



# PROBLEMATIQUE DES SARGASSES DANS LA CARAIBE

## ORIGINE-DETECTION-COLLECTE-VALORISATION

**Association Saint Barth Essentiel**

*Saint Barth, 21 novembre 2015*

***S. Gaspard, F. Saint Martin, T. Soubdhan***



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



# Les Sargasses dans la zone des Caraïbes



© W. Bav-Nouailhat



Deux variétés principales : Fluitans et Natans

Se développent dans les eaux chaudes

Reproduction par fragmentation

Ecosystème dynamique

Constitue un habitat pour de nombreuses

espèces marines



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21





# Les Sargasses dans la zone des Caraïbes

**BARBADE**



**Porte d'Enfer – Anse-Bertrand**

**Désirade**



Photo credit: Ouanalao Studios

**Saint Barth**



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



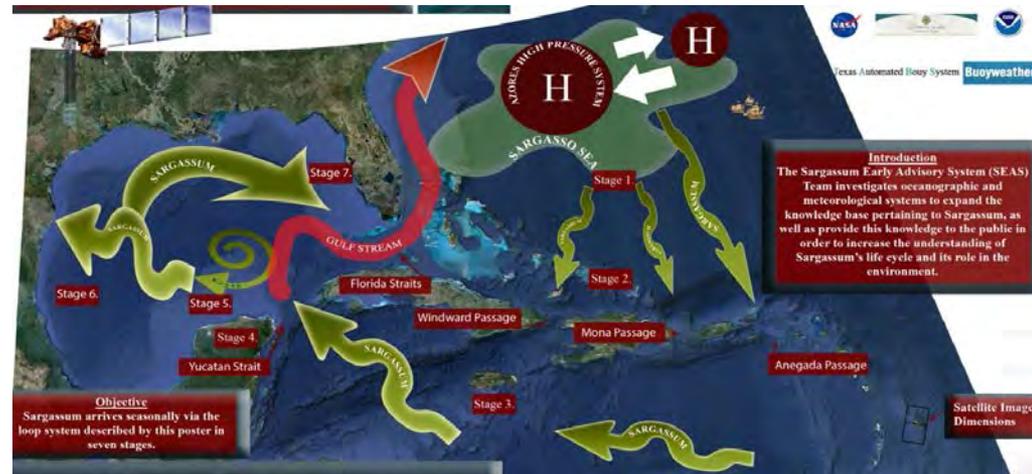


# Origine des Sargasses

## Mer des Sargasses



## Grandes Antilles, Golf du Mexique



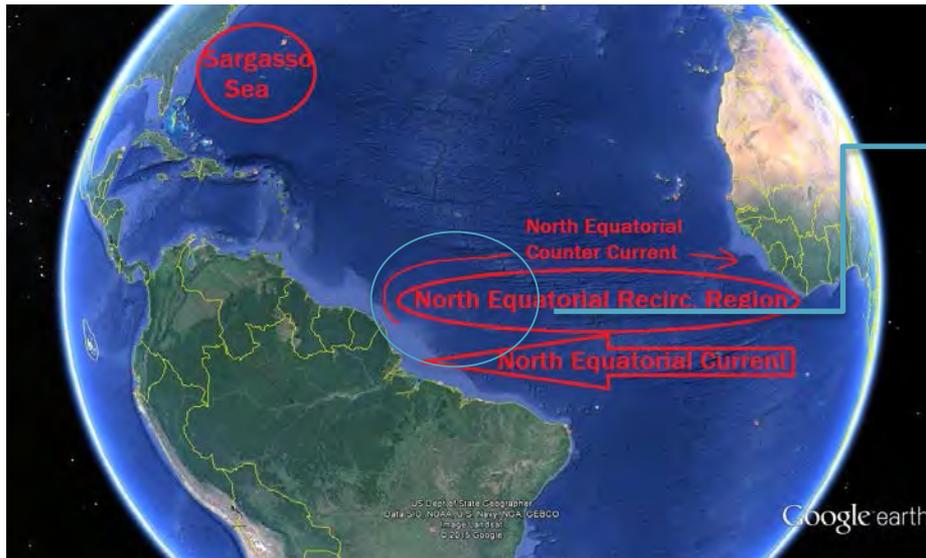
**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



# Origine des Sargasses

Gower J, Young E, King S (2013) Satellite images suggest a new *Sargassum* source region in 2011. Remote Sensing Letters 4(8): 764-773.



Mise en evidence de la Petite Mer des Sargasses, 2011  
Nord Est Brésil



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21



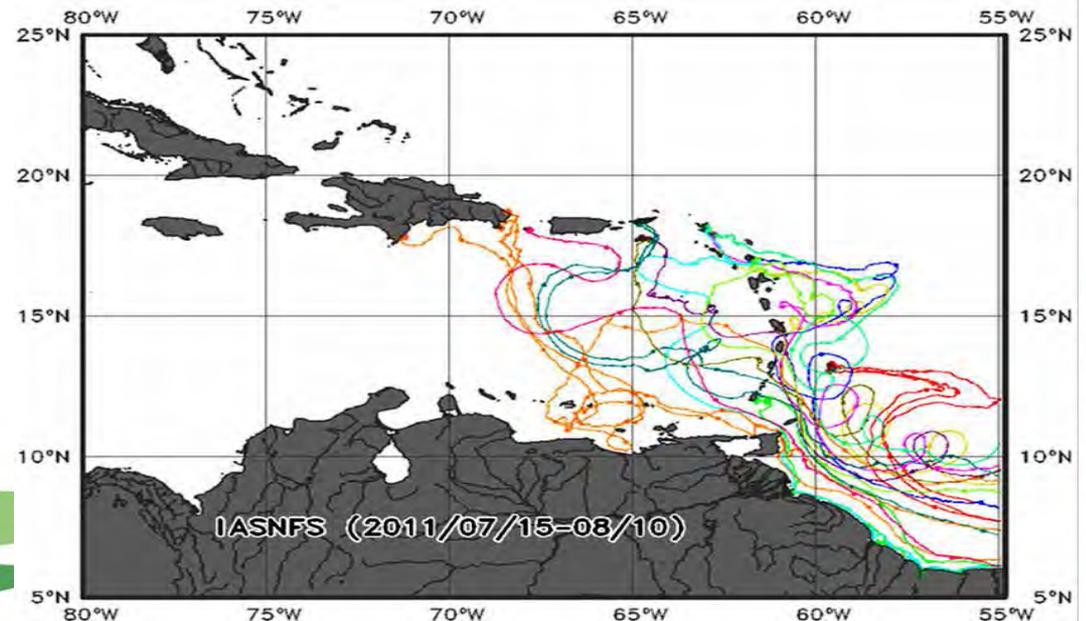
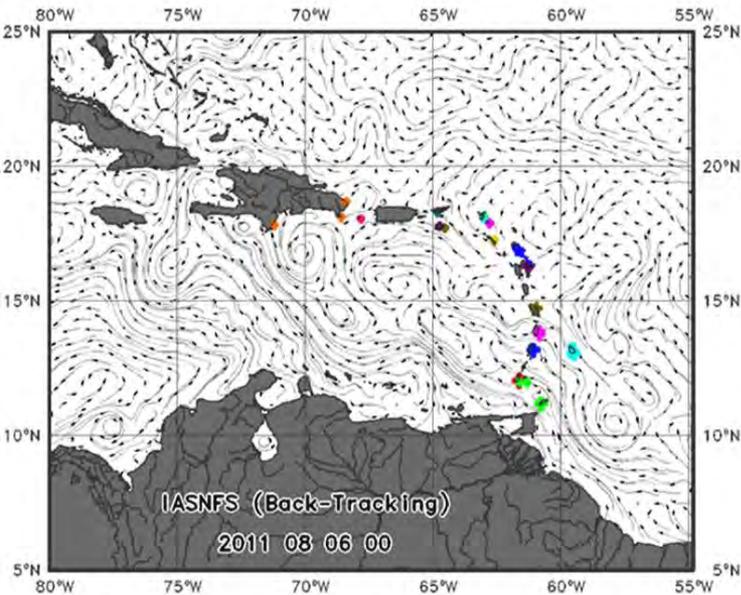


# Trajectoires des Sargasses : Analyse des courants marins

Intra-Americas Sea Ocean Nowcast/Forecast System  
Naval Research Laboratory, Stennis Space Center :

Modele Numérique de prévision des courants et  
observation de bancs de sargasses :

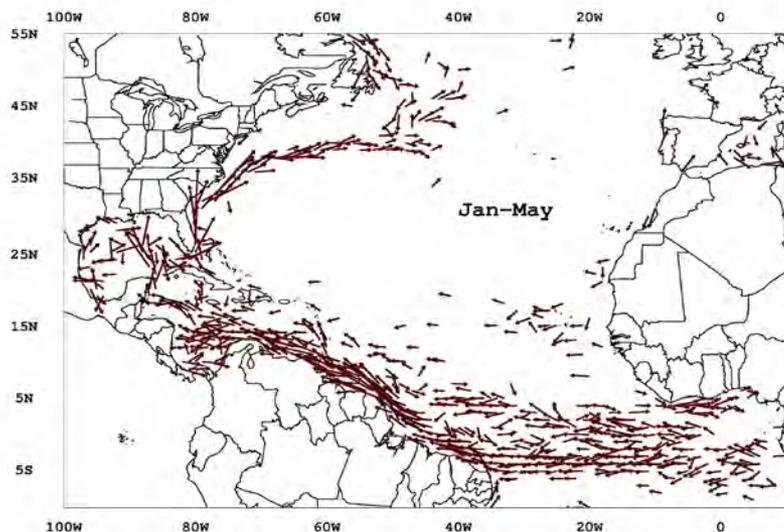
**Prévisions des trajectoires**



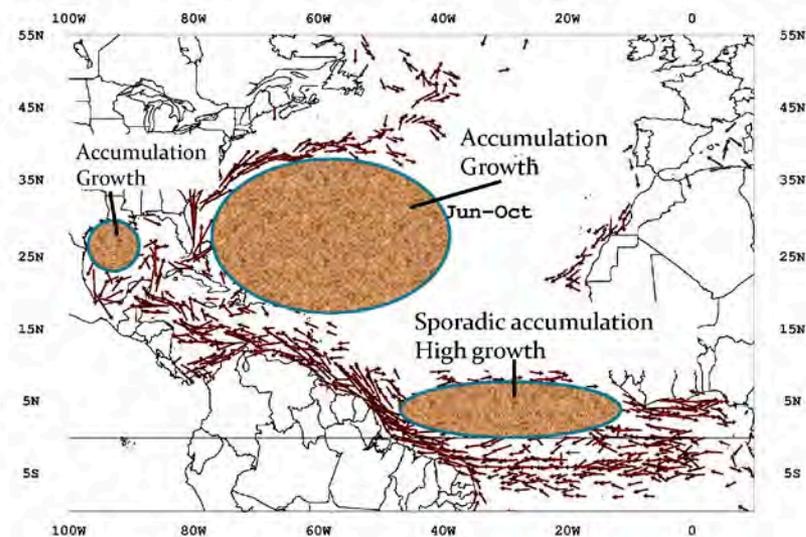


# Zones d'influences

## Janvier - Mai



## Juin - Octobre



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

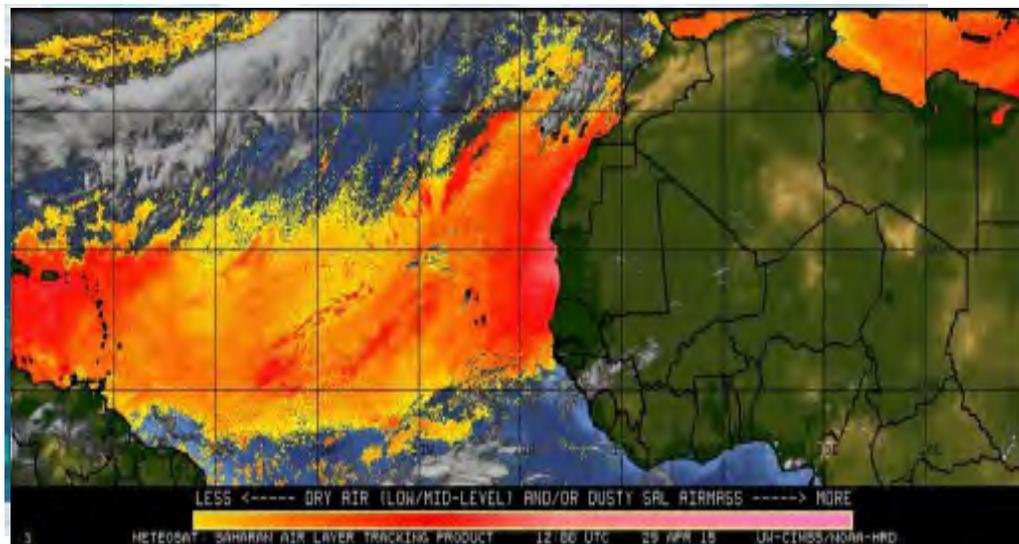
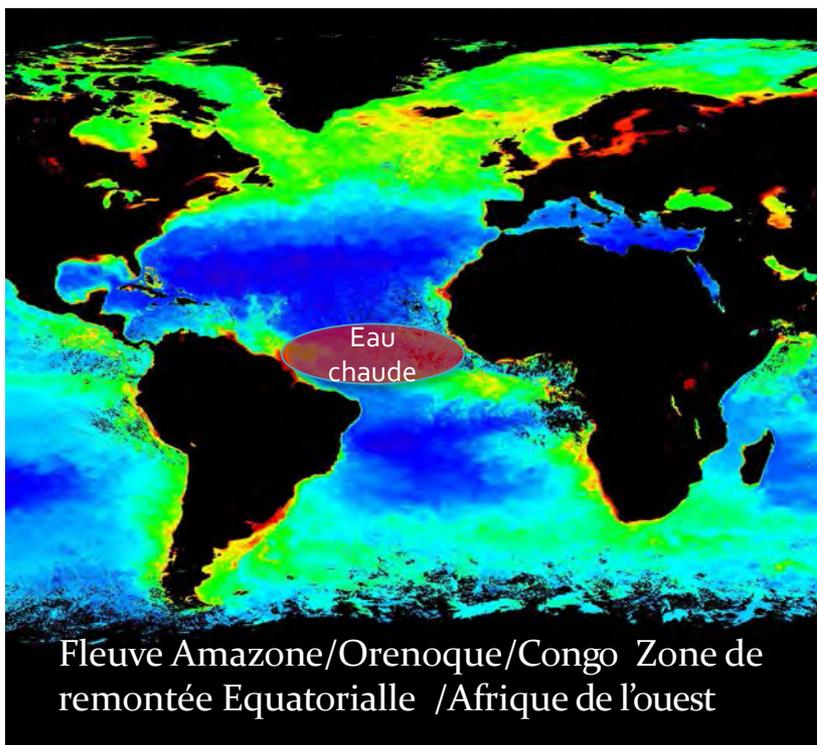
cop21.gouv.fr #COP21



# Les Sargasses dans la zone des Caraïbes

Taux de Nutriments (MODIS été 2011)

Poussières Africaines : Azote, Phosphore, Fer



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

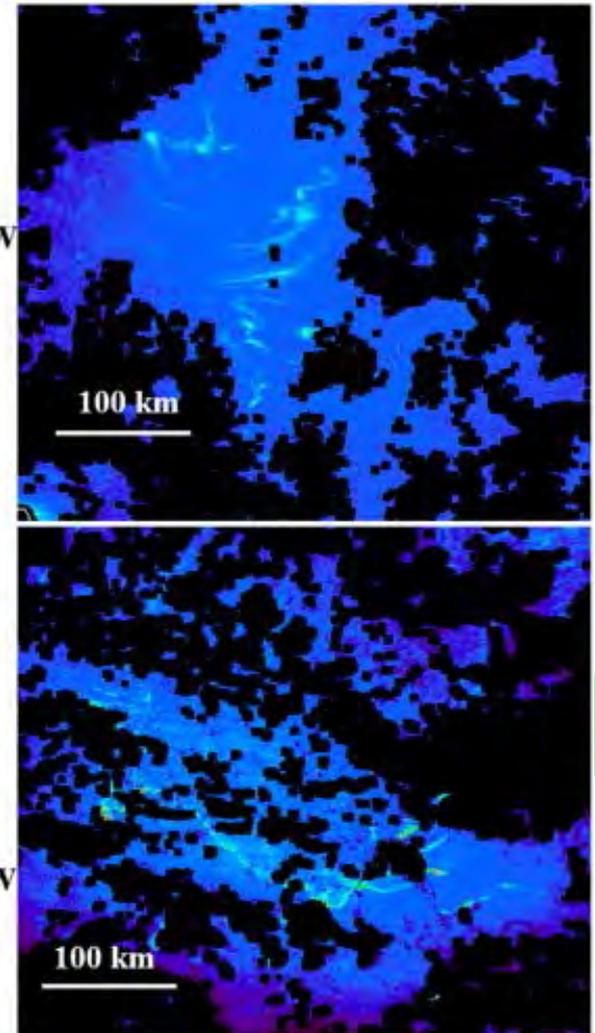
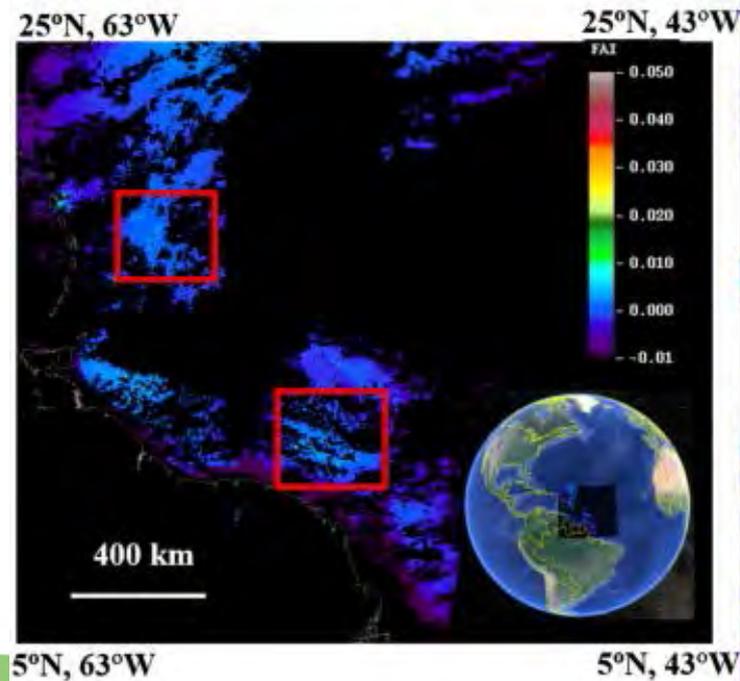
cop21.gouv.fr #COP21





# Détection et suivi satellitaire

Gower J, Young E, King S (2013) Satellite images suggest a new *Sargassum* source region in 2011. Remote Sensing Letters 4(8): 764-773.





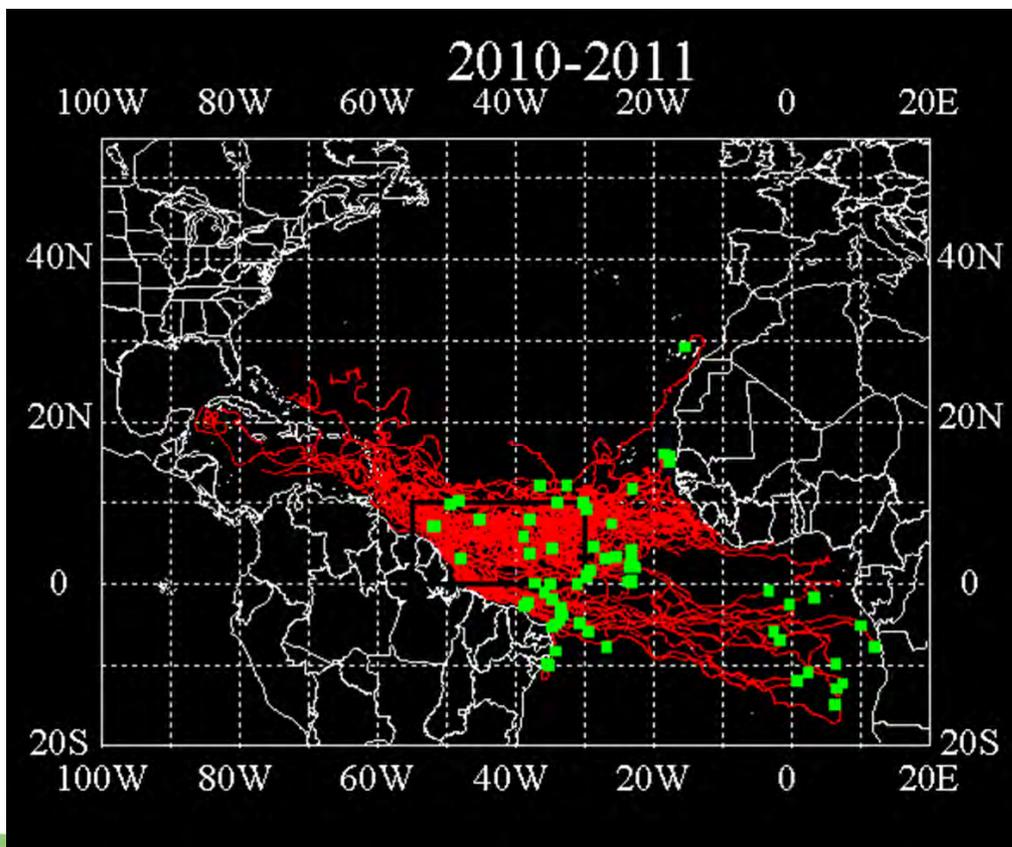
# Suivi des Bancs de Sargasses

**Suivi entre 2010 et 2011 de bancs de Sargasses ;  
carrés vert : point de départ**

**40% des bancs dérivant ont passé plus de 6 mois dans la zone nord est du Brésil**

➤ Tous les ingrédients réunis pour développement massif :

- Zone de pousse
- Nutriments en quantités importantes
- apports des fleuves, recirculation,
- poussières sahariennes,
- zone de recirculation sur plusieurs années,
- Accumulation
- formation de bancs dérivants



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21

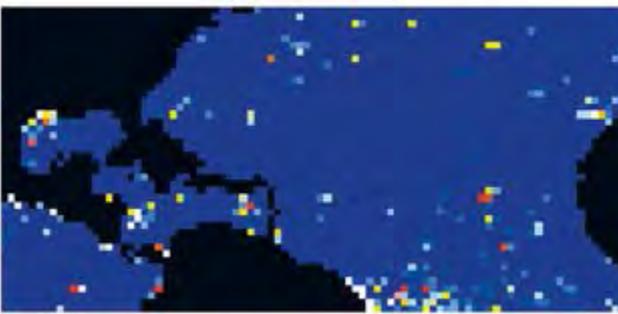


# Comparaison 2010 -2011

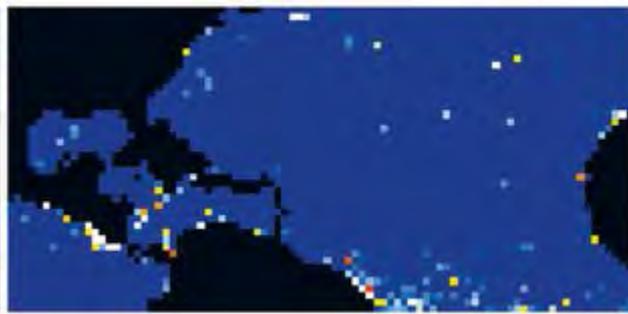
Mai 2010



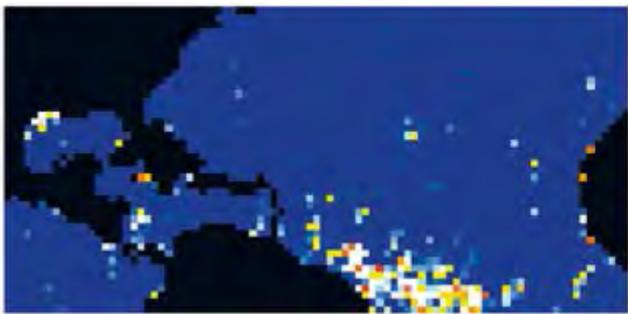
Juin 2010



septembre 2010



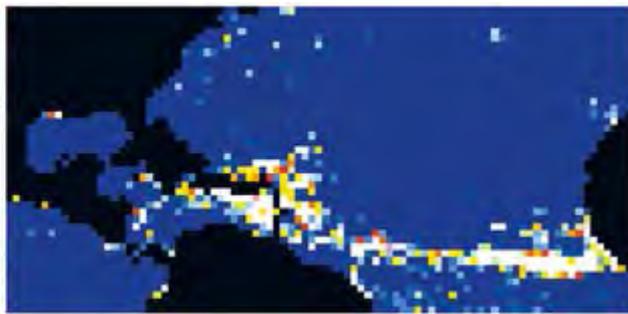
Mai 2011



Juin 2011



septembre 2011

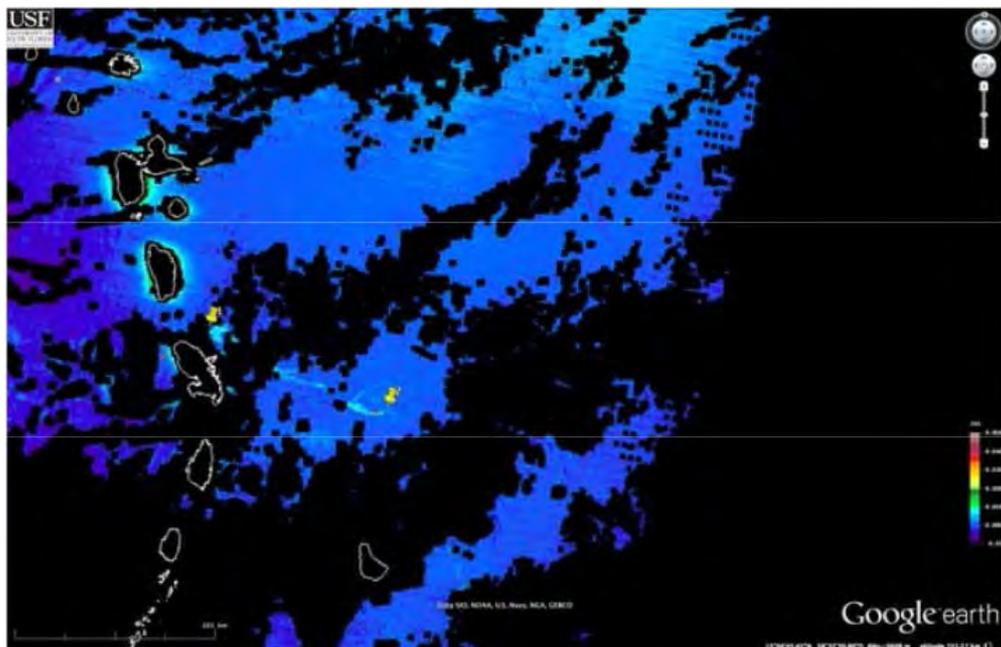


**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

[cop21.gouv.fr](http://cop21.gouv.fr) #COP21



# Outils de Prévisions d'arrivée des Sargasses



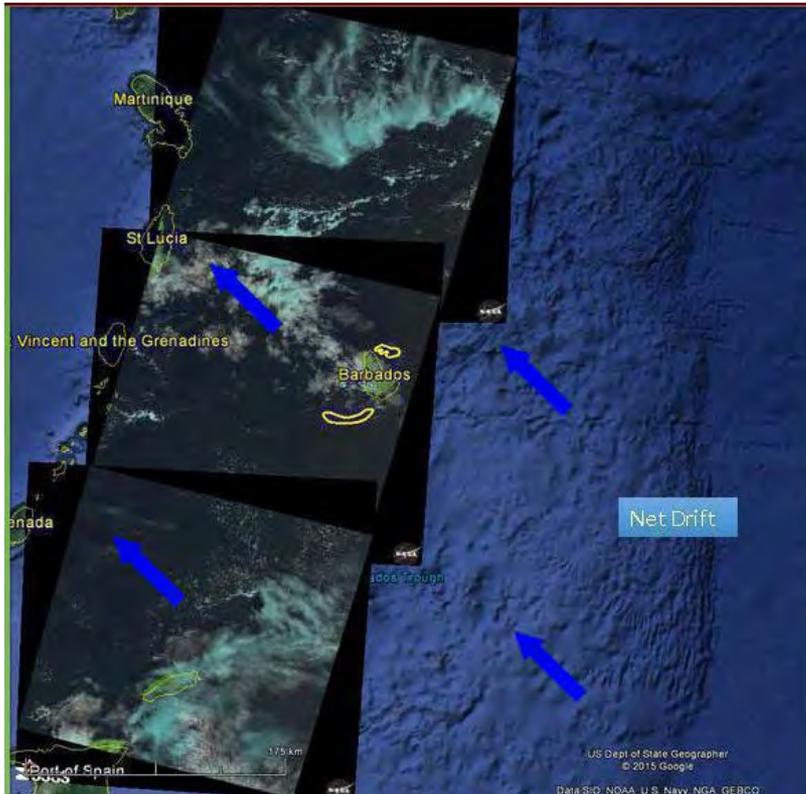
**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21





# Outils de Prévisions d'arrivée des Sargasses



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21





# PROBLEMATIQUE DES SARGASSES DANS LA CARAIBE

## COLLECTE

**Association Saint Barth Essentiel**

*Saint Barth, 21 novembre 2015*



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

[cop21.gouv.fr](http://cop21.gouv.fr) #COP21



## Problématique Sargasses

Chaque épisode d'arrivée massive de sargasses est actuellement traitée par le ramassage des algues échouées sur le littoral :

Les solutions actuellement utilisées font intervenir **des engins de terrassement** ou d'origine agricole, qui endommagent les sites de collectes, quelquefois de manière irréversible, et cela malgré tous les efforts de reconstruction a posteriori des sites.



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21





# Ramassage des algues

- Collecte sur le sable avec des engins classiques à proscrire
- Collecte Manuelle
  - Mexique 9 M d'euros pour l'embauche de 4500 personnes
  - Guadeloupe: brigades vertes 100 personnes 1.6 M
- Collecte en mer
  - Utilisation de filets : barrages flottants (Martinique) coût élevé, destruction des filets par les amas



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21





- Bateau de ramassage Sargator muni d'un tapis



- Tractopelle des mers



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21





## Système de collecte Amphibie NST

- Technologie brevetée, conçue et développée par notre société
- Système de collecte des algues aussi bien en mer que sur la plage sans endommager les sols fragiles des rivages et les plages.



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21





# La collecte en mer

- Action préventive qui évite l'échouage de plaques de sargasses identifiées grâce à une étude satellitaire de leurs trajectoires.
- Le prélèvement en haute mer ne pourra pas toujours éliminer la totalité des plaques risquant de s'échouer sur la côte ou de bloquer des sites de topologie particulière (ports de pêche ou sites touristiques)
- ***Le prélèvement côtier*** réalisé grâce à la tête de collecte amphibie dans sa fonction marine qui lui permet de se déplacer d'une plaque dérivante à l'autre en aspirant les sargasses, suivie par le convoyeur et conteneur souple qui permettent de compresser et de stocker les algues.



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21



Le système proposé, dans son utilisation marine, est bien adapté pour :

- Les zones sensibles,
- zones côtières proches
- Les plages
- Les sites d'accès difficiles.



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21





## Collecte au sol :

- La principale difficulté réside dans la préservation environnementale du site.
- En effet, la plupart des solutions actuellement utilisées font intervenir des engins de terrassement ou d'origine agricole, qui endommagent les sites de collectes, quelquefois de manière irréversible.
- A cette difficulté, s'ajoute celle d'obtenir un substrat facilement valorisable, c'est-à-dire propre et débarrassé de son sable, donc économiquement attractif.



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21



- Pour contourner ces verrous :

- développement d'un matériel de collecte au sol léger pour éviter les tassements
- possibilité de séparer le sable des algues sans que le coût du nettoyage n'impacte sur le coût à la collecte.



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



# Rapidité de traitement des plages

- La technologie a été spécifiquement développée pour la topologie des côtes antillaises et permet à une brigade de trois personnes de traiter en huit heures une surface au sol de 3000 à 4500 m<sup>2</sup> et de compresser près de 1150 m<sup>3</sup> de sargasses en 115 m<sup>3</sup> directement dans des conteneurs flottants souples remorquables par mer jusqu'à leur point de traitement.
- Ceci en évitant tout impact écologique sur leur point de prélèvement, indépendamment des accès routiers.
- En plus du ramassage des algues, le procédé développé permet le nettoyage des plages d'autres débris tel que plastiques, mégots, ...



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21



## Gestion des dommages environnementaux :

- Seule la tête de collecte, pesant moins de 200 kg et disposant de roues larges afin de minimiser l'empreinte au sol, et une partie du convoyeur supporté, souple et léger, se déplacent au sol. Le reste des équipements flotte en mer dans des zones suffisamment profondes pour ne pas créer de dommages environnementaux.



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



## Conclusion :

- Notre système propose un enlèvement des sargasses par voie maritime, sans nécessité d'accès routier à la plage ou la côte traitée et donc sans détérioration des sols côtiers par les roues des camions transportant la sargasse collectée.
- Solution innovante, réactive, et rapide à un problème chronique, tout en respectant l'environnement, et en ciblant des zones d'actions, côtière proche et plage, pour lesquelles une solution efficace et souple n'existe pas.
- Elle apporte une alternative écologique aux méthodes d'enlèvement de sargasses au sol jusqu'alors utilisées, très impactantes pour l'environnement.



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



# Calendrier opérationnel

- Essai sur site fin janvier / début février 2016
- Possibilité de mise en place technique du dispositif de collecte un à deux mois plus tard



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



# Valorisation des sargasses

- Épandage
- compostage
- engrais naturel
- substrat pour culture hors sol
- alimentation animale
- Bioplastiques
- Extraction de principes actifs, *par ex.* alginate utilisée pour le traitement de l'eau comme gélifiant



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT

cop21.gouv.fr #COP21



# VALORISATION PROPRE DES DÉCHETS PAR LE SOLEIL

## Fabrication de charbons actifs à partir des sargasses

*Une ambition collective au cœur des grands enjeux du développement durable*

### Association Saint Barth Essentiel

*Saint Barth, 21 novembre 2015*

*S. Gaspard, F. Saint Martin, T. Soubdhan*



**TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



- la gestion des déchets de manière générale et de la biomasse végétale en particulier représente un enjeu majeur dans la Caraïbe.
  - Contexte insulaire, exigû
  - Tropical-dégradation accélérée
  - Biodiversité riche

- Volume important de déchets ménagers et assimilés (2<sup>e</sup> produit d'exportation de la Guadeloupe)
- Les agro-industries génèrent beaucoup de sous-produits et de déchets.
- Les échouages massifs de sargasse constituent une menace majeure pour les économies de la caraïbe (tourisme, pêche, industries.....)
- La valorisation des déchets est un impératif
- Elle s'inscrit dans un contexte de développement durable





## Présentation du charbon actif

- Le CA est un matériau poreux obtenu par la carbonisation de matière carbonée telle que: la houille, le charbon naturel, lignite, résidus pétroliers, coques de noix de coco, etc.
- Il est reconnu pour sa grande porosité, dont la surface peut varier selon le cas de 500 à 2500 m<sup>2</sup>/g.
  - Grâce à sa grande capacité à adsorber des molécules à sa surface, il est utilisé dans plusieurs domaines tels que:
    - Traitement de l'air et des gaz
    - Stockage de gaz
    - Traitement de l'eau potable et des eaux usées
    - En industrie alimentaire: purification, décoloration, etc.
    - En médecine en cas d'empoisonnement
    - stockage de l'énergie etc.





## Présentation du charbon actif

Le charbon actif est souvent commercialisé sous deux formes:

a) granulée



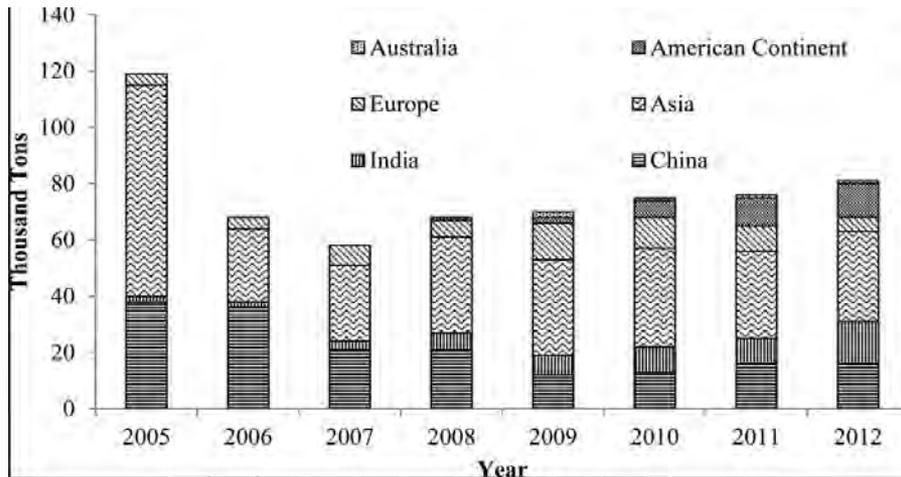
b) poudre





# Les charbons actifs

La production de charbon actif,  
 Besoins annuel 1.9 Mio Tonnes  
 Augmentation prévue: 10%/an



**US Activated Carbon Demand**  
 (1.9 million metric tons, 2016)



Applications multiples:

- Traitement de l'eau, de l'air,
- agro-alimentaire
- Industrie (automobile, énergie)
- Secteur pharmaceutique



## Problématique

- A travers le monde, les problèmes de pollution des effluents liquides et gazeux sont très importants.
- Le charbon actif (CA) est l'un des matériaux utilisés dans la dépollution des liquides et des gaz.
- Les CA commerciaux sont très coûteux, en partie, à cause de l'**importation** et de la **matière première** utilisée.
- Il faut donc s'orienter vers une **production locale** de CA à partir de **précurseurs locaux**, disponibles et peu coûteux,





## Contexte de l'étude

- Elle s'inscrit dans un contexte de développement durable axé sur la valorisation de la biomasse végétale de la Caraïbe.

## Problématique

- Les agro-industries génèrent beaucoup de sous-produits et de déchets.





## Objectif

- Valorisation des sous-produits et déchets lignocellulosiques en les transformant en charbons actifs.

## Spécifiquement

- Caractériser les charbons actifs obtenus pour déterminer:
  - leurs propriétés texturales et chimiques
  - leurs propriétés d'adsorption en phase liquide en vue de leur éventuelle utilisation pour le traitement des eaux.



# Matières premières utilisées



## Végétaux terrestres



Racines de vétiver:  
*Vetiveria zizanioides*



Bagasse de canne à sucre:  
*Saccharum officinarum* L

## Végétaux marins

Turbinaria



Sargasse

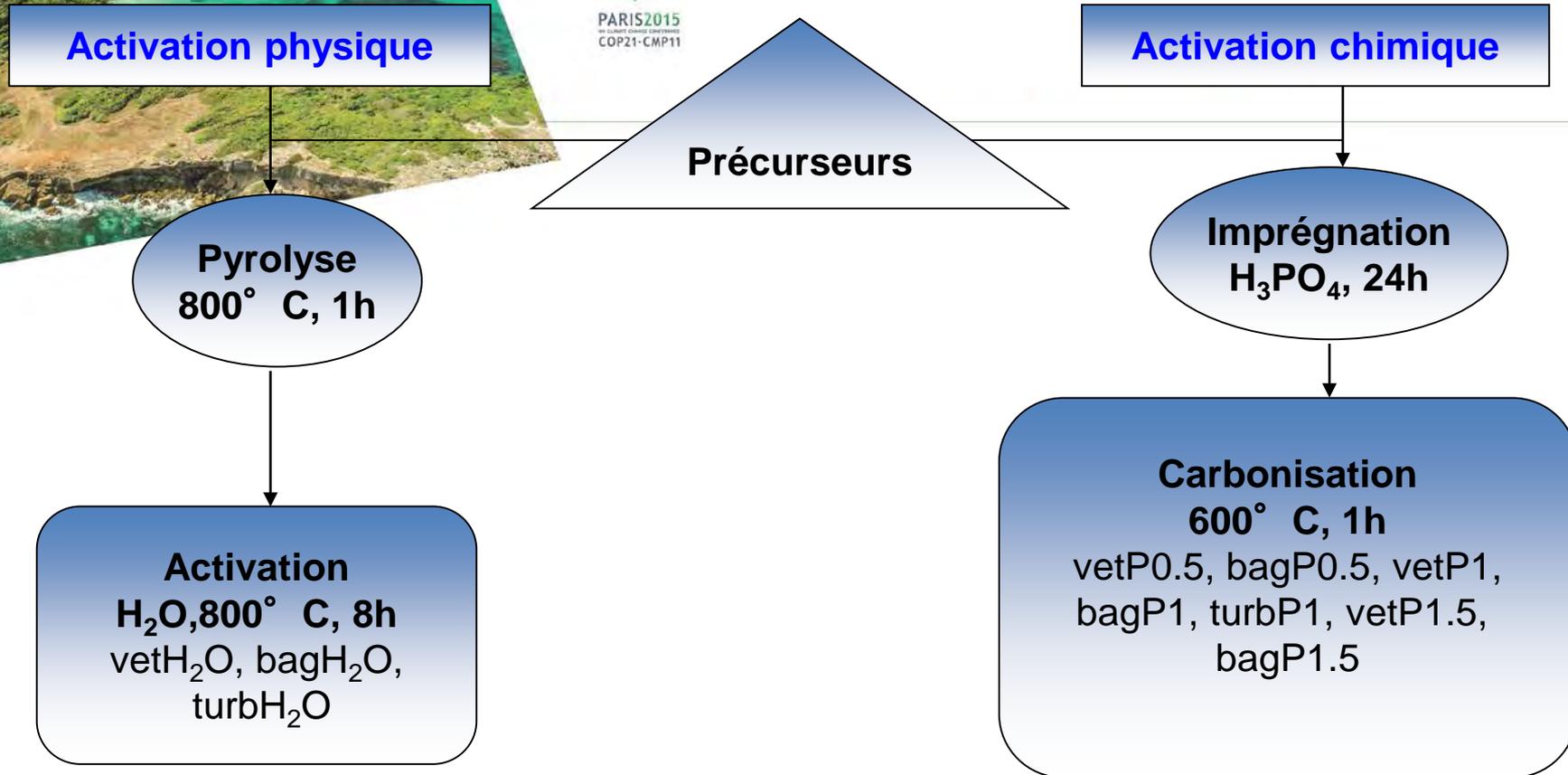


la posidonie



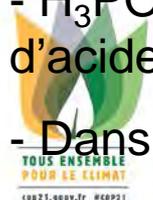
Macro algue marine: *Turbinaria turbinata*,  
*sargassum fluitans*

# Préparation des charbons actifs



-  $H_3PO_4$  est utilisé selon différentes proportions appelées  $X_p$  définies par: masse d'acide / masse de précurseur

- Dans ce travail  $X_p = 0.5; 1$  et  $1.5$



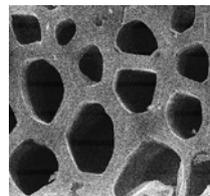
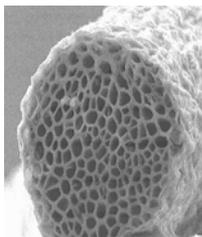
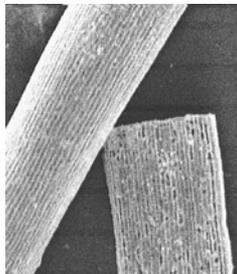
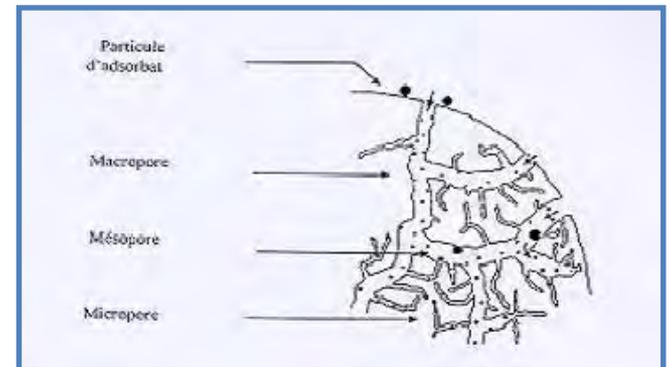
# Structure du charbon actif



OH    O-C    COOH    C=O    OH

**Surface externe**  
du Charbon actif (composée de graphite = carbone C-C)

**Structure interne**  
du Charbon Actif



**Micropore :**  
Taille des pores < 2 nm

**Mésopore :**  
2 < taille des pores < 50 nm

**Macropore:**  
Taille des pores > 50 nm

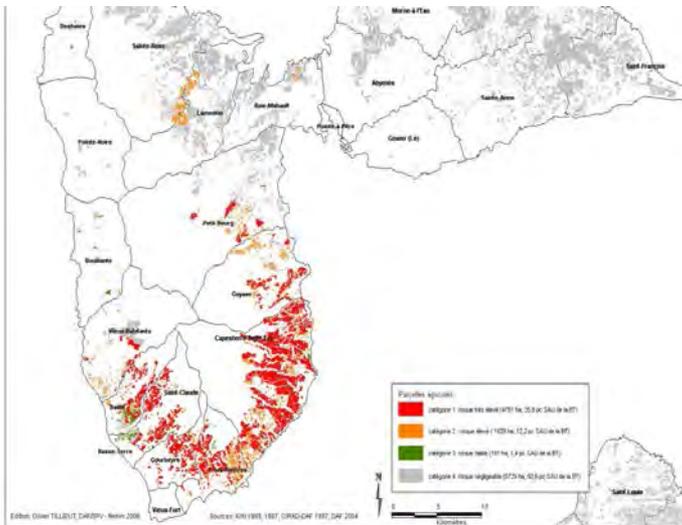
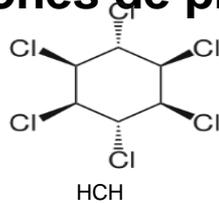
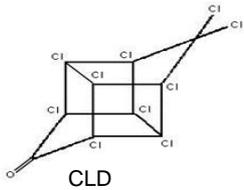




# Adsorption et désorption de la chlordécone sur des CA de bagasse



**Pollution chronique diffuse des sols et des eaux par les pesticides organochlorés (HCH, chlordécone) dans les zones de production de banane**



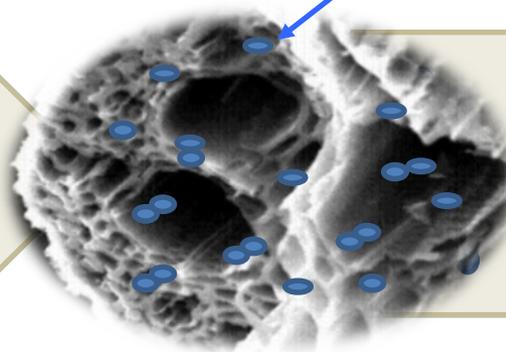
**Filtre à charbon actif type des stations de Belle Terre, Soldat,**

# Rôle du CA dans le traitement d'une eau

**ADSORPTION = Décontamination des eaux**

CLD adsorbée

Solvant



Solvant saturé

Charbon actif

● Polluant (ex: bleu de méthylène, chlordécone)



# Travaux sur la dépollution des milieux contaminés par les pesticides

## Objectifs

- **Optimisation du traitement par charbon actif**
- Traitement des sols contaminés



# Préparation des charbons actifs

Précurseur: bagasse de canne à sucre, racines de vétiver



Canne à sucre

Extraction



du jus de canne

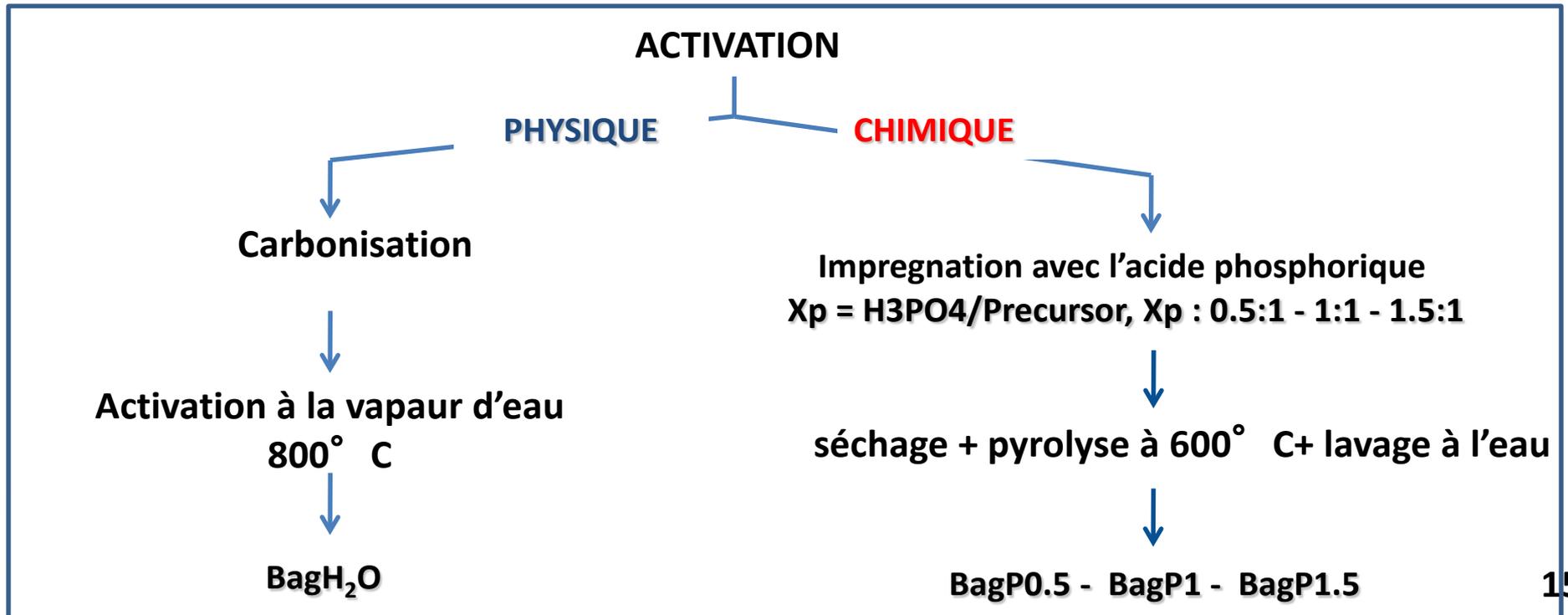


Résidu fibreux

Bagasse

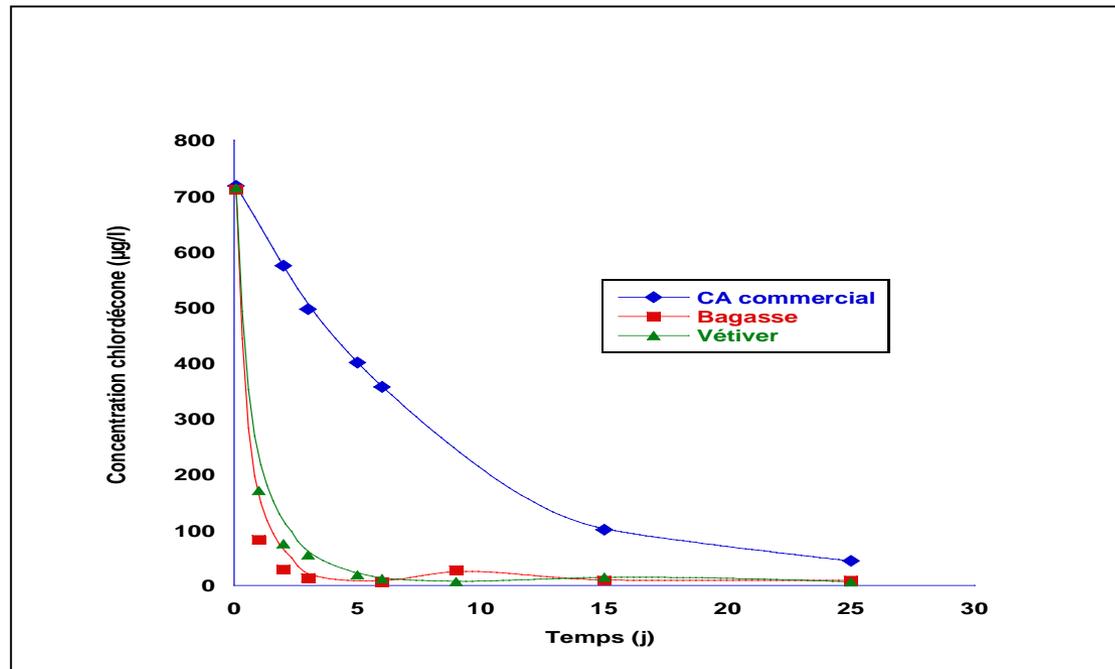


Broyée et tamisée





## Comparaison charbon actif commercial charbon actif préparé en laboratoire





## Paramètres cinétiques de l'adsorption

Charbon actif	Commercial	CA Vétiver	CA Bagasse
Capacité d'adsorption $Q_{\max}$ (g/mg CA)	67,41	50,60	70,51
$t_{1/2}$	8,99 j	3h38 min	1h15min



- Des CA ont été produits par activation physique et chimique à partir de racines de vétiver, de bagasse et d' algue.
- Les CA produits ont été caractérisés par la détermination de leurs propriétés physico-chimiques et leur capacité d'adsorption en phase liquide.
- Les CA de bagasse sont de bon adsorbants pour la chlordécone

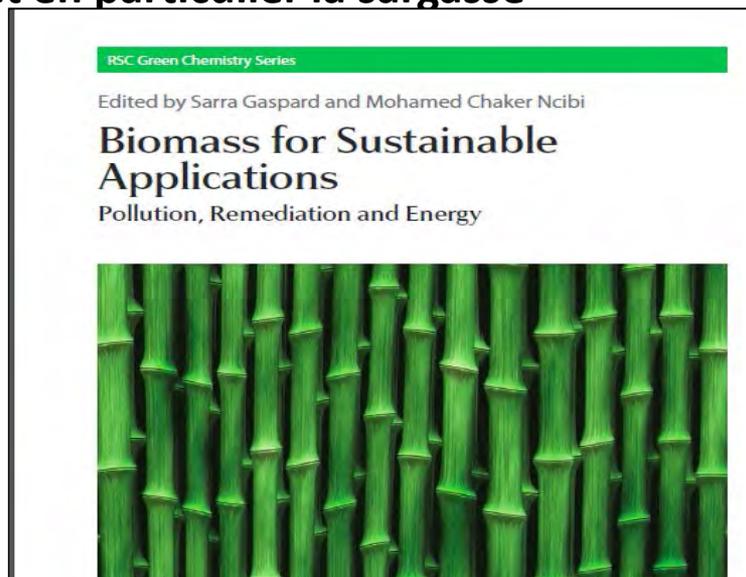




# PERSPECTIVES

On doit maintenant:

- envisager une production locale de charbons actifs à partir de déchets végétaux d'origine terrestre ou marine et en particulier la sargasse





## NST a pour objectifs :

- Offrir une solution polyvalente pour le traitement et la valorisation non polluante *in-situ* d'une grande diversité de déchets.
- Proposer la première alternative de production d'énergie renouvelable à rendement carbone négatif.
- Proposer des alternatives originales et renouvelables aux énergies fossiles, par l'exploitation de l'énergie solaire.
- Offrir une solution nouvelle pour le traitement des gaz à effet de serre.





# Procédé Thermo Solaire pour le traitement de biomasse & de déchets humides par pyrolyse mixte



**ENERGIE EN  
LIGNE**



**SYNGAZ**



**CHARBON**



**EAU POTABLE**  
(Dessalement ou  
épuration)





PARIS2015  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
COP21-CMP11

# PYROLYSE (TORREFACTION) SMO® (Solaire Micro Ondes)



TOUS ENSEMBLE  
POUR LE CLIMAT  
cop21.univ.fr #cop21





SÉMINAIRE  
DU 03 AU 05  
JUN 2015

"LES NOUVELLES FORMES D'ÉCONOMIE  
DANS LES TERRITOIRES INSULAIRES  
ET ENJEUX CLIMATIQUES"

# GRANULATION : CHAÎNE DE MÉLANGE AUTOMATIQUE ADAPTABLE EN TEMPS RÉEL



Déchets  
d'entreprises



Bois



Biomasse



Plastiques



Boues



Ordures

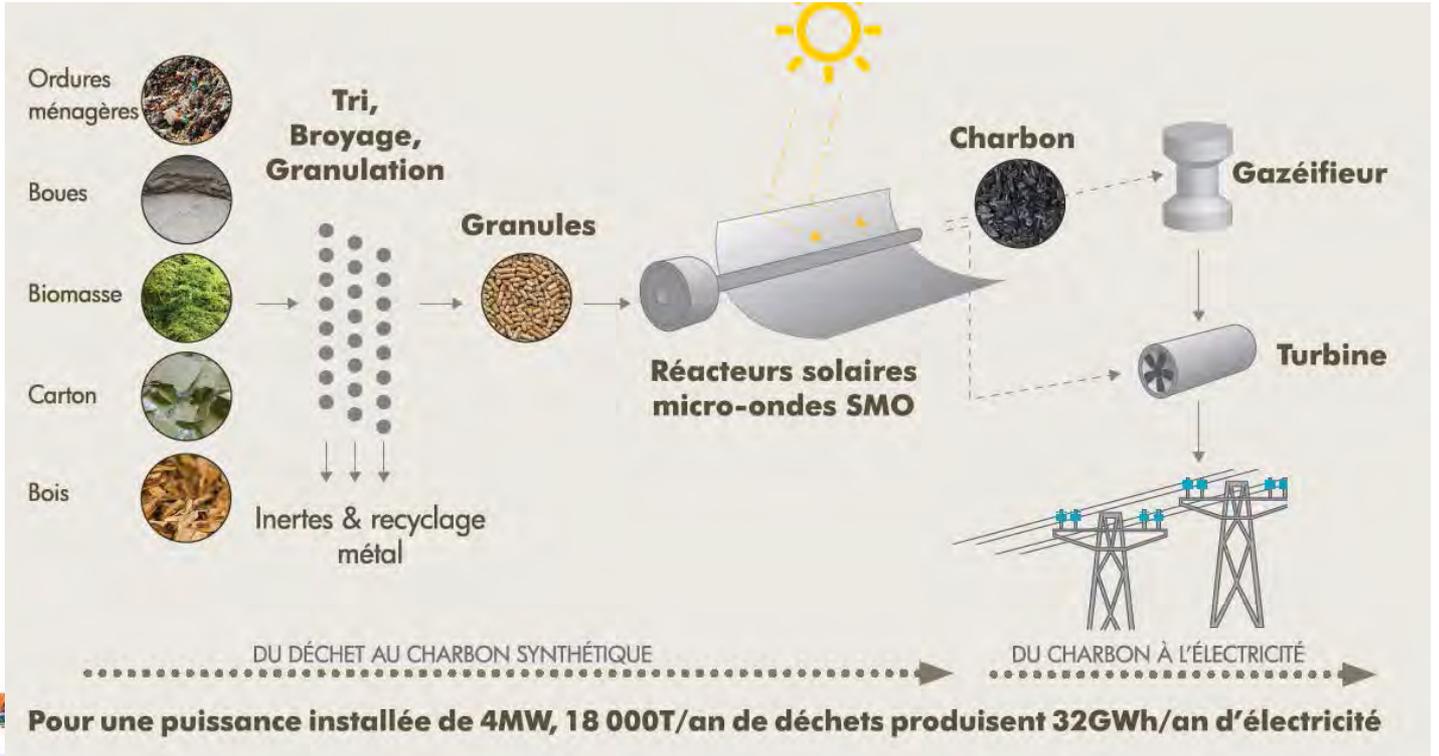


Granules mixtes  
humides





# PYROLYSE (TORREFACTION) SMO® (Solaire Micro Ondes)





- Le procédé mis au point par NST a pour objectifs :
- Offrir une solution polyvalente pour le traitement et la valorisation non polluante *in-situ* d'une grande diversité de déchets.
- Proposer la première alternative de production d'énergie renouvelable à rendement carbone négatif.
- Proposer des alternatives originales et renouvelables aux énergies fossiles, par l'exploitation de l'énergie solaire.
- Offrir une solution nouvelle pour le traitement des gaz à effet de serre





PARIS2015  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
COP21-CMP11

## PRESENTATION DU FOUR SOLAIRE EN FEVRIER 2014



**Visite de la délégation de la Région Guadeloupe et du Consul de France à Marrakech**





## RETOMBÉES DU PROJET COLLABORATIF

### Industriel

- Promouvoir le développement d'une production d'énergie innovante
- Résorption du problème environnemental lié à la gestion des déchets, en particulier des sargasses qui deviennent une ressource
- Promouvoir une solution écologique pour le traitement des déchets et de l'eau
- Investir dans une stratégie de lutte contre les gaz à effet de serre
- Ramassage et revalorisation des algues brunes ou « sargasses »
- Développement de partenariats plus approfondis avec l'UA (débouchés pour ingénieurs)





SÉMINAIRE  
DU 03 AU 05  
JUN 2015

"LES NOUVELLES FORMES D'ÉCONOMIE  
DANS LES TERRITOIRES INSULAIRES  
ET ENJEUX CLIMATIQUES"

## RETOMBÉES DU PROJET COLLABORATIF

### Économique

- Baisse du coût de traitement de déchets
- Emplois directs dans la construction, la maintenance et la mise en œuvre
- Emplois indirects dans le secteur agricole, pour la semence et récolte de cultures dédiées
- Possibilité d'utilisation des déchets de l'agro-industrie
- Diminution de la dépendance au pétrole
- Domiciliation d'une industrie générant des emplois de haute technicité
- Création d'un site de maintenance pour les Amériques avec des ingénieurs et des techniciens
- Développement des exports de matières premières créées via le port autonome.
- Développement d'une activité économique à l'international





## UN NOUVEAU PARADIGME



**Les déchets qui sont le deuxième produit d'exportation de la Guadeloupe deviennent une ressource génératrice de produits à haute valeur ajoutée dans le cadre d'un procédé dimensionné pour les économies et du contexte géographique de la caraïbe**



