


MISE EN OEUVRE D'UNE BOÎTE DE CASAGRANDE POUR LA CARACTÉRISATION RHÉOLOGIQUE DE FUMIERS PAILLEUX AU COURS DE LA DIGESTION ANAÉROBIE EN VOIE SÈCHE

Manuel Alejandro HERNANDEZ-SHEK^{1,2,3}, Laura ANDRÉ², Philippe PEULTIER¹, André PAUSS³ & Thierry RIBEIRO^{2*}


¹Easymetha, 6 Rue Hautes Cornes, 80000, France
²UniLaSalle, EA 7519 Transformations & AgroRessources, Rue Pierre Waguet, BP 30313, 60026 Beauvais Cedex, France
³Alliance Sorbonne Université, EA 4297 TIMR UTC/ESCOM, UTC, CS 60319, 60203 Compiègne cedex, France

« Importance des propriétés rhéologiques pour la méthanisation en voie sèche continue de sous-produits agricoles »

87 Mt/an de fumier bovin en France



Mélanges très hétérogènes des particules grossières (>5 cm) qui empêchent l'utilisation d'équipements conventionnels



BESOIN!

Concevoir et construire des outils de caractérisation rhéologique à des échelles de taille compatibles avec la structure et la nature de la biomasse

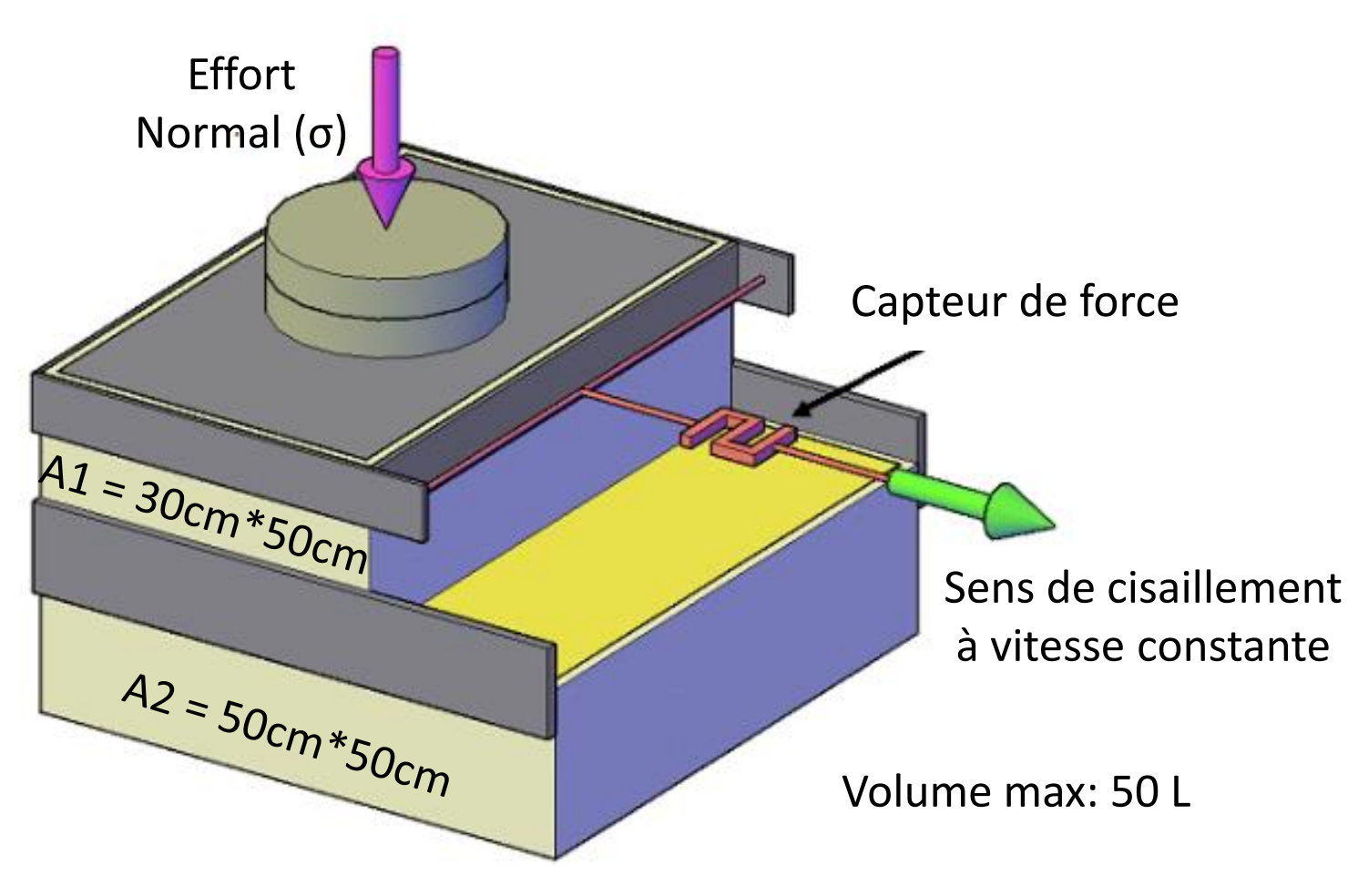
Données rhéologiques indispensables pour:

- Dimensionnement, optimisation, opération et modélisation
- Mécanisme de déplacement de la matière à l'intérieur du REP


REP: Réacteur à Ecoulement Piston

« Une boîte de Casagrande pour l'analyse rhéologique des substrats et leur évolution pendant la digestion »

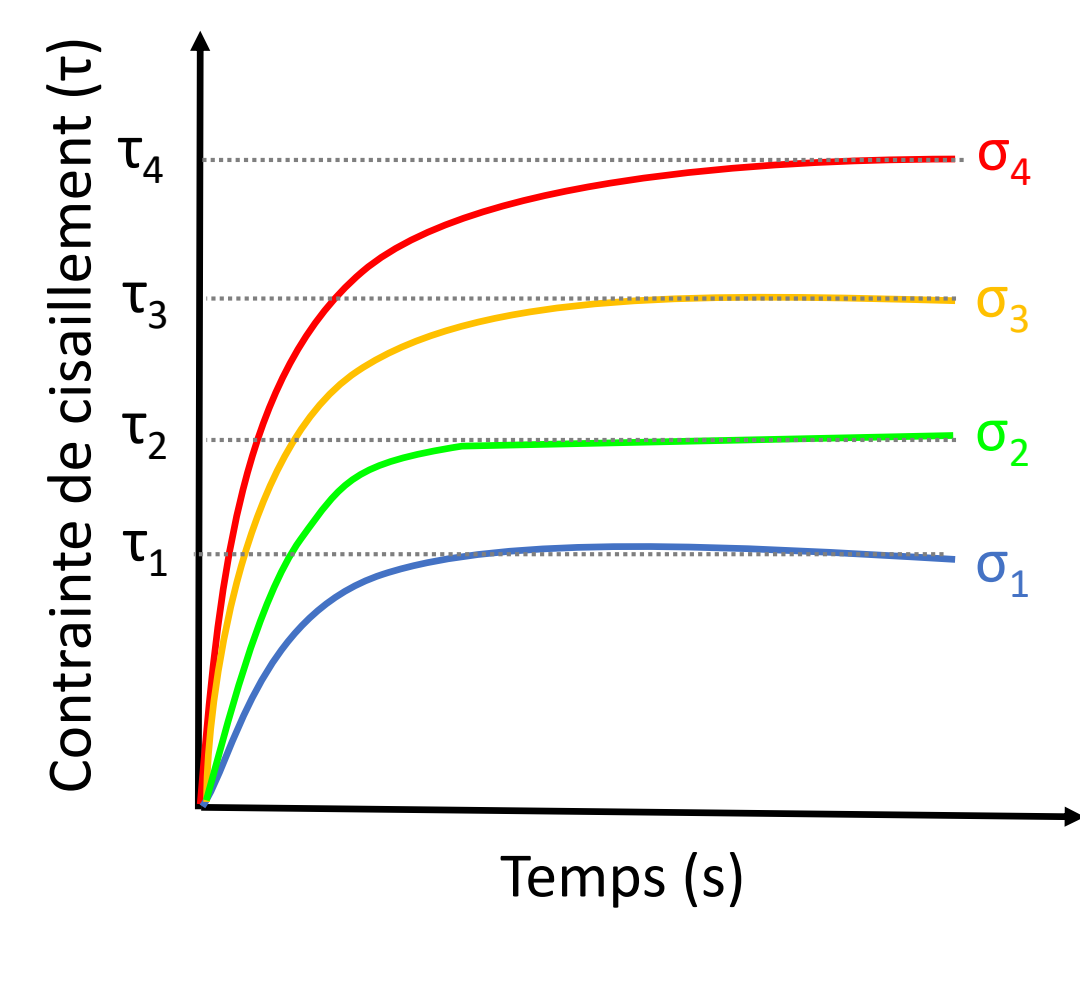
Système constitué de deux demi-boîtes rectangulaires indépendantes et superposées horizontalement, correspondant au plan de cisaillement. La méthode permet de déterminer la cohésion (c) et l'angle de frottement (φ) de la biomasse sous l'application d'un effort normal (σ).



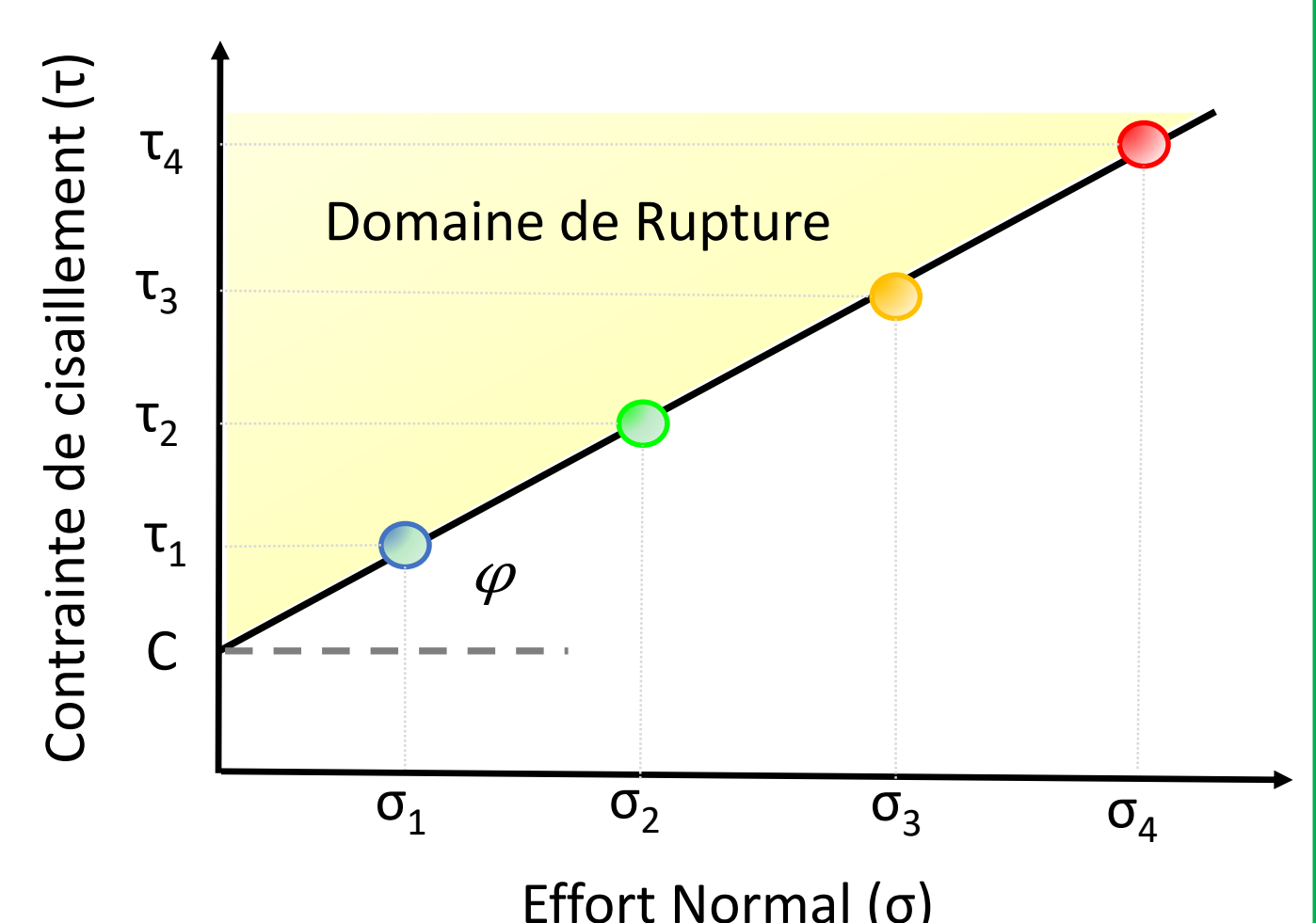
Capteur de force
Sens de cisaillement à vitesse constante
Volume max: 50 L



Montage expérimental



Contrainte de cisaillement (τ)
Temps (s)
Cisaillement d'un échantillon sous différentes contraintes normales

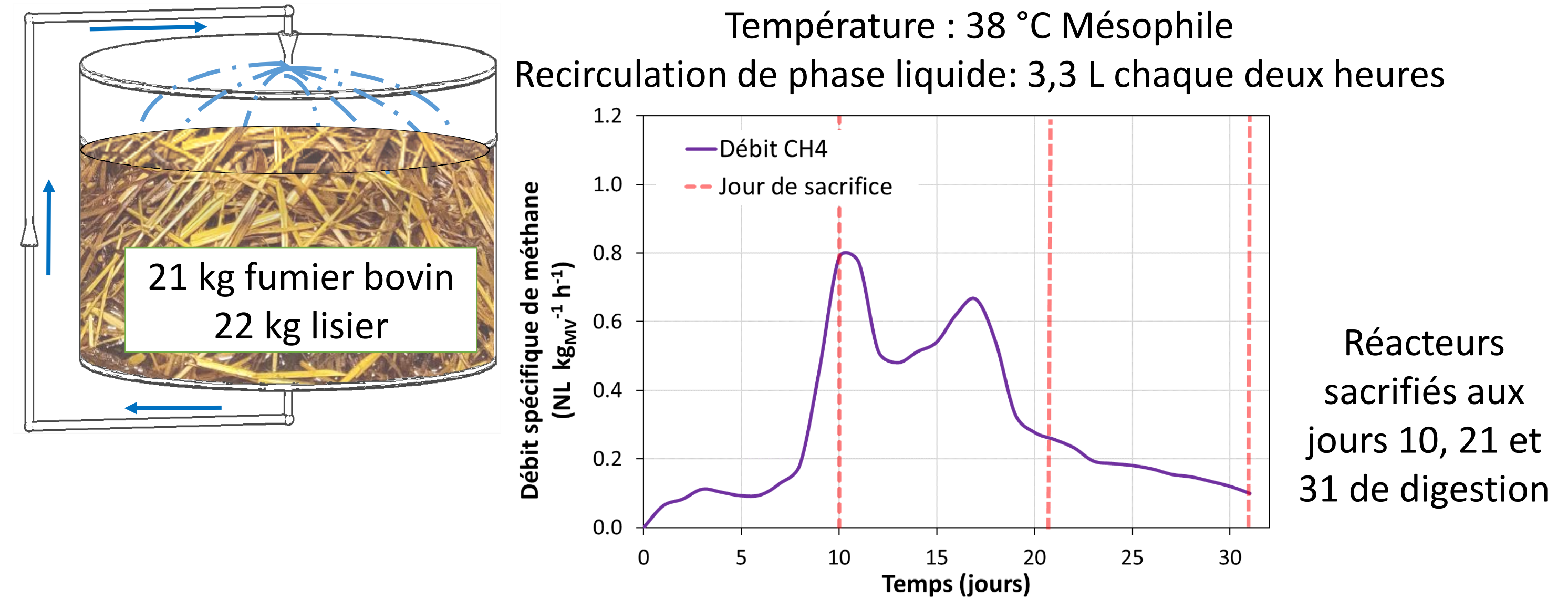


Contrainte de cisaillement (τ)
Effort Normal (σ)
Domaine de Rupture
Construction du plan de Mohr
Résistance maximale au cisaillement

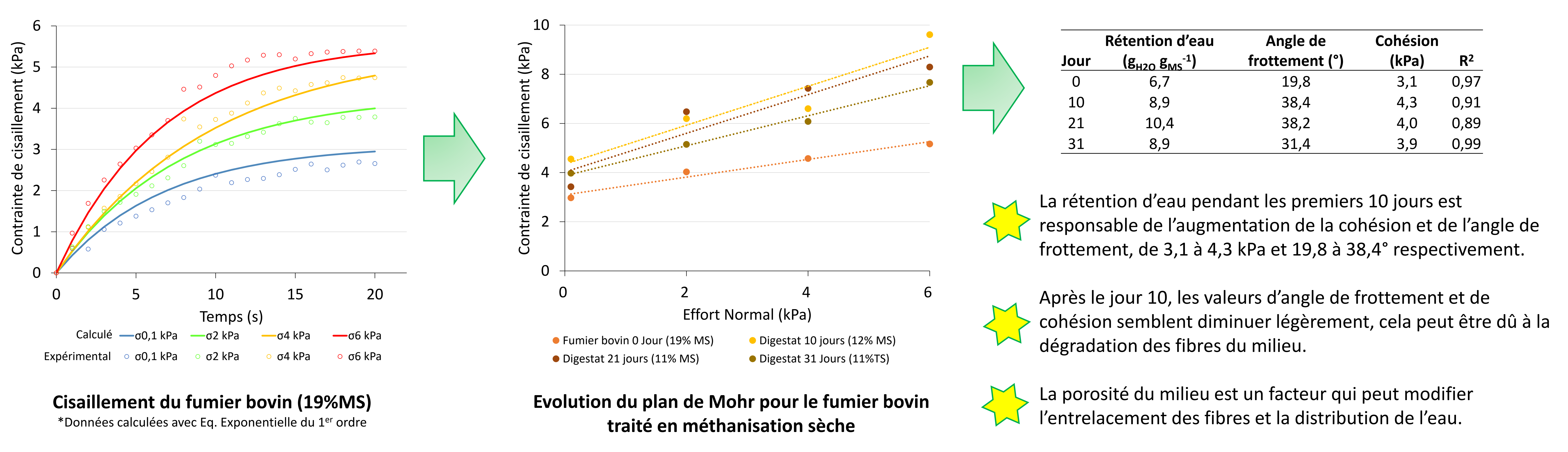
Loi de Coulomb

$$\tau = \sigma \cdot \tan \varphi + c$$

Méthodologie: Echantillons prélevés de 3 réacteurs batch (60L) sacrifiés à différents stades de la digestion anaérobie



Résultats: Caractérisation rhéologique du fumier et du digestat à différents étapes de la digestion anaérobie: Cohésion et Angle de frottement



Liste « FOF » - Conclusions et Perspectives

Forces

- Appareil facile à utiliser sur les sites d'exploitation agricole
- Volume utile applicable à la plupart des substrats de la méthanisation en voie sèche
- Cisaillement direct a permis la caractérisation rhéologique de la biomasse hétérogène

Oppor

- Possibilité de corréler ses résultats avec celui d'un Slump Test
- Etudier l'effet de la dégradation de fibres, des prétraitements et des changements physiques et biologiques de la matière sur les paramètres rhéologiques

Faibless

- Besoin d'instrumentation et d'automatisation de l'acquisition de données
- Equipement encombrant au laboratoire

Remerciements

Les auteurs remercient l'ANRT pour le soutien financier du projet, remerciement spécial à Cyril Druon, à l'équipe d'Agrilab à l'Unilasalle et à Luck Skywalker de nous avoir libérés du joug de l'empire.

Correspondance

*thierry.ribeiro@unilasalle.fr
manuel.hernandez@unilasalle.fr