectionner certaines tailles de particules lors du prélèvement de la prise.*

- Si l'on craint que l'échantillon de terre à analyser contienne encore trop d'eau (certaines terres argileuses, pourtant séchées à l'air, contiennent parfois plus de 10 % d'eau), il est conseillé de déterminer exactement sa teneur en eau par chauffage ( C ) d'une prise aliquote distincte à 105 °C (cf méthode de référence TS). Les calculs de teneurs seront corrigés pour tenir compte de la masse réelle de solide analysée.
- Le cylindre contenant la suspension de terre est ensuite branché à une colonne réfrigérante (E) et placé sur le dispositif de chauffage (D). Mettre en marche le chauffage et laisser bouillir pour une durée minimale de 1 heure. Si une forte formation de mousse est observée, on gicle la mousse avec un peu d'eau déminéralisée (1) à l'aide d'une pissette  
Avec les sols riche en humus (plus de 10 % humus), l'oxydation du carbone organique n'est pas terminée après 1 heure de réaction. Un nouvel ajout d'eau oxygénée (2) suivi d'une période de chauffage de 1 heure sous reflux est nécessaire. Cas échéant l'ajout sera renouvelé jusqu'à l'oxydation complète du carbone organique.

  - *Remarques sur la procédure: Les durées de réaction sont à choisir de manière à permettre un déroulement optimisé des opérations dans le laboratoire (p. ex. phase de réaction à température ambiante ou phase de chauffage programmé durant la nuit).*
- Pendant que la suspension est encore chaude (au moins 35 °C), ajouter 20 ml d'agent dispersant (5), bien agiter. S'assurer qu'aucune particule de terre n'adhère à la paroi de verre. Rincer le cylindre et ajouter de l'eau déminéralisée (1) jusqu'à une hauteur correspondant à environ 475 ml. Placer le cylindre dans un bain thermostaté à 25 °C (F) et laisser équilibrer durant quelques heures.

  - *Remarque: Les opérations effectuées en totalité dans un cylindre de verre rodé (B) peuvent aussi être exécutées dans un ballon (p. ex. récipient de verre pour la destruction de l'humus), puis dans un cylindre (de verre ou de plastique pour la phase de sédimentation).*
- Vérifier le pH de la suspension (G). Le pH acceptable se situe entre 8.5 et 10.5. Corriger si nécessaire soigneusement avec HCl (4). Mettre ensuite le cylindre au trait de 500 ml avec de l'eau déminéralisée (1).
- Détermination de la fraction "argile + silt" :  
Agiter énergiquement le cylindre contenant la suspension (air comprimé ou manuel) pendant 30 secondes. Le dépôt doit être mis complètement en suspension. Attendre quelques secondes, puis enclencher le chronomètre (H). Environ 10 secondes avant le temps de sédimentation prescrit, introduire délicatement la pipette (I) jusqu'à la profondeur choisie (cf. tableau 1). Au temps fixé, enclencher le dispositif préleveur (J) de sorte que la pipette se remplisse en 11 secondes exactement. Relever la pipette et déverser son contenu (25 ml) dans une capsule préalablement tarée (K). Mettre à sécher à l'étuve 105 °C (C). Après refroidissement au dessiccateur (L), le contenu de la capsule est pesé (A). Cette masse représente le poids de la fraction "argile + silt + résidu sec de l'agent dispersant".

  - *Remarques:*
    - Pour éviter des projections de suspension dans l'étuve on peut, dans une opération préalable, évaporer l'eau des capsules sur un bain de sable (90-100 °C), puis les transférer dans l'étuve.
    - La profondeur de prélèvement, la hauteur du cylindre de sédimentation et la durée de la sédimentation sont à déterminer de sorte que la pointe de la pipette soit située à plus de 10 cm du fond du cylindre, à une distance supérieure à 20 % de la hauteur totale de la suspension respectivement.
    - Dans cette étape, il est particulièrement important de respecter rigoureusement le temps de sédimentation et la profondeur de prélèvement prescrits.
- Détermination de la fraction "argile" :  
La procédure est analogue à celle de la détermination de la fraction "argile+silt". Seuls le temps

et la profondeur sont adaptés (cf. tableau 1). Le contenu de la capsule représente le poids de la fraction "argile + résidu sec de l'agent dispersant".

– Temps de sédimentation et profondeur de prélèvement

Tab. 1: Temps de sédimentation (h:min:s) des fractions "argile + silt" et "argile" à 25 °C et en relation avec la profondeur de prélèvement							
fraction:	argile + silt			argile			
profondeur:	10 cm	15 cm	20 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
temps	0:00:40	0:00:59	0:01:19	3:26:17	6:52:34	10:18:51	13:45:08

– Lorsque les déterminations se font en série, l'agitation puis le prélèvement sont à effectuer dans chaque cylindre avec un décalage constant (par ex. 60 secondes).

– Pour chaque nouvelle préparation de solution dispersante (5), on calcule le résidu sec, qui sera déduit des poids bruts des fractions précédemment récoltées. Pipeter 20 ml de solution dispersante (5) dans un cylindre jaugé de 500 ml, mettre au trait avec H<sub>2</sub>O (1), bien brasser. Pipeter 5 fois une aliquote de cette solution (p. ex 25 ml) et transférer dans 5 capsules tarées (K). Mettre à sécher sur bain de sable, puis à l'étuve à 105 °C (C). Après refroidissement au dessiccateur (L), peser (A) les capsules et déterminer le résidu sec. Vérifier l'homogénéité des répétitions.

- *Remarque: Pour éviter des projections de suspension dans l'étuve on peut, dans une opération préalable, évaporer l'eau des capsules sur un bain de sable (90-100 °C), puis les transférer dans l'étuve.*

– Détermination de la fraction "sable" :

La détermination du taux de sable peut se faire par analyse ou par différence. Dans la procédure par l'analyse, transférer quantitativement le contenu du cylindre de sédimentation sur un tamis (M) à mailles de 0,05 mm, rincer abondamment à l'eau pour éliminer les particules d'argile et de silt, recueillir le refus du tamis dans une coupelle tarée (K) et la sécher selon la procédure décrite précédemment. Cette masse représente le poids net de la fraction « sable » présente dans la quantité de sol initialement pesée. Le tamis à maille 0.05 mm peut être surmonté d'autres tamis à mailles plus grandes, de manière à obtenir plusieurs sous-fractions de sable. Dans la procédure par différence, le teneur en sable est égale à 100 moins les teneurs en argile et silt.

- *Remarque: La détermination de la fraction sable par tamisage mécanique permet la comparaison avec la mesure par différence, et donc un contrôle de la qualité du travail.*

### 3. Calcul

RS<sub>AUD</sub> = Résidu sec argile + silt + résidu sec de l'agent dispersant dans l'aliquote prélevée [g]

RS<sub>AD</sub> = Résidu sec argile + résidu sec de l'agent dispersant dans [g] l'aliquote prélevée [g]

RS<sub>D</sub> = Résidu sec de l'agent dispersant dans l'aliquote de solution dispersante [g]

RS<sub>S</sub> = Résidu sec sable dans le cylindre de mesure [g]

VC = Volume de la suspension à analyser [cm<sup>3</sup>]

VP = Volume de l'aliquote prélevée [cm<sup>3</sup>]

PT = Poids de la prise de terre fine [g]

m.o. = Teneur de la terre fine en humus (cf. méthode **Corg**) [%]

A<sub>m</sub> = Teneur en argile de la fraction minérale de la terre fine [%]

U<sub>m</sub> = Teneur en silt de la fraction minérale de la terre fine [%]

S<sub>m</sub> = Teneur en sable de la fraction minérale de la terre fine [%]

Calcul de la composition granulométrique ( $A_m$ ,  $U_m$  et  $S_m$ ) de la **partie minérale de la terre fine**

Formule:

Exemple: 10.0 g poids de la prise (PT), 3.5 % humus (m.o.), 500 cm<sup>3</sup> volume de la suspension (VC) et 25 cm<sup>3</sup> volume de l'aliquote

$$\text{Teneur en argile (\%)} : A_m = \frac{(RS_{AD} - RS_D) \times \left(\frac{VC}{VP}\right) \times 100}{\left(1 - \frac{m.o.}{100}\right) \times PT}$$

$$A_m = \frac{(RS_{AD} - RS_D) \times \left(\frac{500}{25}\right) \times 100}{\left(1 - \frac{3.5}{100}\right) \times 10.0}$$

$$\text{Teneur en silt (\%)} : U_m = \frac{(RS_{AUD} - RS_{AD}) \times \left(\frac{VC}{VP}\right) \times 100}{\left(1 - \frac{m.o.}{100}\right) \times PT}$$

$$U_m = \frac{(RS_{AUD} - RS_{AD}) \times \left(\frac{500}{25}\right) \times 100}{\left(1 - \frac{3.5}{100}\right) \times 10.0}$$

$$\text{Teneur en sable (\%)} : S_m = \frac{RS_S \times 100}{\left(1 - \frac{m.o.}{100}\right) \times PT}$$

$$S_m = \frac{RS_S \times 100}{\left(1 - \frac{3.5}{100}\right) \times 10.0} \quad \text{teneur mesurée}$$

$$S_m = 100 - A_m - U_m$$

teneur calculée

## 4. Résultats

Argile: en pour-cent de teneurs pondérales, par rapport à la partie minérale de la terre fine; sans décimale.

Silt: en pour-cent de teneurs pondérales, par rapport à la partie minérale de la terre fine; sans décimale.

Sable: en pour-cent de teneurs pondérales, par rapport à la partie minérale de la terre fine; sans décimale.

### • Remarques

– La représentation graphique de la composition granulométrique selon la terre fine n'est possible que sur un triangle rectangle (indiquant les seuls axes  $A_f$  et  $U_f$ ). La représentation graphique de la composition granulométrique selon la partie minérale de la terre fine est possible sur un triangle rectangle ou un triangle équilatéral.

– A partir des écarts-type calculés de résultats du laboratoire de 0.8% pour l'argile et 1.0% pour le silt (voir la validation) on obtient un intervalle de confiance de  $\pm 1.8\%$  pour l'argile respectivement de 2.2% pour le silt. Une dispersion plus grande est attendue en faisant des comparaisons inter-laboratoires.

## 5. Remarques

Formule de Stokes pour le calcul de la vitesse de sédimentation.

$$V = \frac{2(D_1 - D_2) \cdot g \cdot r^2}{9 \eta}$$

V = Vitesse de sédimentation (cm/s)

$D_1$  = Densité réelle des particules solides. Par ex. Quartz = 2,65 g/cm<sup>3</sup>

$D_2$  = Densité du liquide. Par ex. Eau = 1,00 g/cm<sup>3</sup>

g = Accélération terrestre, 981 cm/s<sup>2</sup>

$\eta$  = Viscosité du liquide. Par ex. Eau à 25 °C = 0,008904 Poise

r = Rayon des particules (cm)

Les fractions Argile et Silt sont déterminées par sédimentation. La fraction Sable se calcule en routine par différence. Elle peut aussi être déterminée par tamisage. En modifiant les durées de sédimentation (silt) et

en s'aidant d'une batterie de tamis (sable), on peut encore déterminer des sous-fractions: la Société Suisse de Pédologie recommande les limites de classes suivantes (Bull. SSP N° 3, 1979, p 89-90) :

Sous-fractions	Limites (um)
Silt fin	2-20
Silt grossier	20-50
Sable fin	50-200
Sable fin poudreux	50-100
Sable fin grossier	100-200
Sable moyen	200-500
Sable grossier	500-2000

Remarques sur le traitement des terres à caractéristiques particulières.

La richesse de certains sols en calcaire, en sels ou en gypse peut fausser le résultat de l'analyse granulométrique de routine : la teneur en argile n'est alors plus en relation avec la capacité d'échange de cations et débouche sur des facteurs de correction erronés dans le calcul des doses d'engrais P et K. Dans ces cas précis seulement, nous recommandons les modifications de procédure suivantes, en analogie avec la méthode ISO:

- *Terres contenant du calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ): le calcaire présent dans ces terres se répartit dans toutes les fractions granulométriques. Pour déterminer la granulométrie de la partie non-calcaire de la terre, procéder comme suit:*
  - a) *Verser par incrément de l'acide chlorhydrique (4) sur la terre jusqu'à ce qu'aucune effervescence ne soit plus visible.*
  - b) *Ajouter de l'eau déminéralisée (1) et laisser sédimenter.*
  - c) *Décantier avec soin la solution surnageante.**Les étapes b) et c) sont à répéter jusqu'à absence de réaction acide.*
- *Terres riches en sels: une teneur élevée en sels (conductibilité > 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) fausse les paramètres de sédimentation. Avant d'ajouter l'agent dispersant (3), il est conseillé d'éliminer les sels par ajouts répétés d'eau déminéralisée suivis de prudentes décantations du liquide surnageant.*
- *Terres contenant du gypse ( $\text{CaSO}_4$ ): Il est plus difficile d'extraire le gypse des sols. On y parvient néanmoins en combinant les ajouts d'eau et décantations successives avec un traitement intensif par agitation mécanique.*

## 6. Validation

La validation repose sur des travaux de Peter Weisskopf (Wk 1998/9) et Hans Stünzi (HSt 2007).

### (6a) Incertitude de la mesure

La détermination de l'argile et de silt repose sur une différence de pesée de quelques milligrammes, tandis que les capsules pèsent entre 30 et 40 grammes. Une déviation de 1 mg lors de la pesée a pour conséquence une variation absolue de 0.2% de la fraction argile ou silt.

Une déviation standard moyenne de 1.9 mg (30 déterminations, chacune quintuple ou sextuple) a été calculé pour la valeur TSD (résidu sec de l'agent dispersant). Les variations dues au séchage de la matière et de la verrerie ainsi que celles dues aux transports du et vers le four et dessiccateur sont incluses dans cette déviation standard.

On attend une déviation standard plutôt supérieure pour les valeurs de TSTUD et TSTD, comme le degré de séchage et le comportement hygroscopique de la matière de pesage doivent être inclus dans le résultat. En tenant compte de ces facteurs, une déviation standard de 2.8 resp. 3.4 mg est calculée pour l'argile et le silt (en considérant 2 resp. 3 résultats de pesage), ce qui correspond à 0.5% pour l'argile et 0.7% pour le silt.

### (6b) Reproductibilité

La déviation standard moyenne de 15 à 18 reprises de 10 échantillons est de 0.8% ( $\pm 0.3\%$ ) pour l'argile et de 1.0% ( $\pm 0.3\%$ ) pour le silt (Wk 1998).

L'incertitude de la pesée (6a) est responsable pour plus de la moitié de la déviation standard et représente donc un part non négligeable dans l'incertitude de la mesure.

**(6c) Robustesse**

Influence de déviations systématiques de la méthode sur le résultat:

	Déviations		
	Argile % (abs.)	Silt % Abs.)	
<b>Déviations „permises“ selon la méthode de référence</b>			
Silt d'une profondeur de 15 cm / 59 s comparé à une profondeur de 10 cm / 40 s		0.6 ± 0.9	Wk 1999
Mélange avec moins d'air		<b>nettement plus bas, variable</b>	sth 2007
Mélange intensif plus long que 30 s		Pas d'influence	sth 2007
Comparaison pH 8.5 avec 10.5	0.4 ± 0.6	0.7 ± 1.5	sth 2007
<b>Déviations nettes de la méthode de référence</b>			
20°C au lieu de 25°C	0.0 ± 0.9	0.5 ± 0.6	Wk 1998
30°C au lieu de 25°C	0.6 ± 0.5	<b>-1.5 ± 0.4 *</b>	Wk 1998
Pipette de 20 ml avec prélèvement latéral	-0.5 ± 0.6	<b>1.2 ± 1.1 *</b>	Wk 1998
Pipette de prélèvement de 25 ml avec résistance négligeable au lieu d'une dépression de 40 mbar	pas d'influence	pas d'influence	sth 2007
Durée d'attente 10% trop longue pour les deux pipetages	-0.1 ± 0.8	-0.3 ± 1.0	Wk 1998
Durée d'attente 10% trop courte pour les deux pipetages.	-0.1 ± 0.5	0.8 ± 0.8	Wk 1998
Les deux pipetages 1 cm pas assez bas	-0.1 ± 0.5	<b>-1.5 ± 1.1 *</b>	Wk 1998
Les deux pipetages 1 cm trop bas	<b>1.1 ± 0.3 *</b>	-0.1 ± 1.0	Wk 1998
<b>Variations extrêmes</b>			
Les deux pipetages 5 cm trop bas	<b>1.5 ± 0.7 *</b>	<b>2.2 ± 1.4 *</b>	Wk 1998
Les deux pipetages 10 cm trop bas	<b>2.8 ± 1.4 *</b>	<b>3.8 ± 2.9 *</b>	Wk 1998
Pipetage argile & silt 30% trop tôt		<b>1.9 ± 0.9 *</b>	Wk 1999
Pipetage argile & silt en 7 s au lieu de 11 s		<b>1.6 ± 0.7 *</b>	Wk 1999

\*: influence nette

Wk 1998: 10 échantillons analysés 3 fois

WK 1999: 15 échantillons analysés 1-2 fois

stht 2007: 9 échantillons analysés 1-2 fois

Résultats supplémentaires concernant la robustesse

- Les mêmes résultats ont été obtenus en utilisant une solution agée de 3 mois de hexamétaphosphate de sodium. Dans cette solution 3% avaient été hydrolysés en orthophosphate.
- Des résultats très semblables ont été obtenus en utilisant „polyphosphate de sodium (NaPO<sub>3</sub>)<sub>n</sub> [n=ca.25]“ de Merck ou „hexamétaphosphate de sodium (NaPO<sub>3</sub>)<sub>12-13</sub>·Na<sub>2</sub>O“ de Fluka
- Toute réduction de l'intensité de mélange mène à des fractions inférieures de silt. La dimension de cette diminution est dû au hasard et peut être très importante. Une fois que l'intensité du mélange est suffisante, on n'obtient pas des résultats de silt plus élevés en mélangeant d'avantage.
- Influence de l'échantillon: Les effets relativement petits des variations mentionnées dans le tableau représentent des valeurs moyennes. Hors ces variations ne sont pas seulement dues au hasard, des fois les déviations de la valeur moyenne peuvent être reproduites pour un même échantillon. Par exemple, pour certains échantillons, où l'argile a été prélevé 5 cm trop bas, l'erreur était petite, tandis que pour d'autres échantillons, l'erreur était considérable.

**(6d) Justesse**

Nous ne connaissons aucune méthode pour contrôler la justesse de la granulométrie. Des matériaux de référence n'existent pas. Car le programme internationale d'essai inter-laboratoire ISE définit pour le silt une limite supérieure de 63 µm et non de 50 µm comme couramment utilisé en Suisse, la justesse ne peut pas être contrôlée dans un essai indépendant.

Une indication que le résultat soit correcte est le fait que des analyses avec des pesées plus élevées donnent le même résultat.

## 7. Histoire

Version	Type du changement	nouveau	avant
Version 1 (1995)	établissement de la méthode		
Version 1.1 (1996)			
Version 1.2 (1998)	Changement code de la méthode	KOM	KO-1
Version 1.3 (1999)	Révision méthode	Traitement de sols avec des caractéristiques particulières dans chapitre 5	Chapitre 2
Version 2.0 (2000)	Révision méthode	Précisions des appareils et du processus de travail	
Version 3.0 (2008)	Révision méthode	validation	
Version 3.1 (2020)	éditorial	Publication électronique avec nouveau layout	

### Impressum

Éditeur	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich <a href="http://www.agroscope.ch/referenzmethoden">www.agroscope.ch/referenzmethoden</a>
Renseignements	Diane Bürge
Copyright	© Agroscope 2020