



NG2B^{*}

Conférence publique

21 mars 2024



*Normalisation des
Granulats pour la
confection des Bétons
Biosourcés-

la Guilde
SABLE VERT

Mot de bienvenue

Marco CAPPELLARI,

Vice-Président de la Guilde Sable Vert

Directeur adjoint Liants Spéciaux chez VICAT

Hommage à Hélène LENORMAND



Enseignant-chercheur à
UniLaSalle, ROUEN

NG2B

Normalisation des granulats pour béton biosourcés

Les partenaires de NG2B



Programme de la matinée : Évolutions normatives

10h40 **Mot de bienvenue** , Marco CAPPELLARI, Gilde Sable Vert, Vicat

10h50 **Les Bétons et les mortiers biosourcés**, Arnaud CHARPENTIER, BioBuild Concept

11h00 **Carte d'identité des granulats végétaux**, Stéphane HANS de l'ENTPE, Anissa BEN YAHMED du CEREMA et Boubker LAIDOUDI de FRD-CODEM,

11h45 **Présentation de la prénorme**, Anne DAUBRESSE, SIKA (PAREX) et Marco CAPPELLARI, VICAT

Après-midi : Mobilisation de la ressource et développements industriels

14h00 Première table ronde : Mobilisation de la ressource

- François CARPENTIER, Ceresia,
- Hector CUADRADO, Depestele,
- Alain JEANROY, France miscanthus

15h00 Deuxième table ronde : Développements industriels et perspectives

- Guillaume DELANNOY, Construire en Chanvre,
- Aurélie BOUCHIKHI GERARDIN, Alkern
- Anne DAUBRESSE, SIKA (PAREX),

16h Conclusion, Laurent ARNAUD, Gilde Sable Vert, Cerema

NG2B

**Normalisation des granulats pour béton
biosourcés**

Les bétons et les mortiers biosourcés

Arnaud CHARPENTIER

Chef de projet chez BioBuild Concept

Les bétons et les mortiers végétaux

ADEME



**AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

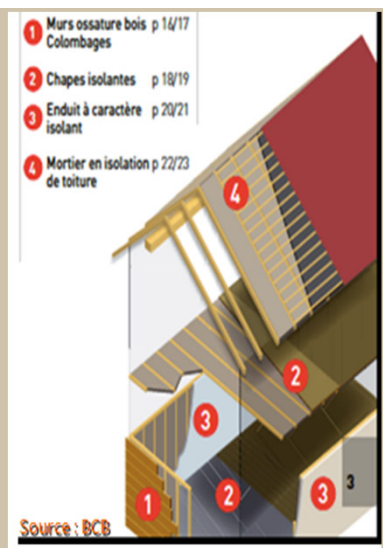
Mise en contexte



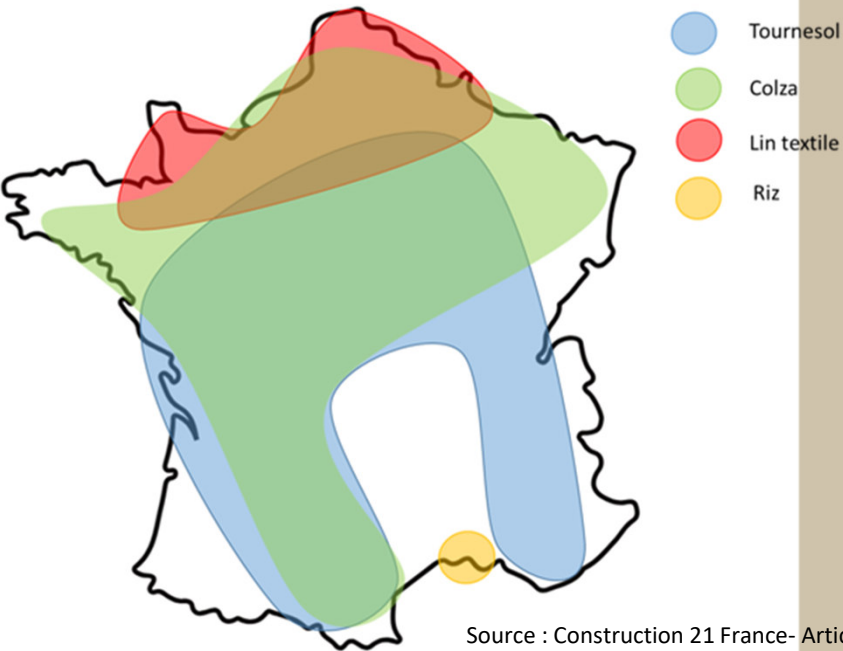
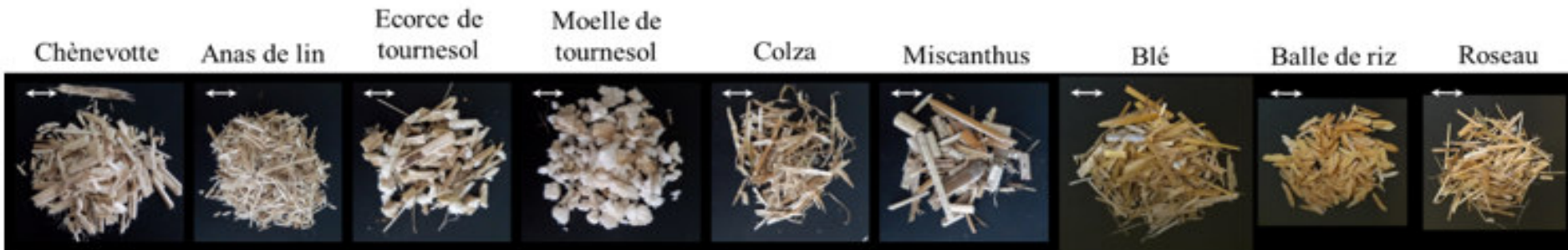
- **Bétons et mortiers biosourcés, de quoi parle-t-on ?**
- C'est un mélange entre un granulat végétal (une particule), de l'eau, et un liant minéral et/ou géosourcé (chaux, ciment ou argile).
- Peuvent être ajouter du sable et des adjuvants.
- Les proportions sont variables en fonction des modes de mises en œuvre et des utilisations.

Pour de nombreuses utilisations

- Mise en œuvre :
- sur chantier,
 - blocs à maçonner,
 - éléments de parois,
 - modulaire



Diversité de l'offre sur le territoire



Source : Construction 21 France- Article Hélène Lenormand UniLaSalle

Opportunités de co produits agricoles présentant d'importants volumes mobilisables, sans:

- Contrarier les équilibres agronomiques,
- Concurrencer les débouchés alimentaires.

Aussi des bioressources d'origine naturelle comme le roseau ou le bois.

Assurance et Evaluation technique



- **Nécessité de qualifier le granulat pour :**

- Sécuriser la filière du fournisseur de matière première à l'utilisateur,
- Eviter les erreurs et les malfaçons de la conception à la mise en œuvre,
- Faciliter l'assurabilité de l'ouvrage.

- Le granulat de chanvre, un cadre réglementaire définit depuis 2009, révisé en 2012 avec :

- Les règles professionnelles d'exécution,
- le label chanvre bâtiment.

NG2B



- **Objectif** : permettre une massification des matériaux en échappant aux restrictions existant dans les Règles Professionnelles de la construction chanvre (diversification de la ressource, obligation de vérifier le bon fonctionnement de chacune des solutions ...),
- **Étape 1** : Normalisation des granulats végétaux (prénorme) : Programme NG2B,
- **A terme** : Normalisation des mortiers et bétons (norme produit) et Normalisation de la mise en œuvre (norme d'application DTU ou RAGE)

**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**



Credit

- Presentation template by [Slidesgo](#)
- Icons by [Flaticon](#)
- Infographics by [Freepik](#)
- Images created by [Freepik](#)

Carte d'identité des granulats végétaux

Anissa BEN YAHMED

Responsable d'études "Performance des bâtiments et matériaux au CEREMA

Stéphane HANS

Enseignant- chercheur à l'ENTPE

Boubker LAIDOUDI

Responsable R&D et Essais Bâtiment chez FRD-CODEM



**Carte d'identité des
granulats végétaux et
protocoles de mesures
associés**

NG2B

LES OBJECTIFS

1 référentiel commun de caractérisation des granulats végétaux :

- Les producteurs de granulats végétaux
- Les producteurs de liants

Caractéristiques stables et maîtrisées des granulats végétaux



Performances stables et maîtrisées des bétons de granulats végétaux

NG2B

LES CARACTERISTIQUES ETUDIEES

Sélectionnées par le Comité Scientifique et Technique de NG2B
6 caractéristiques physiques clefs :

- **La teneur en eau**
Conservation des propriétés des granulats dans le temps (biodégradabilité)
 - **La granularité (dimensions des particules)**
Gamme d'utilisation (enduits, mortier ou béton)
 - **Le taux de fines/poussières**
 - **Le taux de fibres**
 - **Le taux d'absorption d'eau liquide**
 - **La masse volumique apparente**
- Impact sur la formulation
l'homogénéité et l'ouvrabilité des
bétons*

**Impact sur les propriétés finales des bétons :
mécaniques , thermiques et hygrothermiques**

NG2B

METHODE DE PREPARATION DES PRISES D'ESSAI

Méthode commune à l'ensemble des procédures de caractérisation :

1. **Echantillonnage par quartage** visant à obtenir les volumes d'échantillons à tester
2. Échantillon disposé dans un contenant sur une épaisseur maximum de 3 cm
3. **Séchage à 60°C** (sauf pour la détermination de la teneur en eau à 105°C !)
4. **Stabilisation de la masse jusqu'à l'atteinte du critère < 0,1% de variation entre deux pesées successives** (séchage 24h minimum suivi de pesées séparées d' 1h).

Objectifs :

- Obtenir des **échantillons les plus représentatifs possible**
- **Qualifier avec une même méthodologie** les différents granulats végétaux sans
- **Permettre une comparaison entre matières** en évitant les différences de contenu en eau et ainsi éviter les effets de 'collages' entre granulats et/ou avec les fines

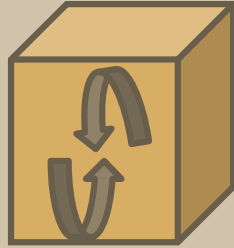
Phase importante pour la pertinence et la reproductibilité des résultats

NG2B

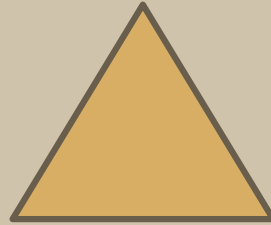
METHODE DE PREPARATION DES PRISES D'ESSAI

Le quartage

Homogénéiser le volume total



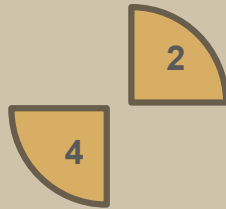
Faire un tas conique



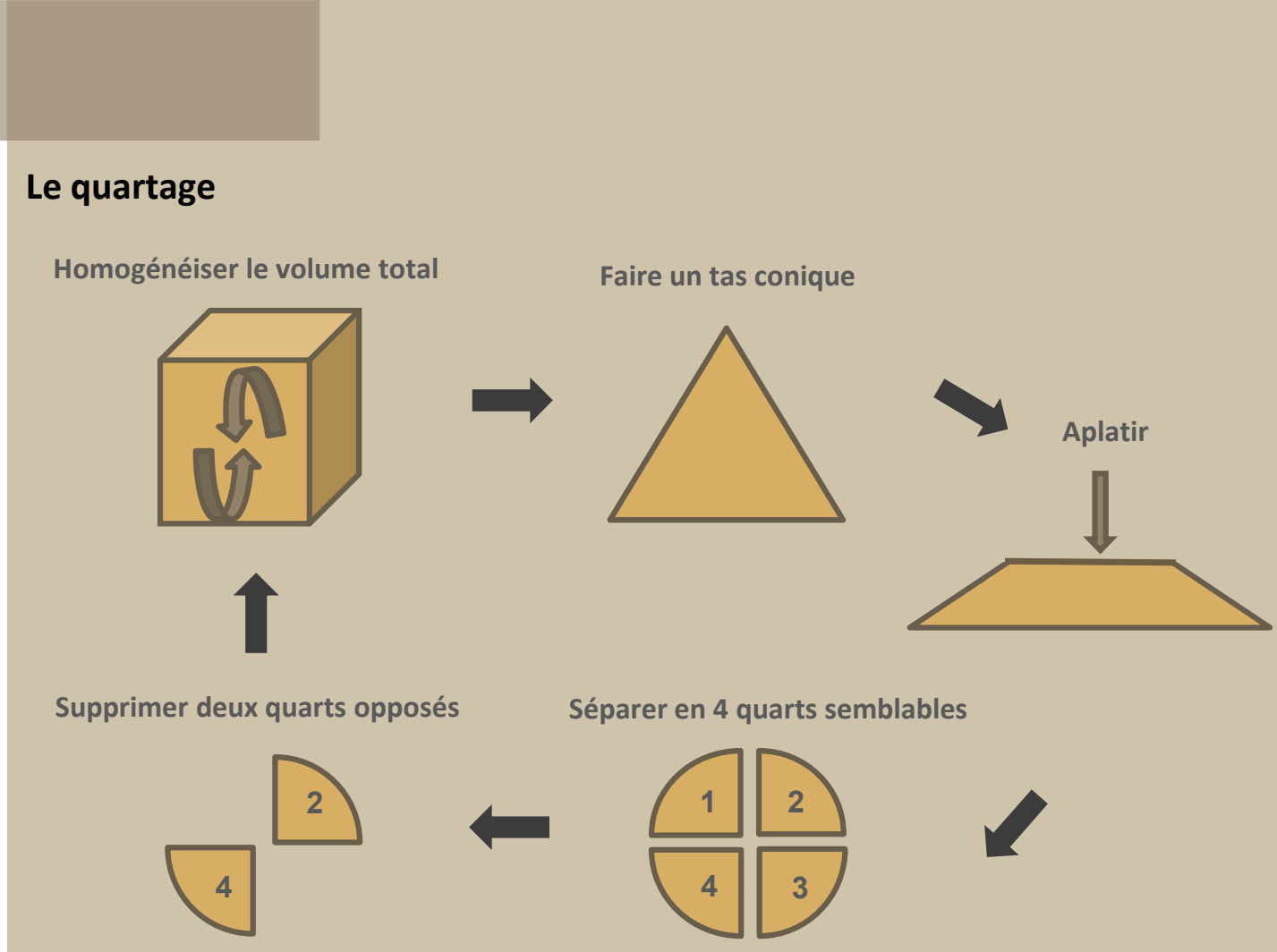
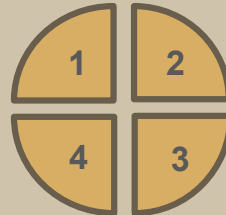
Aplatir



Supprimer deux quarts opposés



Séparer en 4 quarts semblables

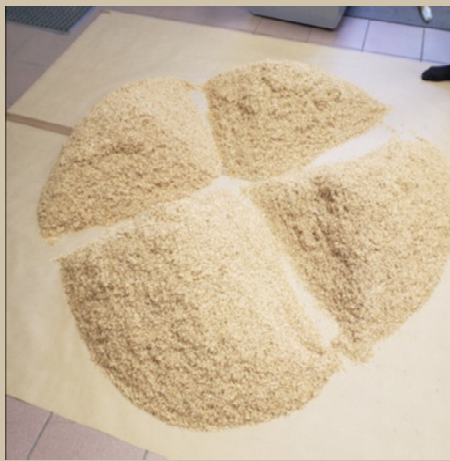


NG2B

Normalisation des granulats pour béton biosourcés

NG2B

METHODE DE PREPARATION DES PRISES D'ESSAI



NG2B

METHODE D'ANALYSE DES ESSAIS

Fidélité des procédures de caractérisation

• La fidélité exprime l'étroitesse de l'accord entre une série de mesures provenant de multiples prises d'essai d'un même échantillon homogène dans des conditions prescrites.

Elle a été évaluée à deux niveaux :

- **intra-laboratoires (répétabilité)**
 - **inter-laboratoires (reproductibilité)**
- Normes utilisées :
- **NF ISO 5725** : « Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure »
 - **NF EN 932** : Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats.

NB: La fidélité traduit uniquement la distribution des erreurs aléatoires et n'a aucune relation avec la valeur vraie ou spécifiée.

NG2B

METHODE D'ANALYSE DES ESSAIS

Essais réalisés dans trois laboratoires

	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Moyenne	Ecart type
1 = UniLaSalle	X_{11}	X_{12}	X_{13}	m_1	σ_1
2 = CEREMA	X_{21}	X_{22}	X_{23}	m_2	σ_2
3 = ENTPE	X_{31}	X_{32}	X_{33}	m_3	σ_3



NG2B

METHODE D'ANALYSE DES ESSAIS

Essais réalisés dans trois laboratoires

	Moyenne	Ecart type
Labo 1 = UniLaSalle	m_1	σ_1
Labo 2 = CEREMA	m_2	σ_2
Labo 3 = ENTPE	m_3	σ_3
Moyenne des moyennes	M = Moyenne (m_1, m_2, m_3) → Valeur finale	
Ecart-type des moyennes σ_m	$\sigma_m = \text{Ecart-Type } (m_1, m_2, m_3)$	
Moyenne quadratique des écarts-type σ_r	$\sigma_r = \sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2)/3}$	
Variance Inter-laboratoire σ_L^2	$\sigma_L^2 = \sigma_m^2 + \frac{\sigma_r^2}{n}$	
Ecart type de reproductibilité σ_R	$\sigma_R = \sqrt{\sigma_L^2 + \sigma_r^2}$	

NG2B

**CHOIX DES GRANULATS
VEGETAUX**

Essais réalisés sur trois natures de granulats végétaux

1. Chènevotte de chanvre

2. Balle de riz

3. Moelle de Tournesol



NG2B

CHOIX DES GRANULATS
VEGETAUX

Des granulats végétaux aux caractéristiques très différentes

	1. Chènevotte	2. Balle de Riz	3. Moelle de Tournesol
Masse volumique	100 kg/m ³	100 kg/m ³	20 kg/m ³
Particularité	Végétal de référence	Riche en silice/dimensions fixes / culture 'aquatique'	Très poreux
Absorption d'eau en 10 minutes	200%	70%	1700%

Objectif :

Evaluer la fidélité des procédures sur des granulats aux propriétés différentes afin de tenir de la grande diversité des cultures et ressources végétales

- Première série d'essais sur trois granulats
(Chènevotte/ Balle de riz/Moelle de tournesol)
- Deuxième série d'essais sur cinq granulats végétaux
(Anas de lin / Bambou / Miscanthus / Paille de blé / Granulat de bois)

NG2B

CHOIX DES GRANULATS VEGETAUX

Essais réalisés sur d'autres végétaux

Miscanthus



Bois neutralisé



Anas de lin



Paille de blé



Bambou



NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Masse volumique
apparente

Deux méthodes de détermination de la MVA

- **Méthode versée sans tassement**
 - Cylindre en verre (D 10-20cm)
 - Balance de 0,1 à 1mg de précision
- **Méthode de la RILEM avec modifications NG2B**
 - Cylindre en verre (D 10-20cm)
 - Eau
 - Balance de 0,1 à 1mg de précision

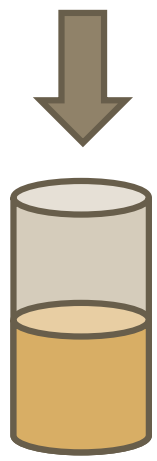


NG2B

ESSAIS DE CARACTERISATION :
Masse volumique apparente

Méthode de la RILEM

1. Prise d'essai stabilisée à 60°C de masse M_i

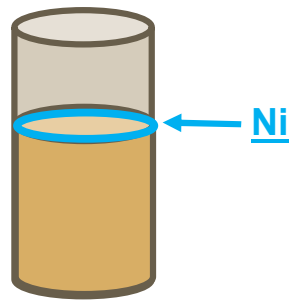


Cylindre de diamètre 100 à 200 mm

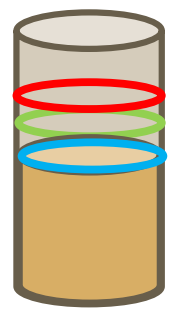
2. Effectuer 10 retournements complets



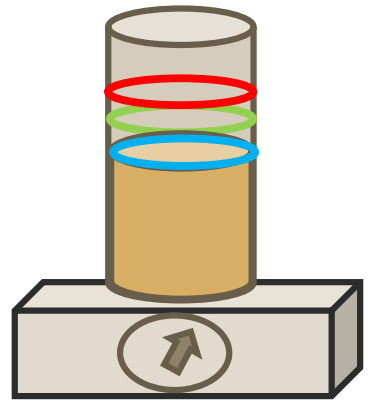
3. Marquage du niveau N_i



4. Réalisation de 3 essais i € [1;3]



5. Détermination du Volume V_i



Pesée après remplissage d'eau jusqu'au niveau N_i

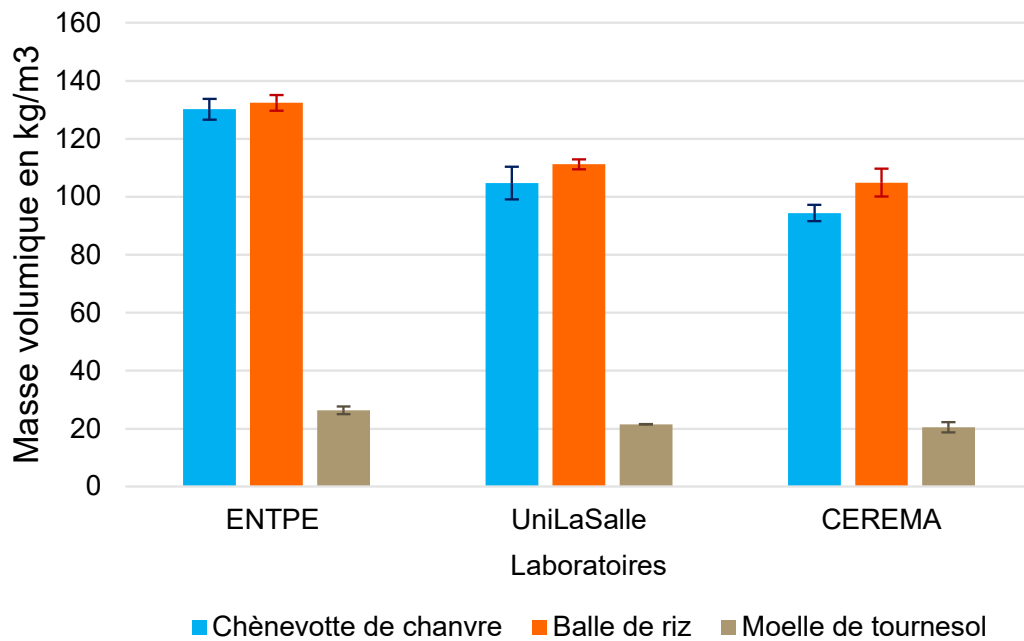
NG2B

NG2B
Normalisation
biosourcés

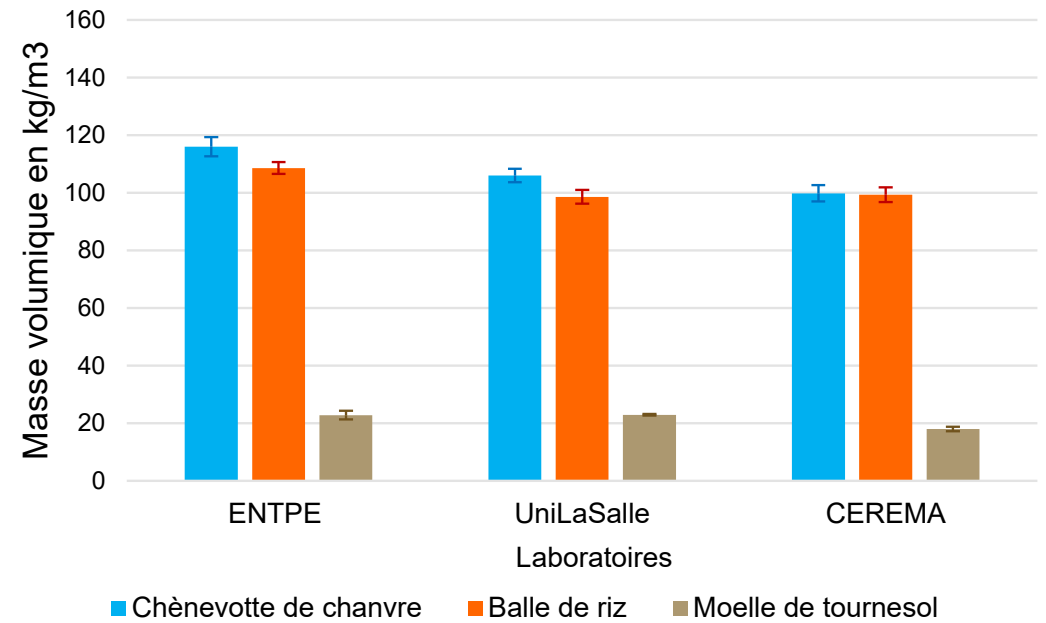
ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Masse volumique
apparente

Résultats par laboratoire

Masse volumique de trois particules végétales selon les laboratoires mesurée avec la **méthode versée**



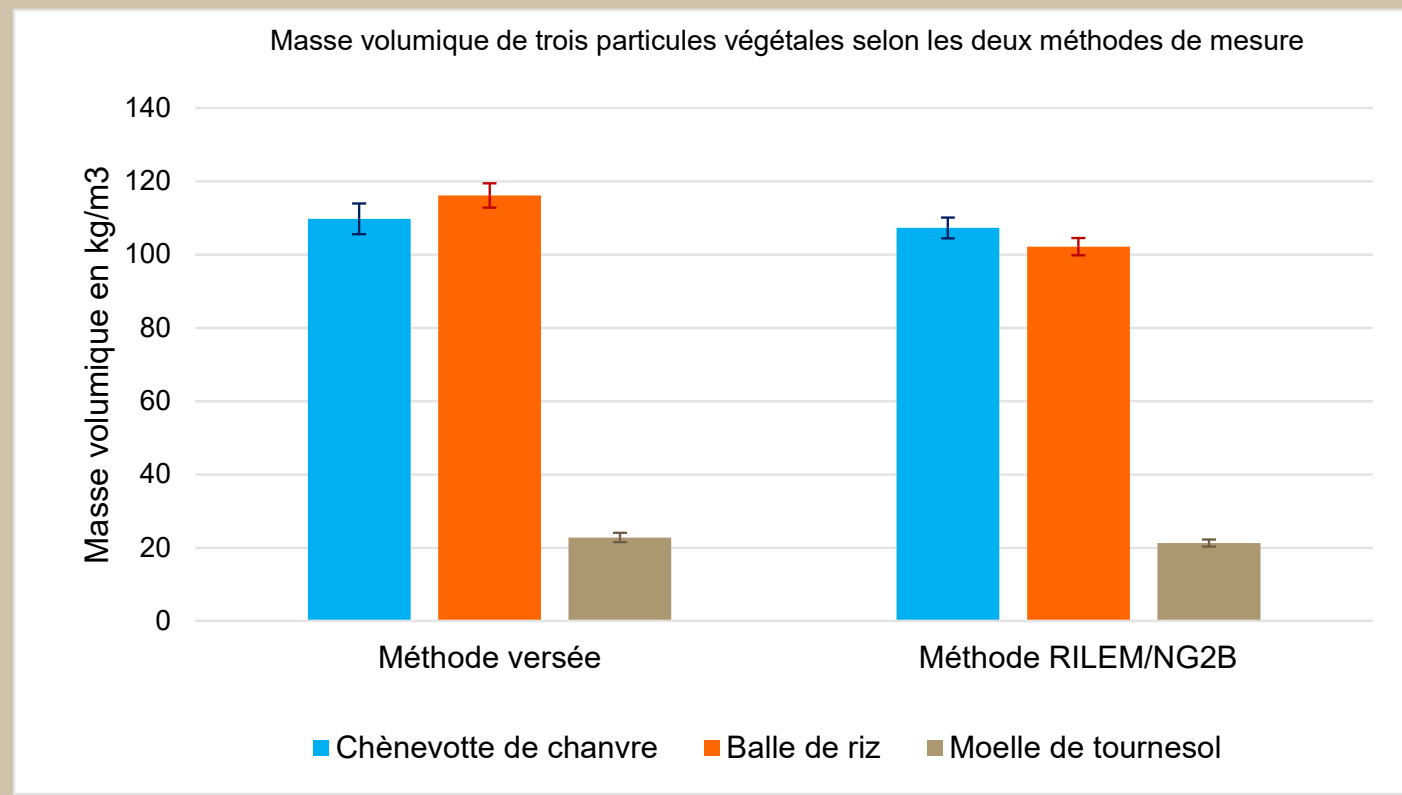
Masse volumique de trois particules végétales selon les laboratoires mesurée avec la **méthode RILEM**



NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Masse volumique
apparente

Résultats moyennés



NG2B

**ESSAIS DE
 CARACTERISATION :
 Masse volumique
 apparente**

Synthèse des résultats

Granulat végétal	Méthode versée			Méthode RILEM/NG2B		
	Balle de riz	Chènevotte de chanvre	Moelle de tournesol	Balle de riz	Chènevotte de chanvre	Moelle de tournesol
Valeur finale (kg/m ³)	116.2	109.8	22.8	102.2	107.3	21.2
Ecart type de répétabilité σ_r (kg/m ³)	3.3	4.2	1.3	2.4	2.9	1.0
Coefficient de variation de répétabilité CVr (%)	2.8%	3.8%	5.5%	2.3%	2.7%	4.7%
Ecart-type de reproductibilité σ_R (kg/m ³)	12.4	15.8	2.9	5.3	7.4	2.6
Coefficient de variation de reproductibilité CVR (%)	10.7%	14.4%	12.9%	5.2%	6.9%	12.1%



Sélection de la méthode RILEM/NG2B

NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Taux de fines et de fibres

Procédure par tamisage mécanique

- 3 prises d'essai (après séchage 60°C)
Volume de 0,25 à 0,5 L par prise d'essai
- Tamis de maille de 4/2/1/0,25mm
- Durée de tamisage : 20 min

Objectif :

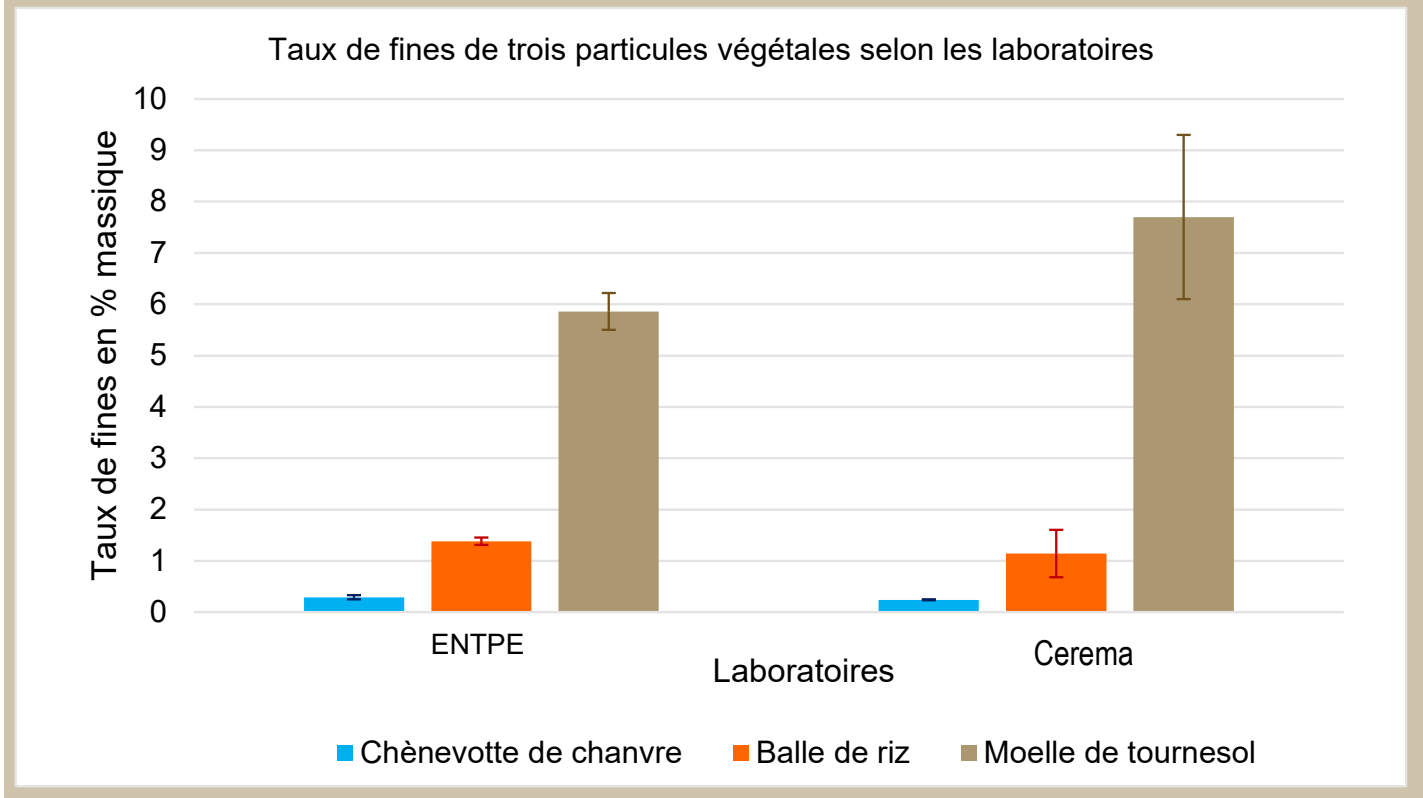
Permettre la bonne séparation des poussières/fibres du reste des granulats.



NG2B

**ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Taux de fines et de fibres**

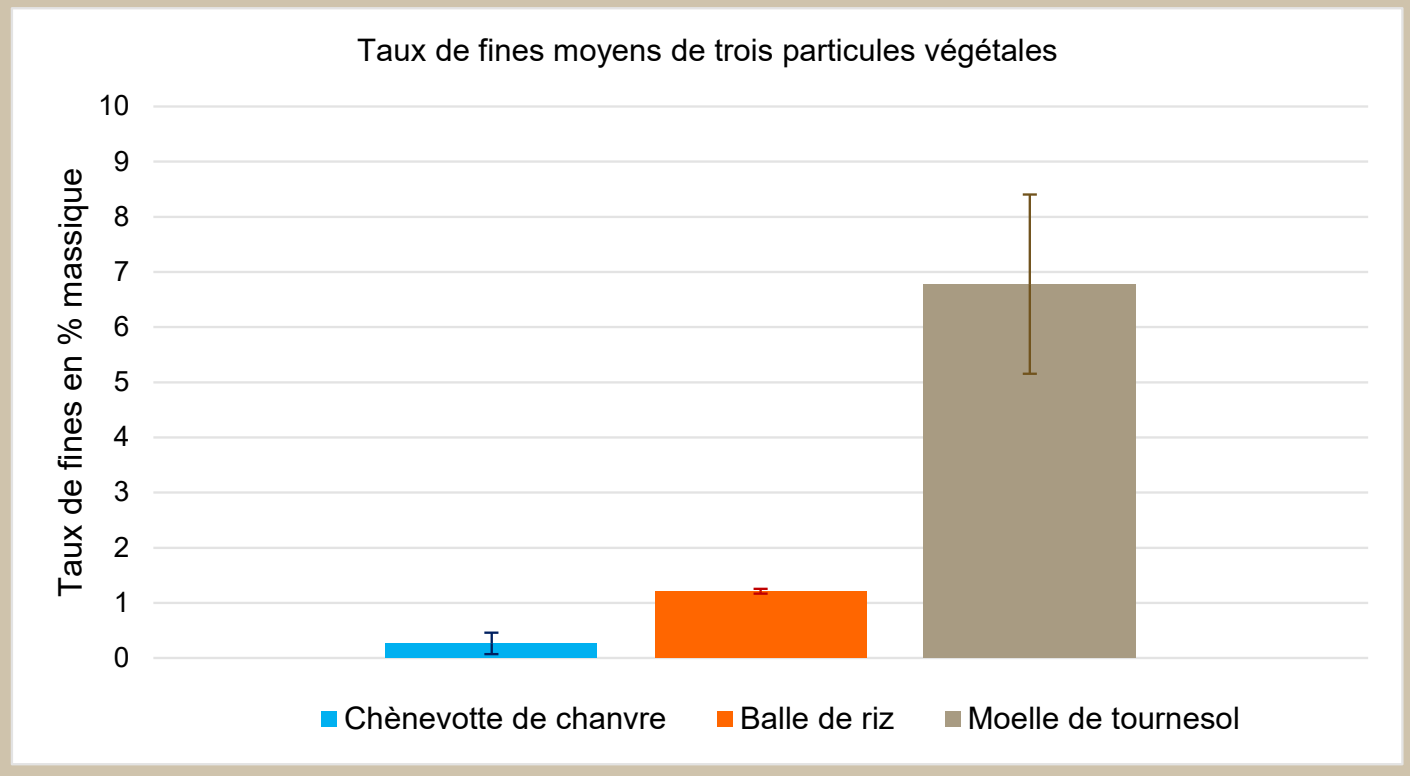
Résultats par laboratoire



NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Taux de fines et de fibres

Résultats moyennés



NG2B

ESSAIS DE
 CARACTERISATION :
 Taux de fines et de fibres

Synthèse des résultats

Taux de fines (%)			
Granulat végétal	Balle de riz	Chènevotte de chanvre	Moelle de tournesol
Valeur finale (%massique)	1.2	0.3	6.8
Ecart type de répétabilité σ (%massique)	0.1	0.03	1.2
Coefficient de variation de répétabilité CVr (%)	6.7%	11%	17%
Ecart-type de reproductibilité σ_R (%massique)	0.2	0.04	1.6
Coefficient de variation de reproductibilité CVR (%)	16.0%	15.7%	24.0%

Taux de fibres (%massique)				
Balle de riz	Chènevotte de chanvre			Moelle de tournesol
Moyenne	Moyenne	Ecart type de répétabilité σ (%massique)	Coefficient de variation de repétabilité CVr (%)	Moyenne
0	0,76	0,18	23,7%	0,0

NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Teneur en eau

Procédure par tamisage mécanique

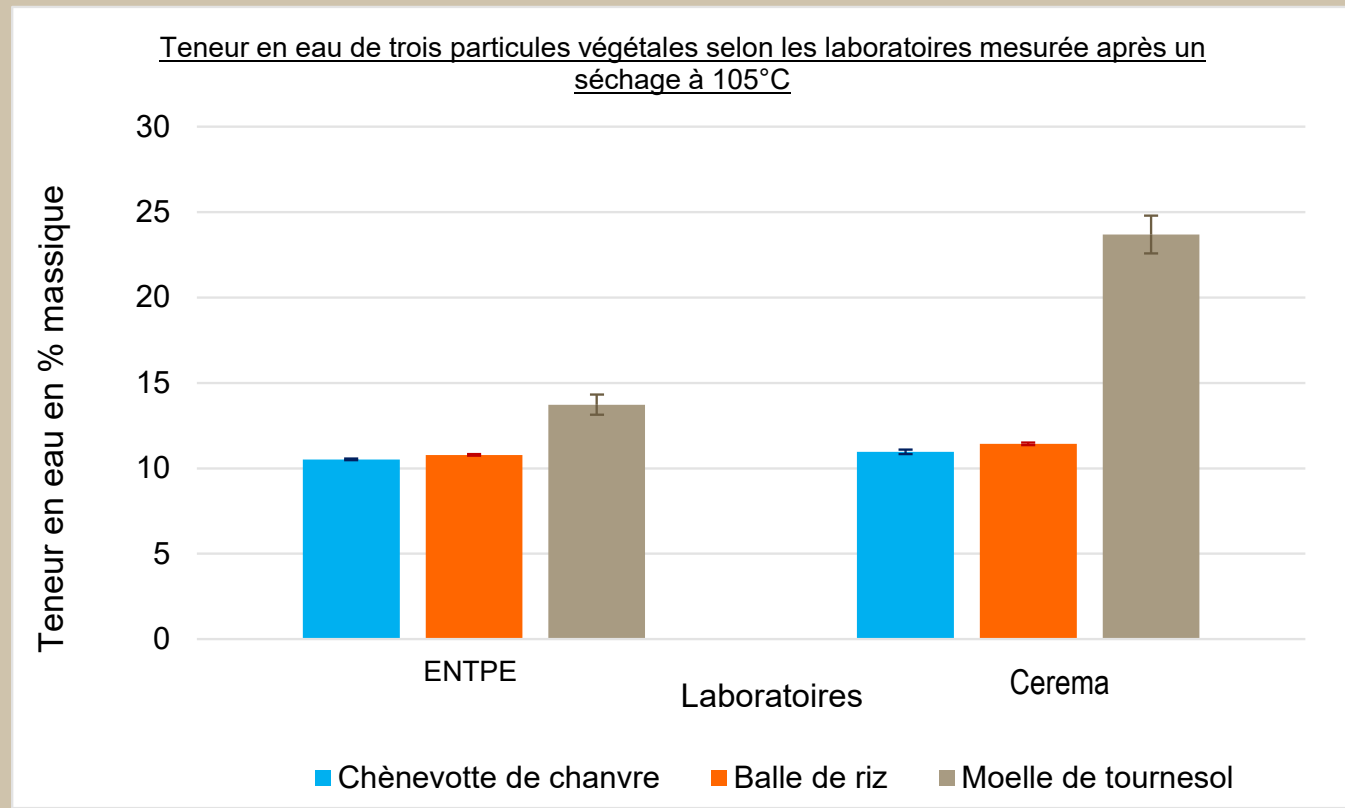
- **3 Prises d'essai**
Volume 1L par prise d'essai
- **Etaler dans un contenant sur une épaisseur de 3cm maximum et couvrir d'une toile grillagée**
- **Placer en étuve à 105°C* ventilée jusqu'à stabilisation de la masse**
Variation de la masse inférieure à 0,1% entre deux pesées successives (séchage 24h minimum suivi de pesées séparées d' 1h).

NB: *Le choix de la température 105°C, classique pour mesurer la teneur en eau des granulats minéraux, permet de s'assurer du complet séchage, ce qui n'est pas obtenu à des températures plus basses.*

NG2B

**ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Teneur en eau**

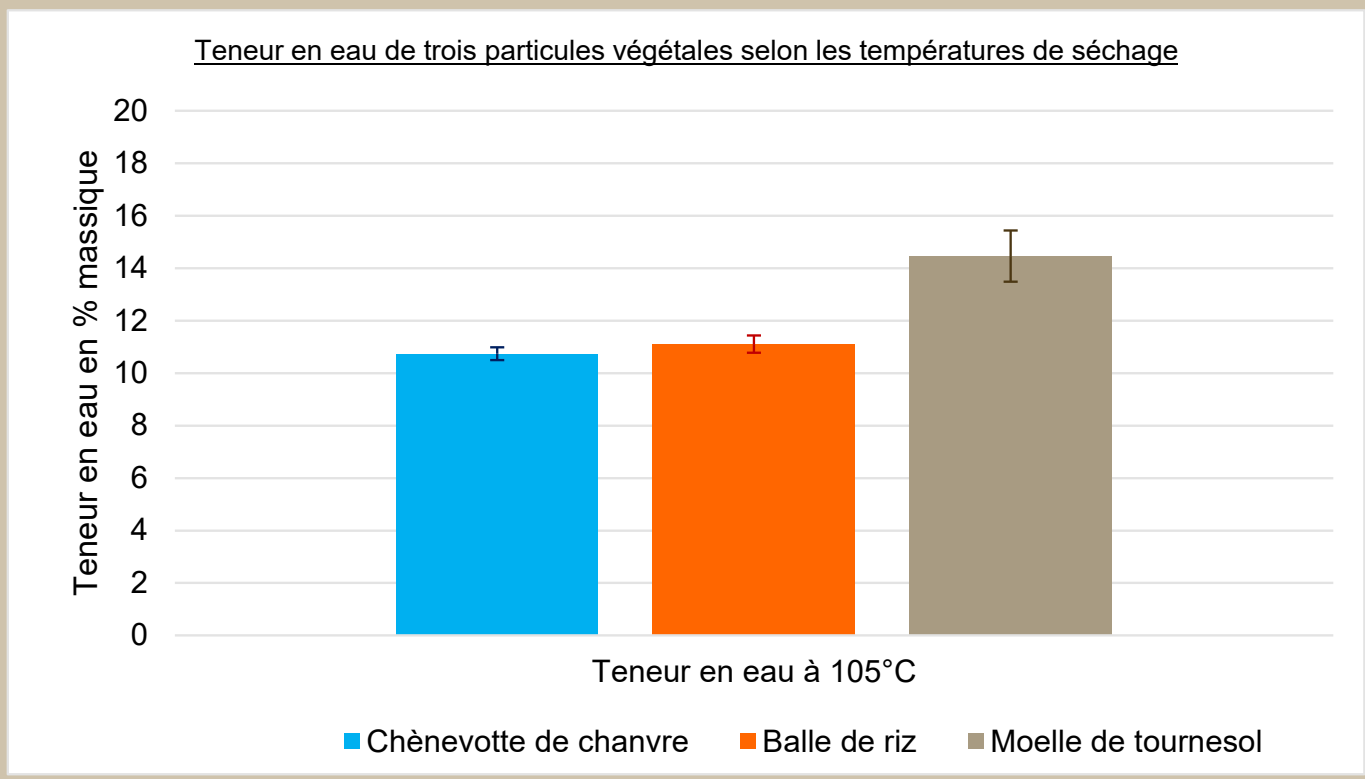
Résultats par laboratoire



NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Teneur en eau

Résultats moyennés



NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Teneur en eau

Synthèse des résultats

Teneur en eau à 105°C			
Granulat végétal	Balle de riz	Chènevotte de chanvre	Moelle de tournesol
Valeur finale (%massique)	11.1	10.7	14.5
Ecart type de répétabilité σ (%massique)	0.1	0.1	0.5
Coefficient de variation de répétabilité CVr (%)	0.5%	0.9%	3.8%
Ecart-type de reproductibilité σ R (%massique)	0.3	0.2	1.0
Coefficient de variation de reproductibilité CVR (%)	3.0%	2.3%	6.7%

NG2B

Normalisation des granulats pour béton biosourcés

NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Taux d'absorption d'eau



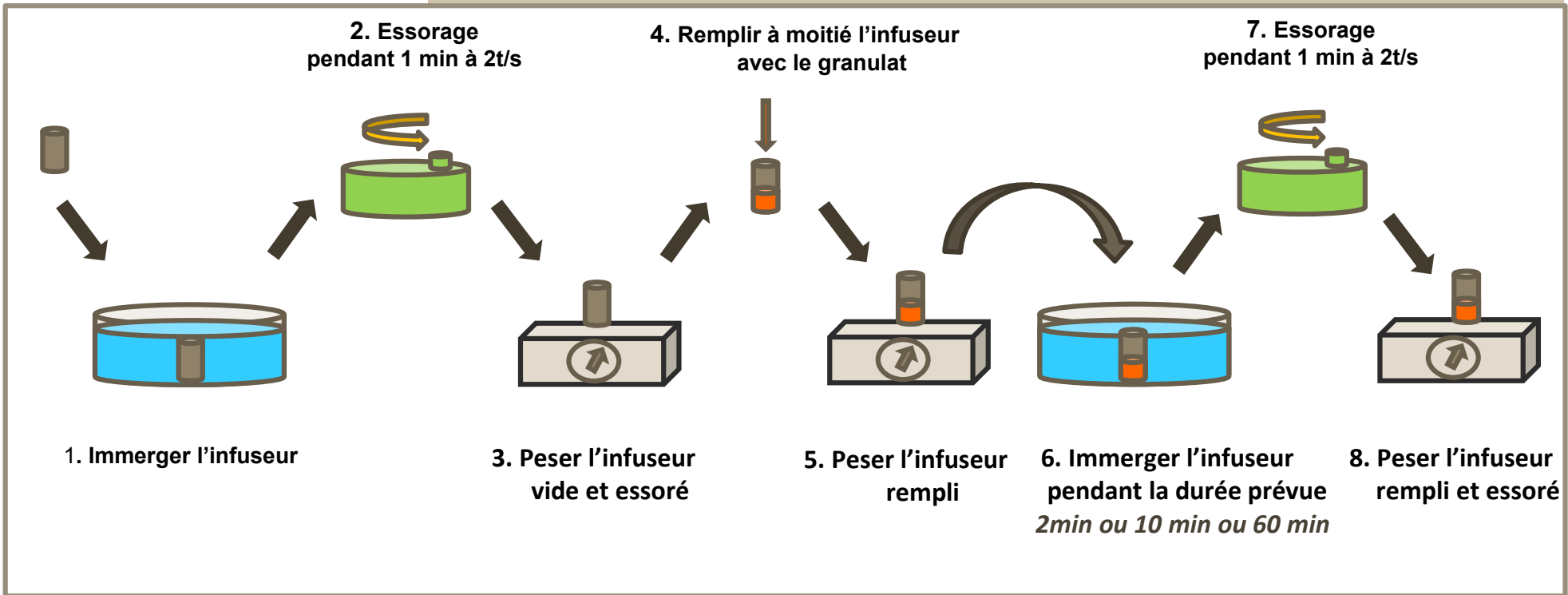
Balance		Précision
Mmax (g)	220	0,001
Mmin (g)	0,01	0,0001

NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Taux d'absorption d'eau

Procédure

- 3 Prises d'essai par durée d'immersion.
Volume compris entre 0,25l et 0,5l par prise d'essai



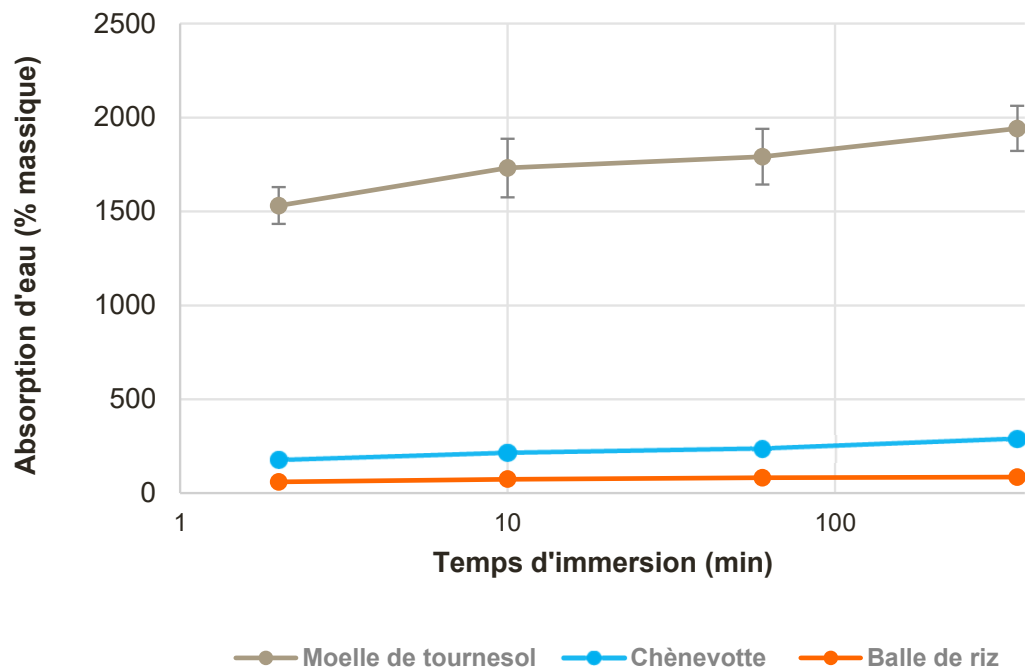
NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Taux d'absorption d'eau

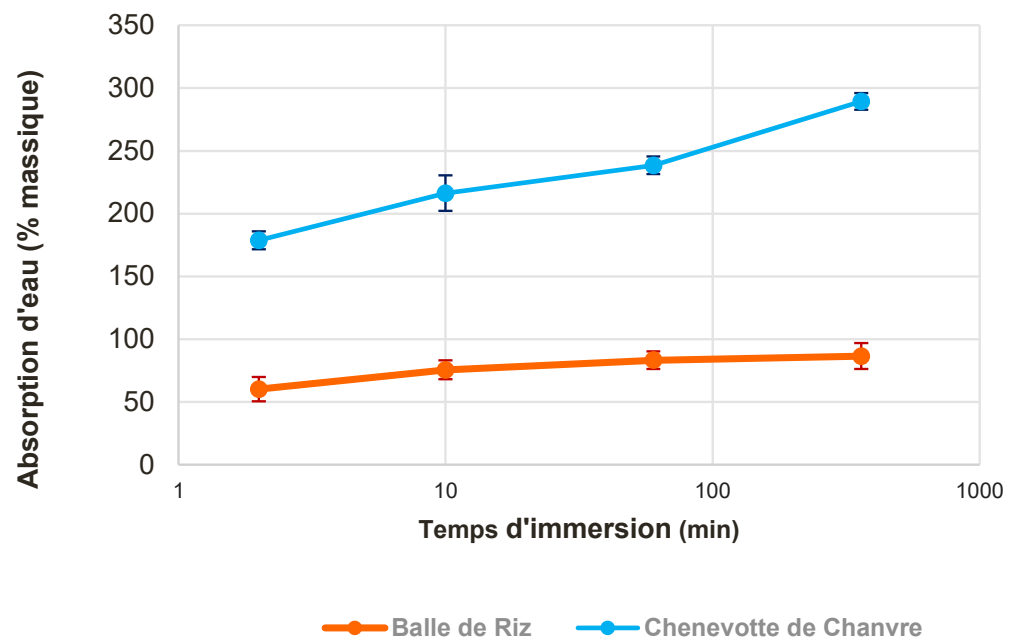
Résultats moyennés

Normalisation
biosourcés

Capacité d'absorption moyenne de trois particules



Capacité d'absorption moyenne de la chènevotte et de la balle de riz



NG2B

ESSAIS DE
CARACTERISATION :
Taux d'absorption d'eau

Synthèse des résultats

NG2B
Normalisation c
biosourcés

Durée d'immersion (min)	Balle de Riz					Chènevotte de chanvre					Moelle de tournesol				
	Valeur finale (%massique)	σ (%massique)	CVR (%)	σ R (%massique)	CVR (%)	Valeur finale (%massique)	σ (%massique)	CVR (%)	σ R (%massique)	CVR (%)	Valeur finale (%massique)	σ (%massique)	CVR (%)	σ R (%massique)	CVR (%)
2	60.2	8.0	13.3%	9.7	16%	178.8	2.8	1.6%	7.1	4%	1530.9	74.8	4.9%	98.1	6%
10	75.5	5.4	7.2%	7.6	10%	216.3	5.7	2.6%	14.1	7%	1731.3	81.1	4.7%	156.4	9%
60	83.3	5.0	6.0%	7.0	8%	238.5	6.0	2.5%	7.0	3%	1791.9	123.9	6.9%	148.5	8%
360	86.5	3.0	3.5%	10.3	12%	289.3	4.8	1.7%	6.6	2%	1941.7	101.7	5.2%	119.9	6%

NG2B

ESSAIS DE CARACTERISATION : Granularité par imagerie

La granularité est déterminée par l'analyse d'images : unique moyen de quantifier les propriétés géométriques de granulats plus ou moins allongés

Procédure (1)

- **3 Prises d'essai**
Volume 15ml par prise d'essai ou plus de 1000 particules
- **Etaler la prise d'essai après séchage à 60°C sur une feuille A4 noir mat sans éclairage direct et prendre une photo**

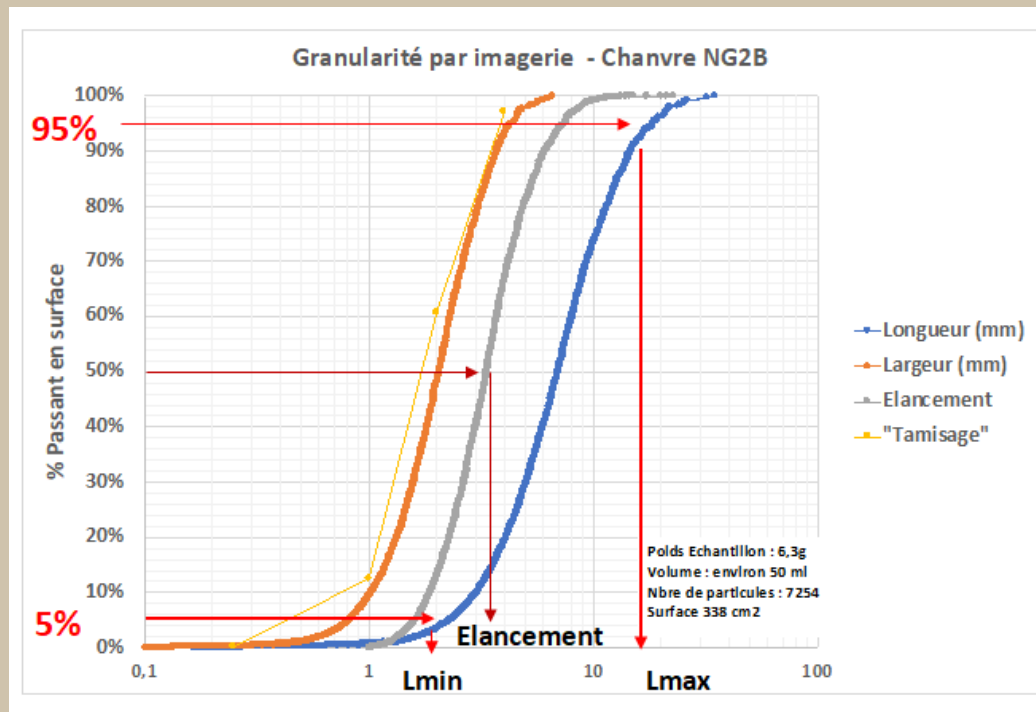


NG2B

ESSAIS DE CARACTERISATION : Granularité par imagerie

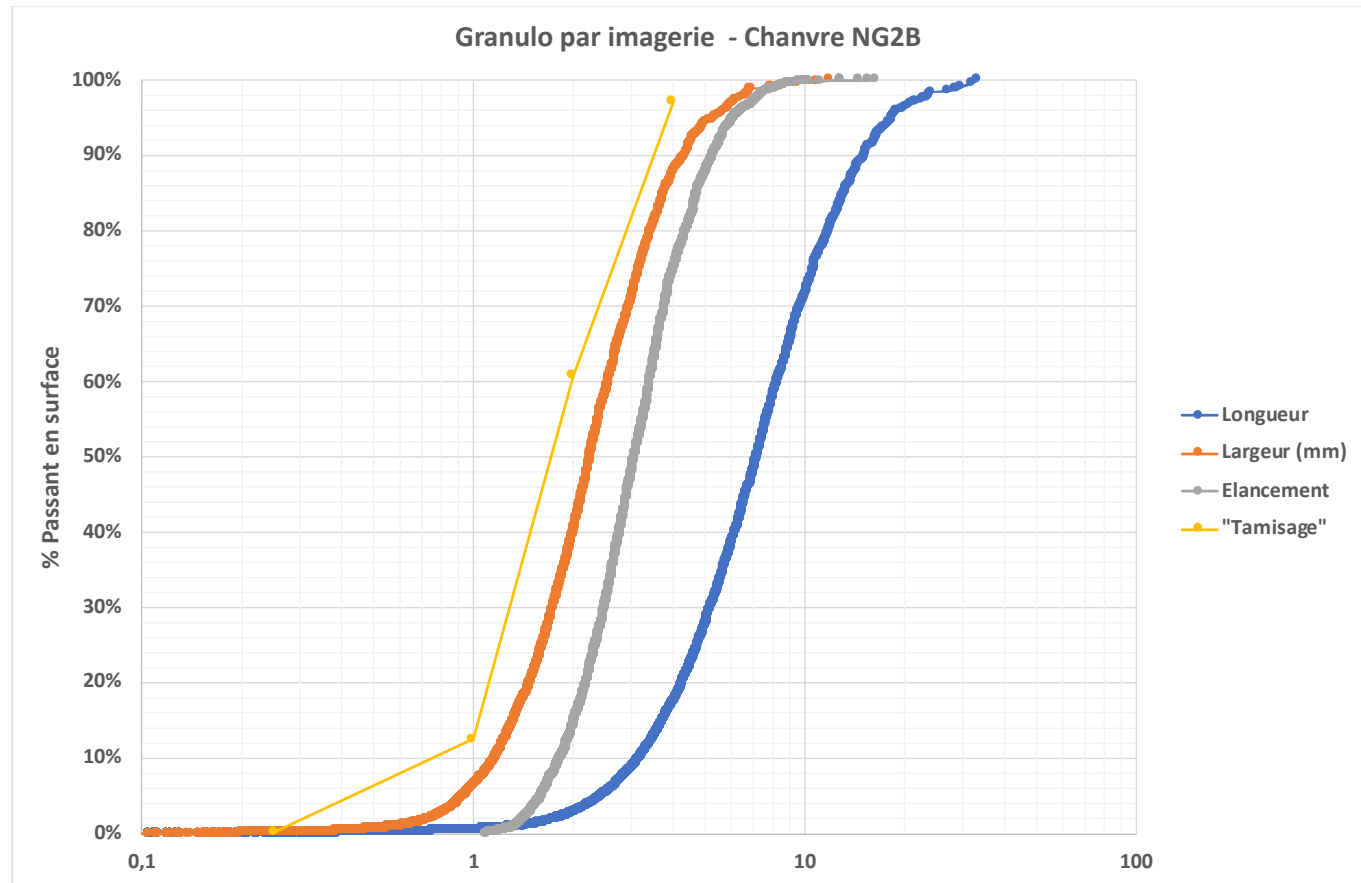
Procédure (2)

- Exploitation avec un logiciel de traitement d'image (cf. Annexe /Procédure)
- Mesures des Longueurs/Largeurs/Elancements



Cartes d'identité et Classes

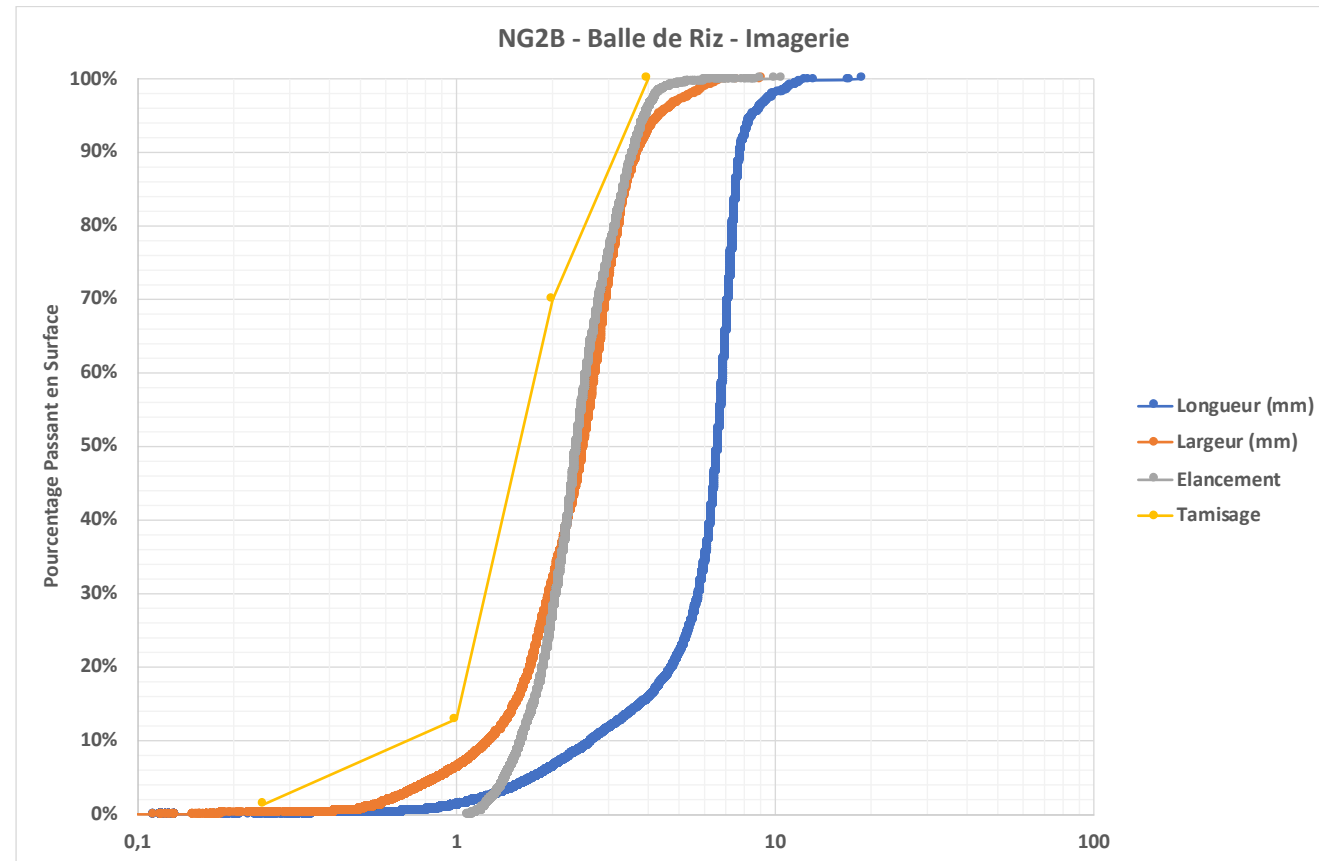
Chènevotte de Chanvre		
Granularité		5% /95%
	Lmin	2,5 ±0,1 mm
	Lmax	18,1 ±0,5 mm
Elancement	Elancement Moyen (Passant à 50%)	2,96 ±0,16
Taux de poussières		0,2% ±0,1%
Taux de fibres		0,76% ±0,18%
Masse volumique apparente		107,3 ±7,4 kg/m3
Coefficient d'absorption à 60 min		238,5% ±6%



Cartes d'identité et Classes

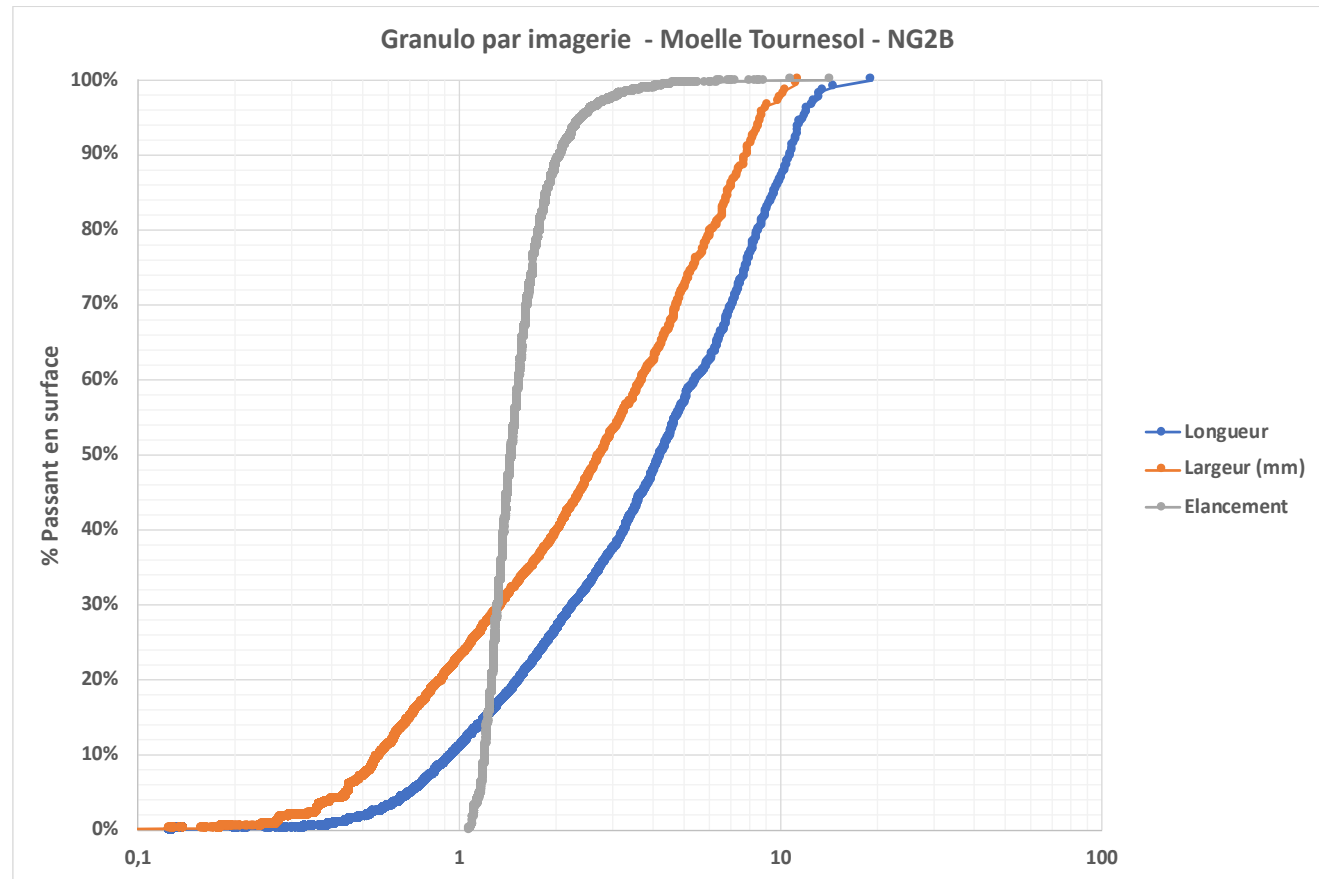
Balle de Riz

Granularité		5% /95%
	Lmin	2,8 ±1,4mm
	Lmax	8,5 ±0,3mm
Elancement	Elancement Moyen (Passant à 50%)	2,40 ±0,15
Taux de poussières		1,0 ±0,3%
Taux de fibres		0,00%
Masse volumique apparente		102,2 ±5,0 kg/m ³
Coefficient d'absorption à 60 min		83,3 ±5,0%



Cartes d'identité et Classes

Moelle de Tournesol		
Granularité		5% /95%
	Lmin	1,7 ±1,4mm
	Lmax	12,3 ±0,6mm
Elancement	Elancement Moyen (Passant à 50%)	1,43 ±0,4
Taux de poussières	6,6 ±1,3%	
Taux de fibres	0,00%	
Masse volumique apparente sans tassement	21,2 ±2,6 kg/m3	
Coefficient d'absorption à 60 min	1791,9 ±123,9%	



Cartes d'identité et Classes

Caractéristiques

Classes

Référence du granulat biosourcé	Caractéristiques géométriques						Caractéristiques physiques					Catégories en fonction de la présente norme					
	Longueur min - L _{min} (mm) (Moyenne et écart-type)	Longueur max - L _{max} (mm) (Moyenne et écart-type)	Élancement moyen E _{moyen} (Moyenne et écart-type)	Taux de poussière (Moyenne et écart-type) (%)	Taux de fibres (Moyenne et écart-type) (%)	Teneur en eau à 105°C (Moyenne et écart-type) (%)	MVa sans tassement (Moyenne et écart-type) (g/l)	Coefficient d'absorption d'eau à 2 min (Moyenne et écart-type) (%)	Coefficient d'absorption d'eau à 10 min (Moyenne et écart-type) (%)	Coefficient d'absorption d'eau à 60 min (Moyenne et écart-type) (%)	Catégorie G (Granularité)	Catégorie E (Élancement)	Catégorie p (Taux de poussières)	Catégorie f (Taux de Fibres)	Catégorie M (MVa apparente sans tassement)	Catégorie A (Coefficient d'absorption d'eau à 60 min)	
Chènevotte de chanvre	2,5 mm ±0,1mm	18,1mm ±0,5mm	2,96 ±0,16	0,2% ±0,1%	0,76% ±0,18%	10,7% ±0,1%	107,3 ±7,4 kg/m ³	178,8% ±2,8%	216,3% ±5,7%	238,5% ±6,0%	Gbm	E ₅	p ₂	f ₂	M ₁₅₀	A ₅₀₀	
Balle de riz	2,8 mm ±1,4mm	8,5 mm ±0,3mm	2,40 ±0,15	1,0% ±0,3%	0%	11,1% ±0,1%	102,2±5 kg/m ³	60,2% ±8,0%	75,5% ±5,4%	83,3% ±5,0%	Gbf	E ₅	p ₂	f ₂	M ₁₅₀	A ₁₀₀	
Moelle de tournesol	1,7mm ±1,4mm	12,3mm ±0,6mm	1,43 ±0,04	6,6% ±1,3%	0%	14,5% ±0,5%	21,2 ±2,6 kg/m ³	1530,9% ±74,8%	1731,3% ±81,1%	1791,9% ±123,9%	Gbm	E ₂	p ₁₅	f ₂	M ₅₀	A ₁₈₀₀	
Bambou *	1,0 mm	60,2 mm	3,48	1,23%	0%	9,3%	209,9 kg/m ³	15,9% ±1,5%	22,1% ±2,8%	35,5% ±0,5%	Gbg	E ₅	p ₂	f ₂	M ₂₁₀	A ₁₀₀	
Miscanthus *	4,2 mm	32,1 mm	3,49	0,22%	0%	17,7%	115,6 kg/m ³	74,7%±5,5%	111,1% ±4,9%	143,4% ±3,7%	Gbg	E ₅	p ₂	f ₂	M ₁₅₀	A ₅₀₀	
Paille de Blé *	1,2 mm	15,5 mm	3,09	7,80%	0%	9,6%	64,9 kg/m ³	191,0% ±8,1%	202,5% ±10,8%	258,4% ±26,2%	Gbm	E ₅	p ₁₅	f ₂	M ₁₀₀	A ₅₀₀	
Anas de Lin *	2,7 mm	18,2 mm	4,51	0,17%	0,71%	13,7%	85,9 kg/m ³	138,5% ±3,3%	160,4% ±1,8%	185,6% ±6,6%	Gbm	E ₅	p ₂	f ₂	M ₁₀₀	A ₅₀₀	
Granulat de Bois *	1,0 mm	8,1 mm	2,22	2,52%	0%	6,2%	228,7 kg/m ³	67,1% ±3,4%	75,5% ±2,1%	98,1% ±9,1%	Gbf	E ₅	p ₅	f ₂	M ₂₃₀	A ₁₀₀	

L _{min} / L _{max}	E	p	f	MVA	A	L _{min} / L _{max}	E	P	f	MVA	A
-------------------------------------	---	---	---	-----	---	-------------------------------------	---	---	---	-----	---

NG2B

CONCLUSION

- **Du matériel de mesure simple d'utilisation** bien que non conventionnel pour certains essais.
- **Une bonne adéquation des essais** à des particules végétales aux caractéristiques différentes.
- **Une bonne répétabilité des essais en intra-laboratoire**

Points d'attention

- **Une étape échantillonnage déterminante** pour la qualité des mesures et la reproductibilité inter-laboratoire
- **Une matière végétale sensible à l'humidité** donc des conditions d'ambiance du labo et de stabilisation à respecter impérativement

**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**



Credit

- Presentation template by [Slidesgo](#)
- Icons by [Flaticon](#)
- Infographics by [Freepik](#)
- Images created by [Freepik](#)

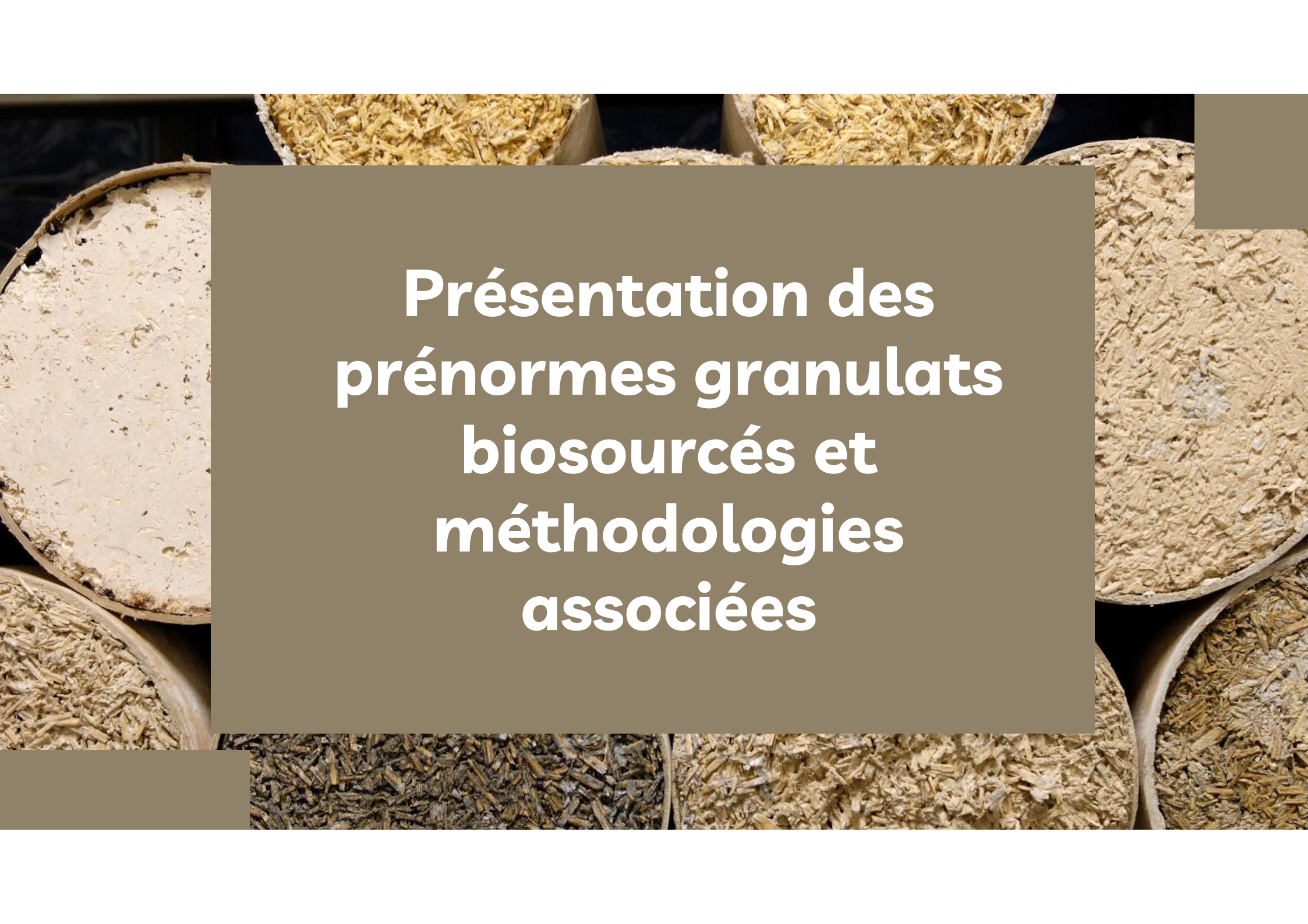
Présentation de la prénorme

Anne DAUBRESSE

Responsable Laboratoire Innovation chez SIKA

Marco CAPPELLARI

Directeur adjoint Liants Spéciaux chez VICAT

The background image shows several circular containers, likely made of wood or bamboo, arranged in a grid. Each container is filled with a different stage of biomass granulation. The top row shows raw, light-colored wood chips. The middle row shows partially granulated material, appearing as a dense, light brown mass. The bottom row shows fully granulated material, which is dark brown and has a distinct, irregular granular texture. The containers are set against a dark background, and the overall lighting is soft, highlighting the textures of the biomass.

**Présentation des
prénormes granulats
biosourcés et
méthodologies
associées**

NG2B

LES LIVRABLES DU PROJET

5 prénormes :

- **1 projet de prénorme produit:**
 - « Granulats biosourcés pour mortiers et bétons biosourcés »;
- **5 projets de prénormes méthodes associées pour la détermination des caractéristiques physiques des granulats biosourcés :**
 - «Partie 1 : détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilée »;
 - «Partie 2 : détermination de la masse volumique apparente sans tassement »;
 - «Partie 3 : détermination du coefficient d'absorption d'eau »;
 - «Partie 4 : - Détermination de la répartition granulométrique par analyse d'image »;
 - «Partie 5 : détermination du taux de poussières et de fibres des granulats biosourcés ».

NG2B

LES OBJECTIFS DES PRENORMES

L'objectif des prénormes n'est en aucun cas:

- D'exclure certains granulats;
- Qualitatives, en lien avec les caractéristiques: les caractéristiques cibles sont fonctions de l'application et de l'utilisateur; Elles seront définies dans un second temps par les normes applications (exemple: norme pour enduits biosourcés,...).

Objectifs des prénormes :

- En lien avec les caractéristiques physiques, définir des « bornes » acceptables afin:
 - de garantir la nature biosourcée du granulat (transformation);
 - de différencier les granulats biosourcés pour mortiers et bétons d'autres charges biosourcées non adaptées pour ces utilisations (fillers, fibres, ...);
 - de garantir leur stabilité à la conservation (teneur en eau);
- De qualifier avec une même méthodologie les différents granulats.

NG2B

Prénorme « Granulats biosourcés pour mortiers et bétons biosourcés »

Définition - Mortier et béton biosourcé:

Composition de liants minéraux et/ou géosourcés, de granulats biosourcés au sens de la présente norme et éventuellement de sables et d'adjuvants.

On parle généralement de « mortier biosourcé » pour des applications d'enduit et de « béton biosourcé » pour des applications de mur, toiture ou sol, en préfabrication ou sur site.

NG2B

Prénorme « Granulats biosourcés pour mortiers et bétons biosourcés »

Définition - Granulat biosourcé:

Matériau granulaire:

- issu uniquement de la biomasse végétale tel que défini dans la norme NF EN 16575;
- ayant subi ou non des transformations physiques tels que broyage, défibrage, tamisage, sélection granulométrique, et/ou ayant subi ou non des transformations thermiques et/ou chimiques, tels que traitement de minéralisation, traitement de surface alcalin, ... ;
- Ayant les caractéristiques physiques suivantes:
 - plus grande dimension $L_{\max} < 50$ mm;
 - taux de poussières (passant à 0,25mm) $< 15\%$ (en masse);
 - taux de fibres $< 10\%$ (en masse);
 - teneur en eau $< 20\%$ (en masse).

NG2B

Prénorme « Granulats biosourcés pour mortiers et bétons biosourcés »

Le classement des granulats suivant leurs caractéristiques physiques :

- Granularité: 3 niveaux G_{bx} ;
- Elancement moyen: 3 niveaux E_x ;
- Taux de poussières: 3 niveaux p_x ;
- Taux de fibres: 3 niveaux f_x ;
- Mva: 4 niveaux M_x ;
- Coefficient d'absorption d'eau: 3 niveaux A_x .

Tableau 2 – Forme des granulats biosourcés

Coefficient d'Elancement moyen	Catégorie E
≤ 2	E_2
2 - 5	E_5
5 - 10	E_{10}

NG2B

Prénorme « Granulats biosourcés pour mortiers et bétons biosourcés »

... mais également d'accompagner la maîtrise de la production avec un plan de contrôle:

Tableau B.1 – Fréquence minimale des essais visant à déterminer les caractéristiques générales des granulats biosourcés

	Caractéristiques	Article/Paragraphe	Méthode d'essai	Fréquence minimale des essais
1	Classe granulaire	4.2	XP xxx – Partie 5	1 essai / mois
2	Granularité	4.3	XP xxx – Partie 5	1 essai / mois
3	Elancement moyen des granulats	4.4	XP xxx – Partie 5	1 essai / mois
4	Taux de poussières	4.5	XP xxx – Partie 4	1 essai / semaine
5	Taux de fibres	4.5	XP xxx – Partie 4	1 essai / semaine
6	Teneur en eau par séchage en étuve ventilée à 60°C	5.2	XP xxx – Partie 1	1 essai / semaine
7	Masse volumique apparente sans tassement	5.3	XP xxx – Partie 2	1 essai / semaine
8	Coefficient d'absorption d'eau à 2, 10 et 60 min	5.4	XP xxx – Partie 3	1 essai / mois

NB: Les fréquences resteront à définir lors de la mise en place de la norme expérimentale

NG2B

Prénorme « Essais pour déterminer les caractéristiques physiques des granulats biosourcés - **Partie 1 : détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilée** »

- Essais de séchage en étuve à 105°C ±5

Annexe A
 (Informative)
 Exemple de feuille d'essai

Tableau A.1

Détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilée à 105°C			Essai 1	Essai 2	Essai 3
1	Masse du plateau + toile grillagée	M_0	... g	... g	... g
2	Masse de l'ensemble du plateau, de la toile grillagée et de la prise d'essai humide M_{T0}	M_{T0}	... g	... g	... g
	Calcul de la masse de la prise d'essai humide	$M_{H0} = M_{T0} - M_0$	... g	... g	... g
3	Masse de l'ensemble du plateau, de la toile grillagée et de la prise d'essai séchée en étuve à 60°C au temps « 1 »	M_{T1}	... g	... g	... g
4	Calcul de la masse de la prise d'essai sèche au temps « 1 »	$M_{S1} = M_{T1} - M_0$	... g	... g	... g
3	Masse de l'ensemble du plateau, de la toile grillagée et de la prise d'essai séchée en étuve à 60°C au temps « 2 »	M_{T2}	... g	... g	... g
4	Calcul de la masse de la prise d'essai sèche au temps « 2 »	$M_{S2} = M_{T2} - M_0$	... g	... g	... g
5	Calcul de variation de masse en % entre les temps de séchage à 105°C « 1 » et « 2 »	$\frac{M_{S1} - M_{S2}}{M_{S1}}$... %	... %	... %
6	Si la variation de masse est supérieure à 0,1%, poursuivre le séchage jusqu'au temps « 1 » validant une variation % masse inférieure à 0,1%. La masse sèche M_S est alors notée :	$M_S = M_{S1}$	... g	... g	... g
7	Calcul de la teneur en eau par séchage à 105°C	$\frac{(M_{H0} - M_S)}{M_S}$	... g	... g	... g
8	Calcul de la moyenne et écart-type de la teneur en eau par séchage à 105°C sur les 3 prises d'essais		... % ± %	... % ± %	... % ± %

NG2B

- Méthode dite « densité renversée »

Prénorme « Essais pour déterminer les caractéristiques physiques des granulats biosourcés - **Partie 2 : détermination de la masse volumique apparente sans tassement**

Annexe B

(Informative)

Exemple de feuille d'essai

Tableau B.1

Détermination de la masse volumique apparente sans tassement		Essai 1	Essai 2	Essai 3
1	Masse du cylindre en verre vide en g	M_0	... g	... g
2	Masse du cylindre en verre (sans couvercle) rempli de l'échantillon de granulats biosourcés séchés à 60 ± 5 °C en g	M_1	... g	... g
3	Masse d'eau M_2 en g correspondant au volume occupé par l'eau V_1 dans le cylindre correspondant au volume de l'échantillon de granulats biosourcés	$M_2 = V_1 =$	...g ou ... cm ³	...g ou ... cm ³
4	Calcul de la masse volumique apparente sans tassement de l'échantillon 1 en kg/m ³	$\frac{M_1 - M_0}{V_1} \times 1000$	... kg/m ³	... kg/m ³
5	Calcul de la Masse volumique apparente moyenne et de l'écart-type sur les 3 essais	... ± ... kg/m ³		

NG2B

Prénorme « Essais pour déterminer les caractéristiques physiques des granulats biosourcés - **Partie 3 : détermination du coefficient d'absorption d'eau**

- **Méthode par immersion et reprise d'eau pour différents temps d'immersion**

Annexe A
(Informative)
Exemple de feuille d'essai

Tableau A.1

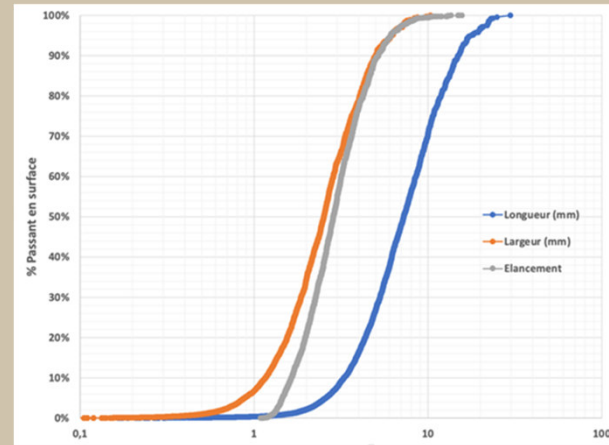
Mesure de l'absorption d'eau à 2, 10 et 60 min		Essai 1	Essai 2	Essai 3	
1	Masse du petit contenant à mailles fines sec	M_{0a}	... g	... g	... g
2	Masse du petit contenant à mailles fines humide	M_{0b}	... g	... g	... g
3	Prise d'échantillon : masse du petit contenant à mailles fines humide additionnée de la masse de l'échantillon des granulats biosourcés après séchage	$M_0 = M_{0a} + M_{0b}$	... g	... g	... g
4	Mesure de la masse après immersion dans l'eau pendant 2 min	$M_{(2\text{ min})} - M_{0a} - M_{0b}$	... g	... g	... g
5	Mesure de la masse après immersion dans l'eau pendant 10 min	$M_{(10\text{ min})} - M_{0a} - M_{0b}$	... g	... g	... g
6	Mesure de la masse après immersion dans l'eau pendant 60 min	$M_{(60\text{ min})} - M_{0a} - M_{0b}$	... g	... g	... g
7	Calcul du coefficient d'absorption d'eau à 2 min	$W_{(2\text{ min})} = \frac{M_{(2\text{ min})} - M_0}{M_{gs}}$... %	... %	... %
8	Calcul du coefficient d'absorption d'eau à 10 min	$W_{(10\text{ min})} = \frac{M_{(10\text{ min})} - M_0}{M_{gs}}$... %	... %	... %
9	Calcul du coefficient d'absorption d'eau à 60 min	$W_{(60\text{ min})} = \frac{M_{(60\text{ min})} - M_0}{M_{gs}}$... %	... %	... %
10	Calcul de l'absorption d'eau à 2 min moyenne et de l'écart-type sur les 3 essais	... ± ... %			
11	Calcul de l'absorption d'eau à 10 min moyenne et de l'écart-type sur les 3 essais	... ± ... %			
12	Calcul de l'absorption d'eau à 60 min moyenne et de l'écart-type sur les 3 essais	... ± ... %			

NG2B

Prénorme « Essais pour déterminer les caractéristiques physiques des granulats biosourcés - **Partie 4 : détermination de la répartition granulométrique par analyse d'image**

- **Analyse d'image en 2D : Détermination des longueurs, largeurs et élongation des granulats biosourcés**

- Elongation d'un granulat biosourcé est le rapport entre sa longueur et sa largeur.



NG2B

Prénorme « Essais pour déterminer les caractéristiques physiques des granulats biosourcés - **Partie 5 : détermination du taux de poussières et de fibres des granulats biosourcés**

- **Méthode de tamisage mécanique**

- **Poussières** < 250 µm
- **Fibres** sous forme d'amas sur les tamis de taille 4/2/1

Détermination du taux de poussières et du taux de fibres		Essai 1	Essai 2	Essai 3
1	Masse sèche totale de l'échantillon	$M_{s\grave{e}che\ totale}$		
2	Masse au passant du tamis à 250 µm	$M_{poussi\grave{e}res}$		
3	Masse des fractions retenues	M_{ret}		
4	Masse des fibres prélevées	M_{fibres}		
5	Exprimer en pourcentage le taux de poussières	$\%_{poussi\grave{e}res} = \frac{M_{poussi\grave{e}res}}{M_{ret} + M_{poussi\grave{e}res} + M_{Fibres}}$		
6	Exprimer en pourcentage le taux de fibres	$\%_{fibres} = \frac{M_{fibres}}{M_{ret} + M_{poussi\grave{e}res} + M_{Fibres}}$		

**MERCI
À TOUTES ET À
TOUS**

**(Retour en salle
pour 14h)**



Credit

- Presentation template by [Slidesgo](#)
- Icons by [Flaticon](#)
- Infographics by [Freepik](#)
- Images created by [Freepik](#)