





Prétraitements de la biomasse lignocellulosique pour améliorer sa méthanisation

Vincent Nordmann^{1, 2}, Stéphane Grelier¹, Frédérique Pichavant¹,
Philippe Pouech²

1 : LCPO, 16 Avenue Pey-Berland, 33607 Pessac

2 : APESA, 2 Av. du Président Pierre Angot, 64053 PAU Cedex 09

Plan

-  Paille de blé pour la méthanisation : gisement et limites
-  Composition, caractérisation de la biomasse lignocellulosique et extraction de ses biopolymères
-  Potentiel méthanogène de chaque fraction
-  Prétraitements de la paille de blé

Méthanisation de la paille de blé

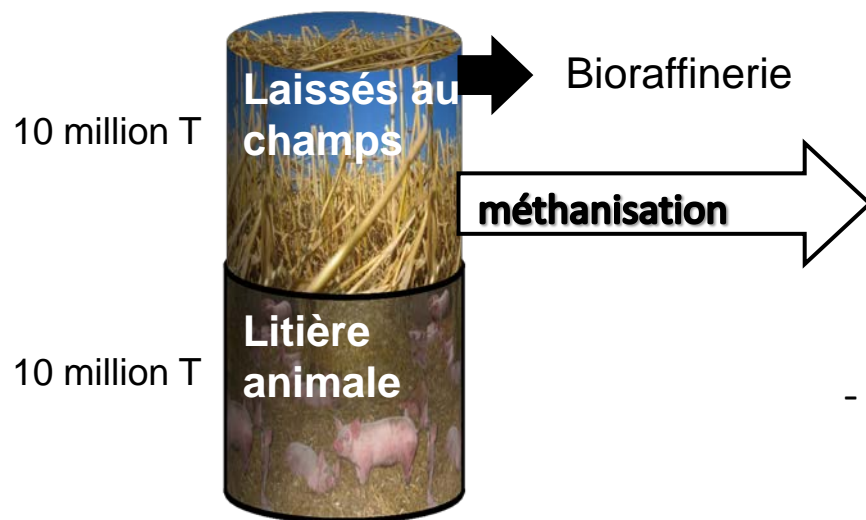
Gisement et limites

La méthanisation de la biomasse lignocellulosique

La paille de blé :

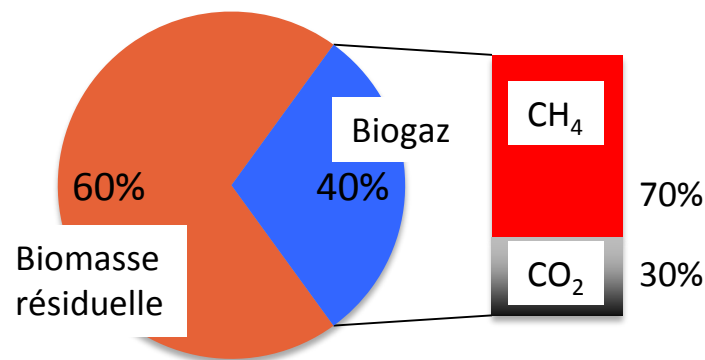
- Un modèle d'étude
- Un intérêt économique

Production de paille de blé en France (ADEME, étude de marché biocombustibles -0512- 2006)



Limites de la méthanisation de la paille :

- Rendement faible



- Faible cinétique
 - 6 jours : 50% production de biogaz total
 - 10 jours : 75% production de biogaz total
 - Tontes de gazon : 90% du biogaz total produit en 5 jours

- ➔ Comment expliquer ce faible rendement et cette faible cinétique?
- ➔ Comment améliorer le rendement et la cinétique de méthanisation?

Vincent NORDMANN

JRI Biogaz méthanisation de Narbonne – 16 octobre 2013

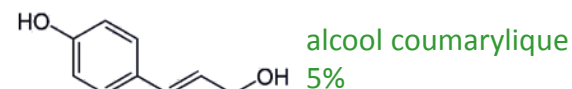
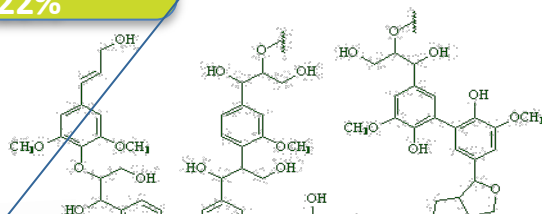
Biomasse lignocellulosique

Composition - caractérisation -
déconstruction

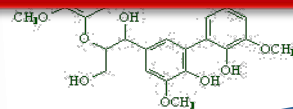
La paille de blé : 3 polymères majoritaires

Extractibles =
contenu cellulaire
15 à 22%

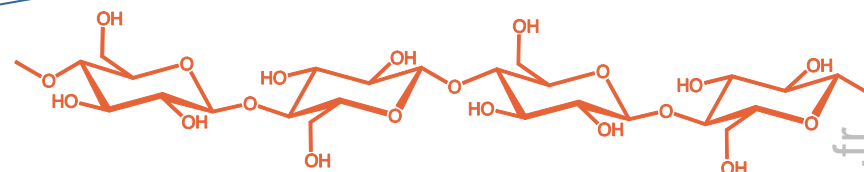
Lignine : 7 à 14% de la paille de blé



Problématique : Quels sont les impacts de chaque fraction de la biomasse sur la méthanisation?



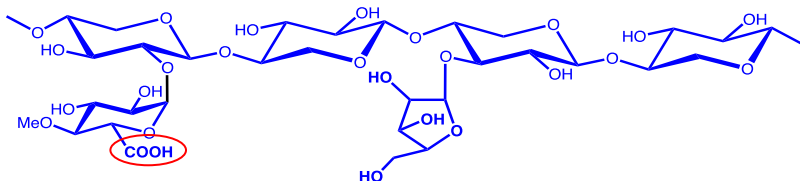
Cellulose : 34 à 44% de la paille de blé



Hémicelluloses : 35 à 36% de la paille de blé

- Chaîne principale = xylane
- Ramifications :

- Xylose, arabinose, mannose, galactose, rhamnose, glucose
- Acides uroniques → formation de liaisons esters avec la lignine



Acide uronique

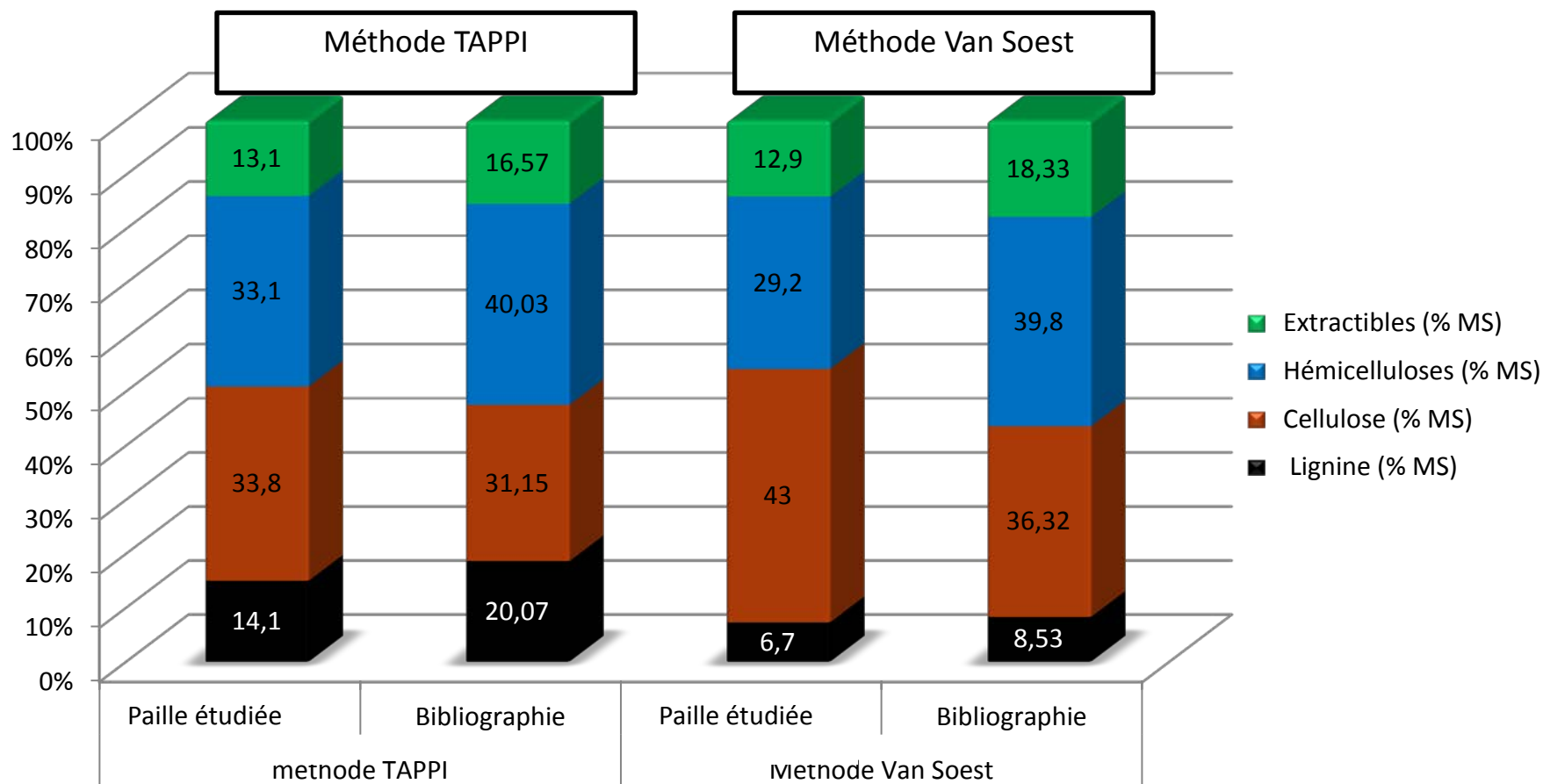
Vincent NORDMANN

JKI Biogaz méthanisation de Narbonne – 16 octobre 2013

Deux méthodes d'analyse et de déconstruction de la biomasse lignocellulosique

Méthode standard TAPPI

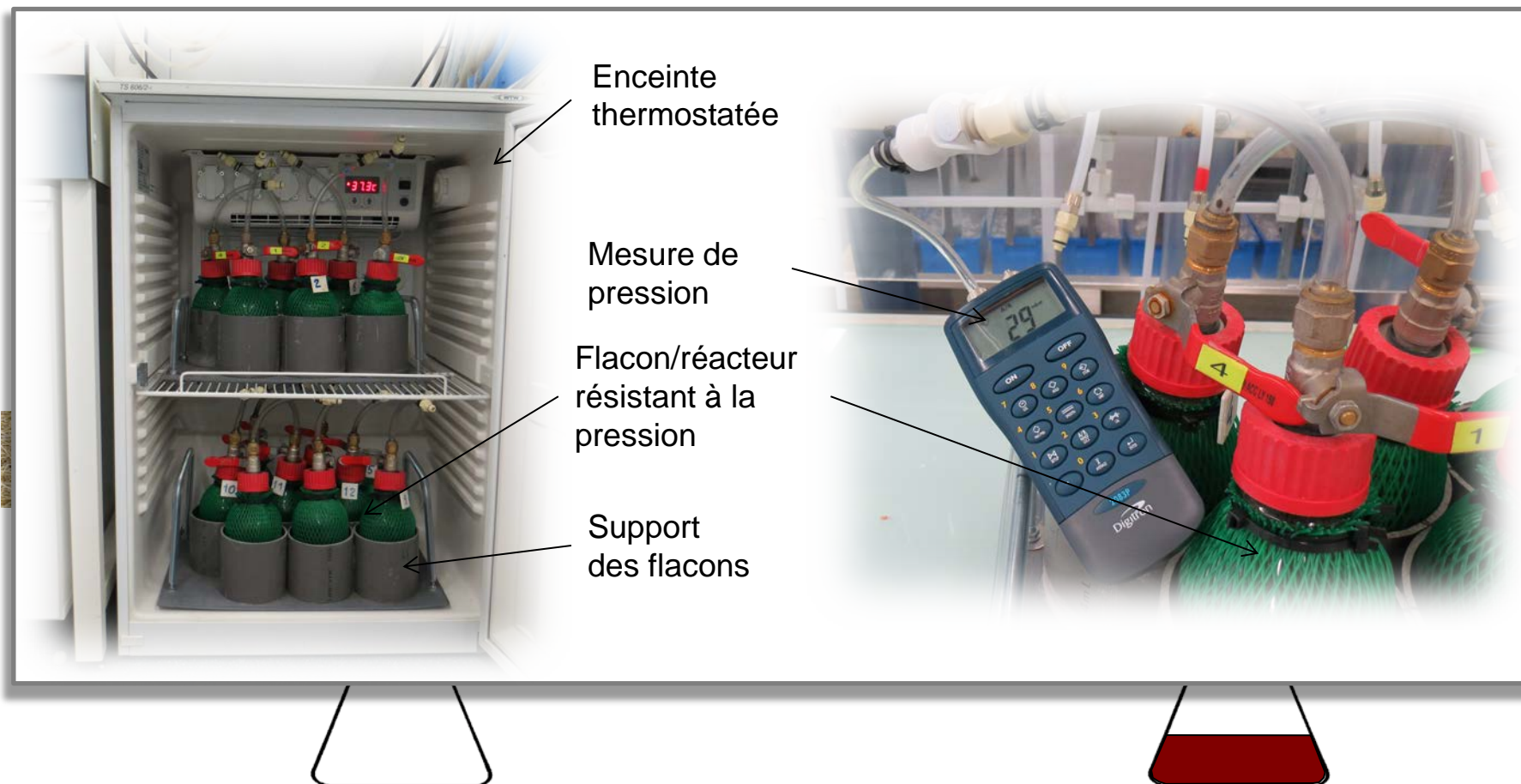
Méthode Van Soest



Méthanisation de la paille de blé

Impact de chacune des fractions

Méthodologie



Méthanisation des fractions de la paille de blé **LCPO**

Production de biogaz = (biogaz produit par "substrat + inoculum" - biogaz produit par "blanc")

Production totale de biogaz corrigée par le taux de chaque fraction dans la paille de blé

Paille de blé « par calcul »

Paille de blé

Taux de chaque fraction de la paille (d'après la méthode TAPPI)

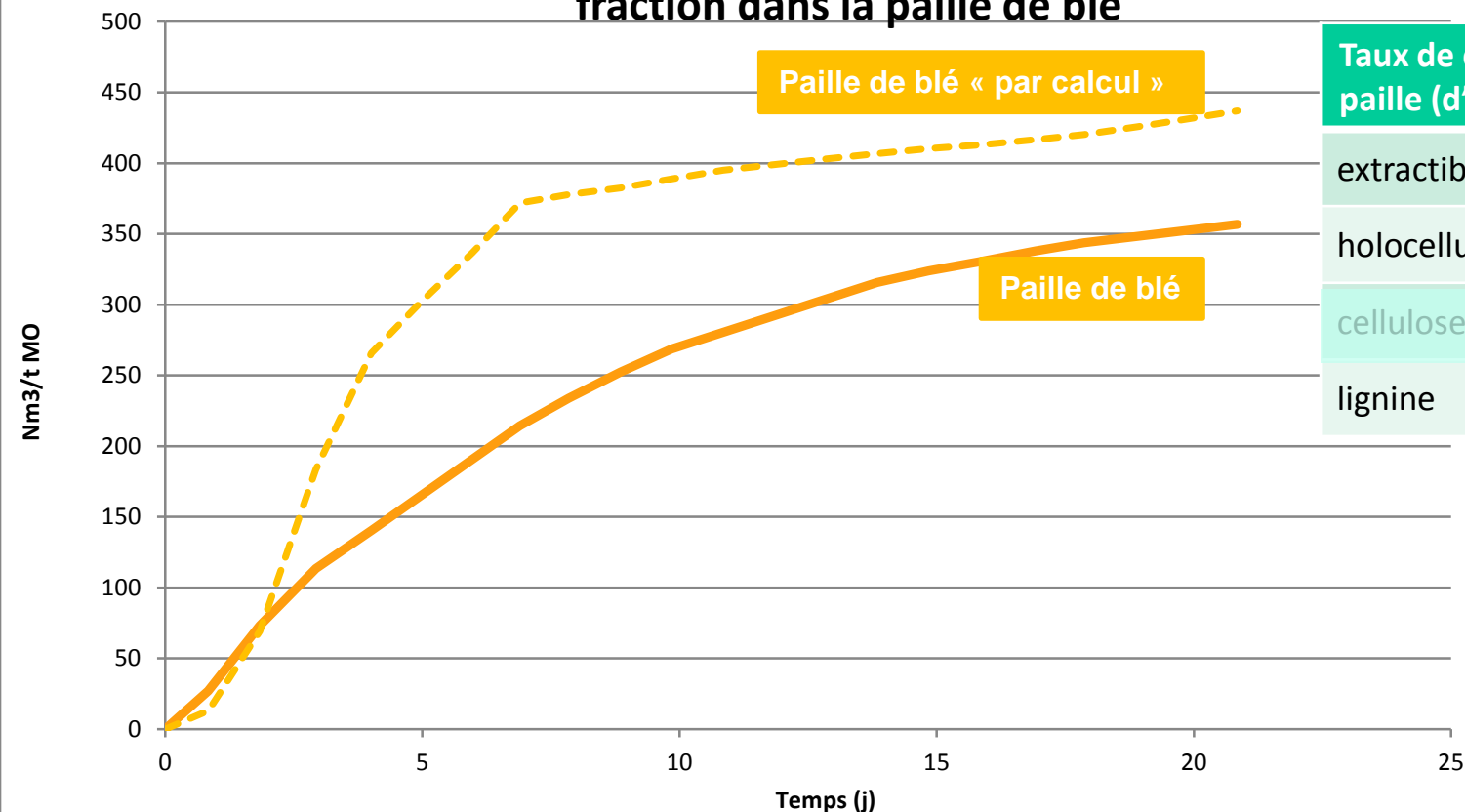
extractible	14%
-------------	-----

holocellulose	69%
---------------	-----

cellulose	36%
-----------	-----

lignine	14%
---------	-----

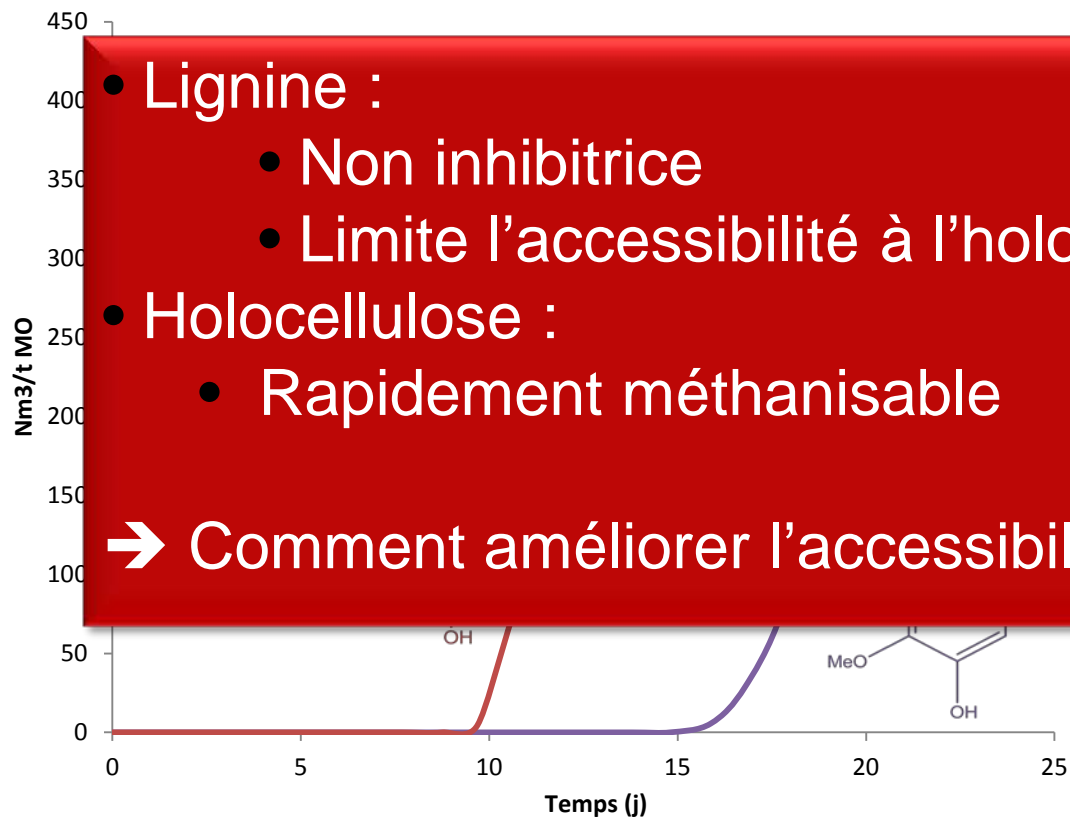
7



Les produits de dégradation de la lignine ... des inhibiteurs ?

Production cumulée de CH₄

- Concentration 5g/L
- Acide férulique et vanillique →



- Lignine :
 - Non inhibitrice
 - Limite l'accessibilité à l'holocellulose
 - Holocellulose :
 - Rapidement méthanisable
- Comment améliorer l'accessibilité à l'holocellulose?

- Hypothèse pour les molécules méthanisables :
 - Degré d'oxydation élevés
 - Adaptation enzymatique lié à l'acide carboxylique

Prétraitement de la paille de blé

Milieu alcalin

Prétraitements étudiés

Augmenter l'accessibilité à l'holocellulose

Refining

Pulping

sonication

micro wave

alkali pretreatment

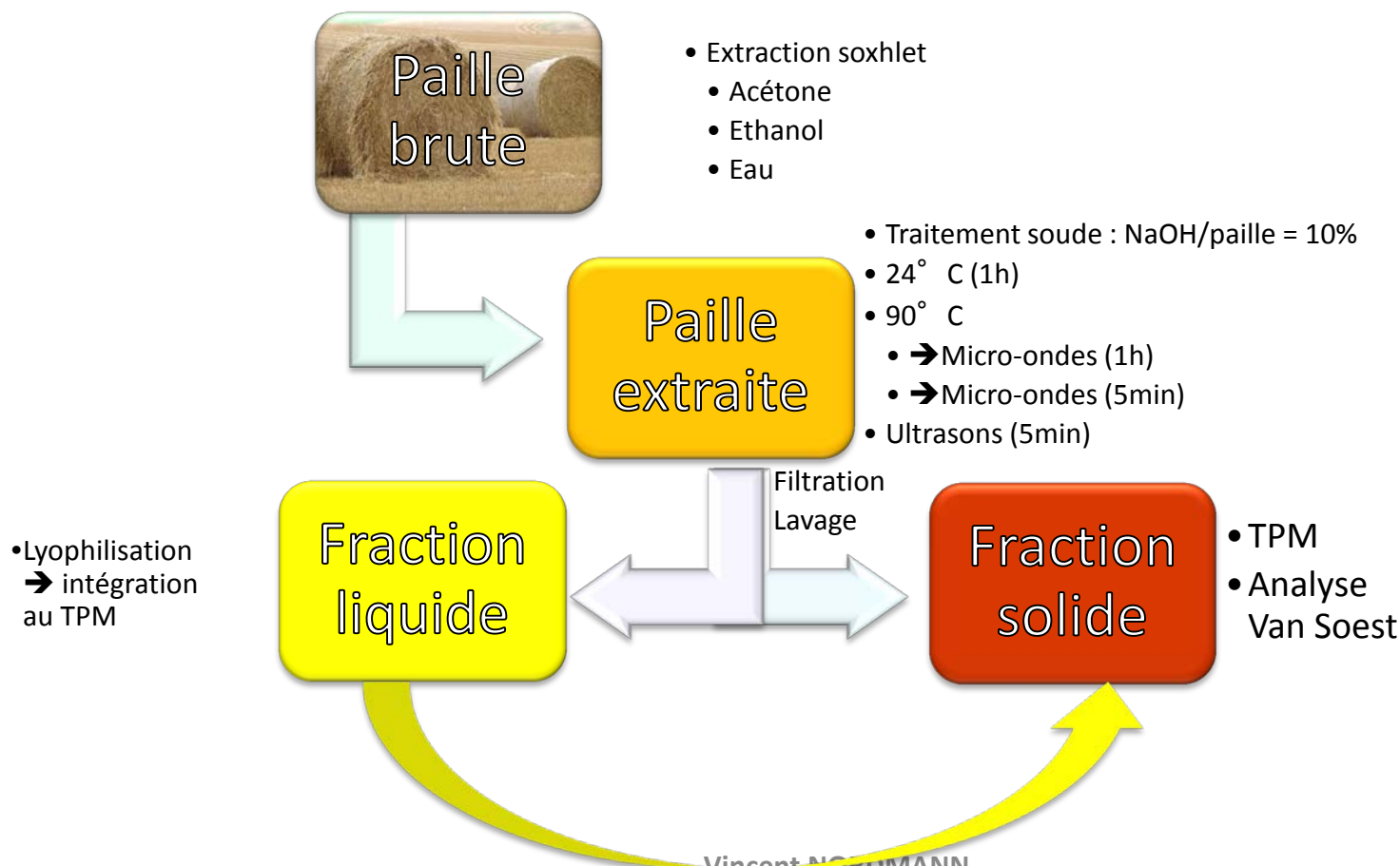
Lignin oxidation :
 O_3

Macroscopic deconstruction

Lignin extraction

Traitement à la soude

Principe : hydrolyse des liaisons éthers entre cellulose, hémicelluloses et lignine

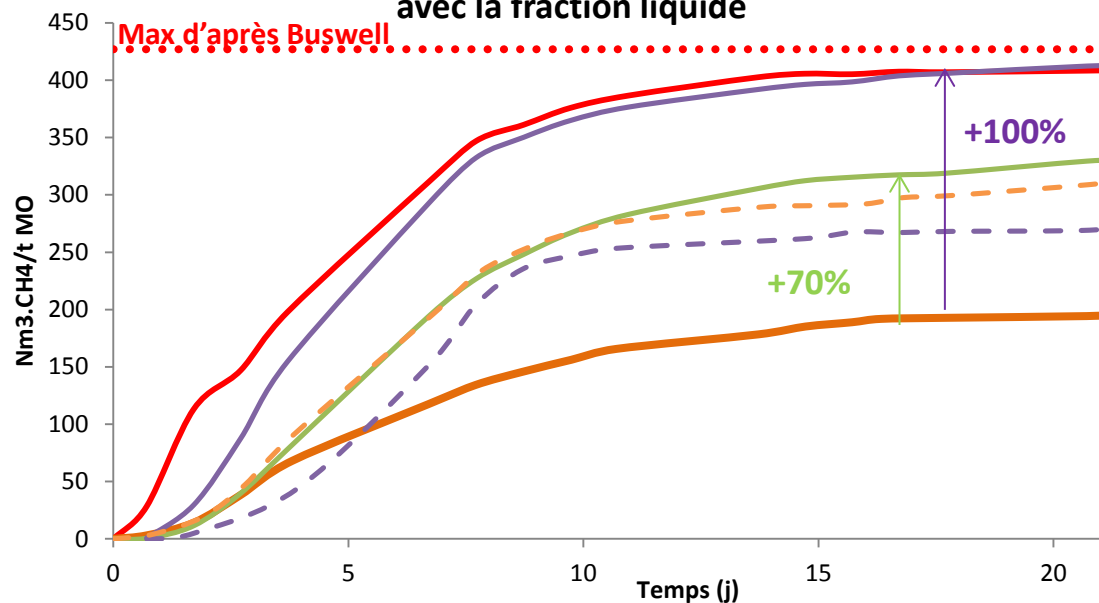


Vincent NORDMANN

JRI Biogaz méthanisation de Narbonne – 16 octobre 2013

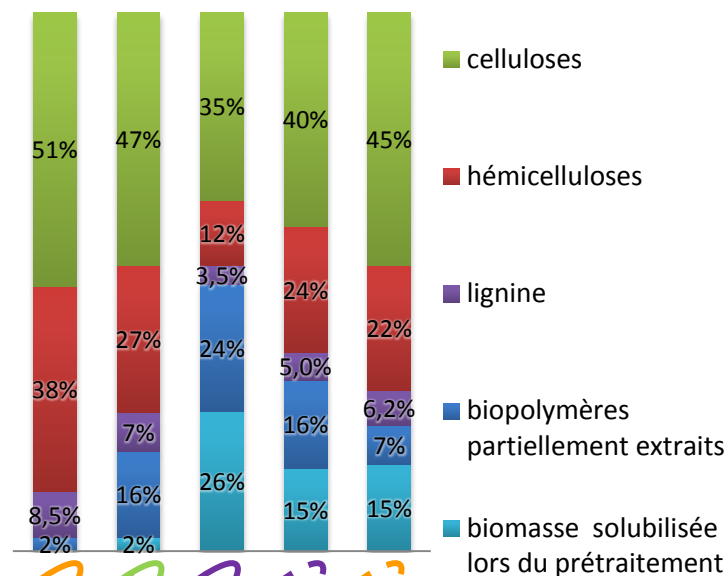
Résultats après traitements NaOH

Prétraitement de la paille extraite NaOH 0,2M
avec la fraction liquide

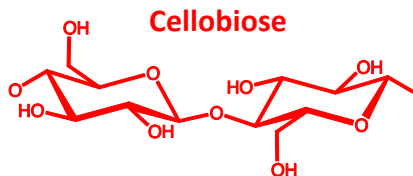


..... Maximum théorique
 — 24°C 1h
 — Ultrasons 5min
 — Cellobiose
 — microonde 1h
 — Paille extraite
 — microonde 5min

taux des différentes fractions de la paille
extraite en fonction du traitement



paille extraite
 soude 1h 24°C
 micro-onde 1h
 micro-ondes 5min
 ultrason eau



- Micro-onde 5min et ultrasons 5min : énergie dépensée < 2,1Wh/g.paille
- Micro-onde et ultrasons : fraction liquide → rendement inférieur

Vincent NORDMANN

JRI Biogaz méthanisation de Narbonne – 16 octobre 2013

Conclusion et perspectives

- Différentes fractions de la paille réagissent différemment vis-à-vis de la méthanisation
 - Cellulose et hémicelluloses
 - Rapidement biodégradées
 - Lignine
 - Lentement biodégradée
 - Suspectée de gêner l'hydrolyse de l'holocellulose
 - Molécules phénoliques → rendement dépend de l'environnement chimique
- Prétraitements :
 - Production de biogaz X 2 suite aux prétraitements à la soude
 - $TPM_{\text{paille prétraitée}}$ semblable $TPM_{\text{cellobiose}}$
 - Limites industrielles:
 - Energie dépensée
 - Diminution du temps de prétraitement → ultrasons et micro-ondes



APESA

Philippe Pouech

Jean Louis Crabos

Camille Lagnet



LCPO

Stéphane Grelier

Frédérique Pichavant

Merci de votre attention

Contact : vincent.nordmann@apesa.fr

vincent.nordmann@gmail.com