

Sandrine SELOSSE

MINES ParisTech, PSL Research University, Centre de Mathématiques Appliquées

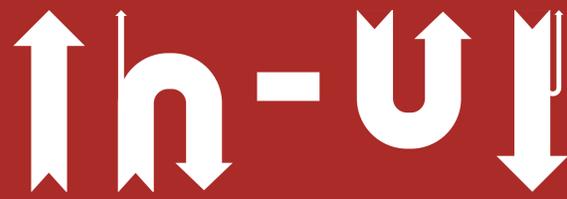
**Nécessité de repenser les systèmes énergétiques**

Accord de Paris : un signal fort pour une transition décarbonée  
Objectif 2°C : zéro émissions nettes à l'horizon ≈2070

**Solutions pour un futur bas carbone et durable**

Renoncer aux énergies fossiles  
Développer les autres sources d'énergie  
Recourir à la capture et au stockage du CO<sub>2</sub>  
Bénéficier d'émissions négatives pour des cibles ambitieuses

**Biomasse - Capture et stockage du carbone**



IPCC / AR5 :  
101 des 116 scénarios  
430-480 ppm reposent sur  
la BECSC représentant  
plus de 20 % de l'énergie  
primaire en 2100  
dans 67 % d'entre eux

(Fuss et al., 2014, Nature Climate Change)

**Potentiel de stockage du carbone**

Disponibilité du stockage onshore  
Estimation du potentiel de stockage  
- Par site - Par région

Site de stockage du carbone	Elevé	Moyen	Bas
EOR (Onshore / Offshore)	110 / 30	112 / 37	9 / 3
Depl. Oil Fields (On. / Off.)	113 / 26	113 / 26	113 / 26
Depl. Gas Fields (On. / Off.)	344 / 318	609 / 302	223 / 169
Coalbed Meth. Rec. <1000m	89	133	0
Coalbed Meth. Rec. >1000m	89	133	0
Deep saline aquifer (On. / Off.)	4907 / 4117	123 / 117	15 / 15
<b>TOTAL mondial</b>	<b>10 142</b>	<b>1 706</b>	<b>572</b>

(Selosse, Ricci and Maïzi, 2018)

Potentiel élevé : **10 412 Gt**  
(recueil de diverses bases de données)

Potentiel moyen : **1 706 Gt**  
(Hendricks, 2004, Best case)

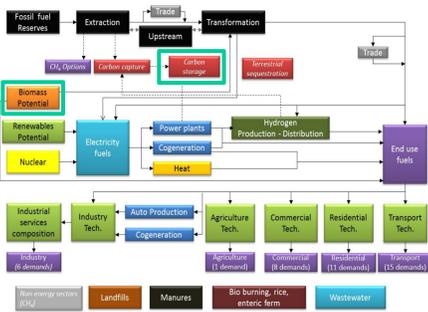
Potentiel faible : **572 Gt**  
(Hendricks, 2004, Low case)

**Un futur bas carbone et durable**

**Analyse prospective avec TIAM-FR**

2050 : 70 % de réduction des GES  
2100 : hausse de la température limitée à 2°C

**TIAM Integrated Assessment Model**



Bottom-up  
2010-2100  
15 régions  
6 secteurs  
42 demandes

Problème d'optimisation linéaire : minimisation du coût actualisé du système énergétique

**Potentiel de la ressource biomasse**

Gestion soutenable de la ressource  
Concurrence des sols pour usage alimentaire  
Localisation des ressources biomasses  
Développement technologique (prétraitement)  
(Kang, 2017 ; Kang, Selosse and Maïzi, 2018, 2017, 2015)

**Estimation du potentiel de biomasse**

Estimation de la demande d'alimentation	Potentiel 2050
Résidus agricoles	Elevé
Productivité par plante	328 EJ
Surface demandée pour l'alimentation	Moyen
Surface demandée pour l'élevage	215 EJ
Surface demandée pour l'urbanisation	Faible
Surface protégée et qualité nutritive du sol	70 EJ
Surface disponible pour la bioénergie	

**Résultats : influence des potentiels de stockage du carbone et de la biomasse**

Part du CCS dans la production électrique mondiale en 2050				
Réduction des émissions de GES de 70 % d'ici 2050		Potentiel de biomasse		
		Elevé	Moyen	Bas
Potentiel de stockage du carbone	Elevé	45 % (BECCS : 70 %)	39 % (BECCS : 55,9 %)	27 % (BECCS : 18,1 %)
	Moyen	45 % (BECCS : 69,8 %)	39 % (BECCS : 56,3 %)	27 % (BECCS : 18,2 %)
	Bas	33 % (BECCS : 93,9 %)	28 % (BECCS : 76,7 %)	15 % (BECCS : 33,5 %)

Gigatonnes de carbone séquestrées par an en 2050 dans le monde				
Réduction des émissions de GES de 70 % d'ici 2050		Potentiel de biomasse		
		Elevé	Moyen	Bas
Potentiel de stockage du carbone	Elevé	12 Gt	8,8 Gt	2,8 Gt
	Moyen	12 Gt	8,9 Gt	2,8 Gt
	Bas	11 Gt	7,7 Gt	2,2 Gt

- Technologies de CSC largement déployées dans un contexte de fortes contraintes de réduction des émissions de GHG, principalement dans le secteur électrique mais également dans le secteur du transport
- Plus le potentiel de stockage de carbone est faible, plus la part de BECSC est importante dans le développement des technologies de CSC ; → Emissions négatives
- Développement des technologies de CSC et de BECSC fortement contraint par le potentiel de biomasse
- De nombreux challenges restent à relever : politiques d'incitation et de régulation pour soutenir les modèles économiques de la (BE)CSC, acceptabilité sociétale, positionnement officiel des états, préservation et restauration des forêts, etc.