

L'ammoniac-énergie

Probatex s.c.

Luc Vercruyse

Parlement Wallon, le 18 février 2014

Contact: luc.vercruyse@probatex.be

Sommaire

- Présentation de Probatex
- L'ammoniac
 - Histoire
 - Propriétés
 - Procédés de production
 - Utilisations conventionnelles et alternatives
- Le stockage d'énergie électrique
 - Moyens
 - Densité d'énergie
- Intégration de l'ammoniac au réseau électrique
- Secteurs d'activité impliqués
- Coût de l'ammoniac vert
- Roadmap
- Conclusions : Comment faire, implication de la Wallonie

Probatex

- Bureau d'expertise et de conseil
- Dans le secteur des assurances et le service aux autorités publiques : inventaire et réduction de polluants, études d'incidence d'incinérateurs,...
- Initiative ammoniac
 - A partir de **nos compétences** dans l'industrie chimique
 - Et avec prise en compte des nouveaux besoins liés à la **transition énergétique**
 - → Développement de l'activité **Ammoniac-énergie**
 - Missions : information et promotion, études de faisabilité, fédération des acteurs, lancement d'appels d'offre
 - 2 études présentées aux conférences NH₃-Fuel
 - Portland 2011: « *Ammonia, a renewable fuel with zero emissions* » → l'ammoniac vert est rentable
 - San Antonio 2012: « *Ammonia, Carbon Capture and Gas Turbine ensure United States Energy Independence* » → l'ammoniac vecteur d'énergie décarbonée
(Rapports disponibles sur www.probatex.be)
 - Candidat au programme « ENERGINSERE » (DG04 et DG06) pour le stockage de l'électricité

ENERGINSERE

Le programme mobilisateur en stockage de l'énergie ENERGINSERE se focalise sur les moyens de **stockage** favorisant la restitution de l'énergie sous forme électrique, éventuellement après transformation, ainsi que sur les déplacements de la consommation de l'énergie.

Histoire et faits essentiels



Vie sur terre

- L'Azote (N_2) est à l'origine de la vie grâce aux acides aminés



Avant
XIXe

- Fertilisants naturels



XIXe

- Famines, guerres pour le contrôle des engrais (guano, mine du Pérou)



1910

- Allemagne: Haber & Bosch
- Synthèse de l'ammoniac pour les explosifs et les engrais



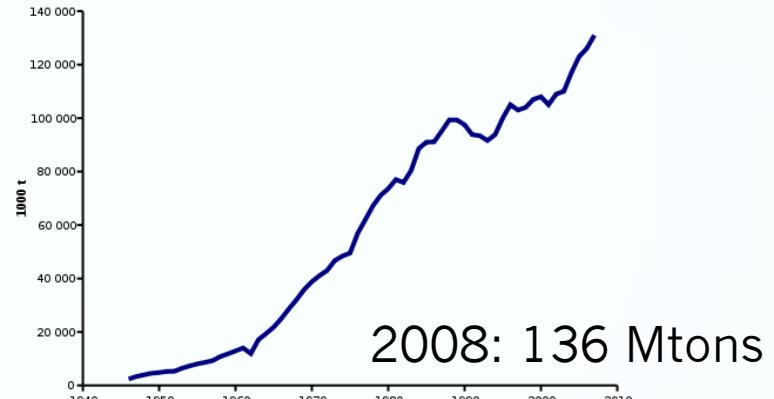
XXe

- L'industrie des engrais accompagne le boom démographique



XXIe

- **Vecteur énergétique !**

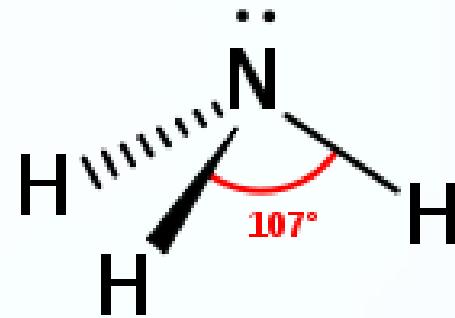


Annual ammonia production trend (Source: Wikipedia)

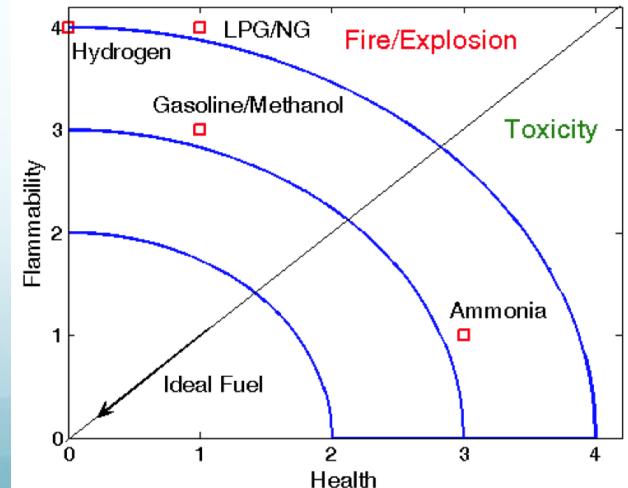
- Une molécule simple comme l'eau (H_2O), le méthane (CH_4) → permet une bonne maîtrise des procédés
- Une molécule polaire → augmente la température d'ébullition, ce qui facilite le conditionnement
- Existe dans la nature :
 - Orages : l'énergie des éclairs permet la dissociation de la molécule d'azote N_2 nécessaire avant de pouvoir être recombiné avec l'hydrogène
 - Certaines bactéries en produisent
- Synthèse industrielle
- De nombreux dérivés:
 - des engrais aux explosifs
 - de l'urée au TNT
 - les colorants, les plastiques et fibres

Ammoniac: propriétés

- Gazeux à température ambiante
- Liquide à -33°C ou à 10 bar à 25°C
→ comparable au LPG
- Se transporte sous forme **liquide** par **pipeline**
→ exemple en Belgique
(22 bar; 15°C ; pipeline de 10 cm diamètre)
- Se transporte et se stocke à température ambiante en réservoirs sous pression ou refroidit à pression atmosphérique
- Evaluation des risques:
 - **Toxique**
 - **Non explosif**→ Risques maîtrisés, normes
- Grande maîtrise des procédés de manipulation par l'industrie

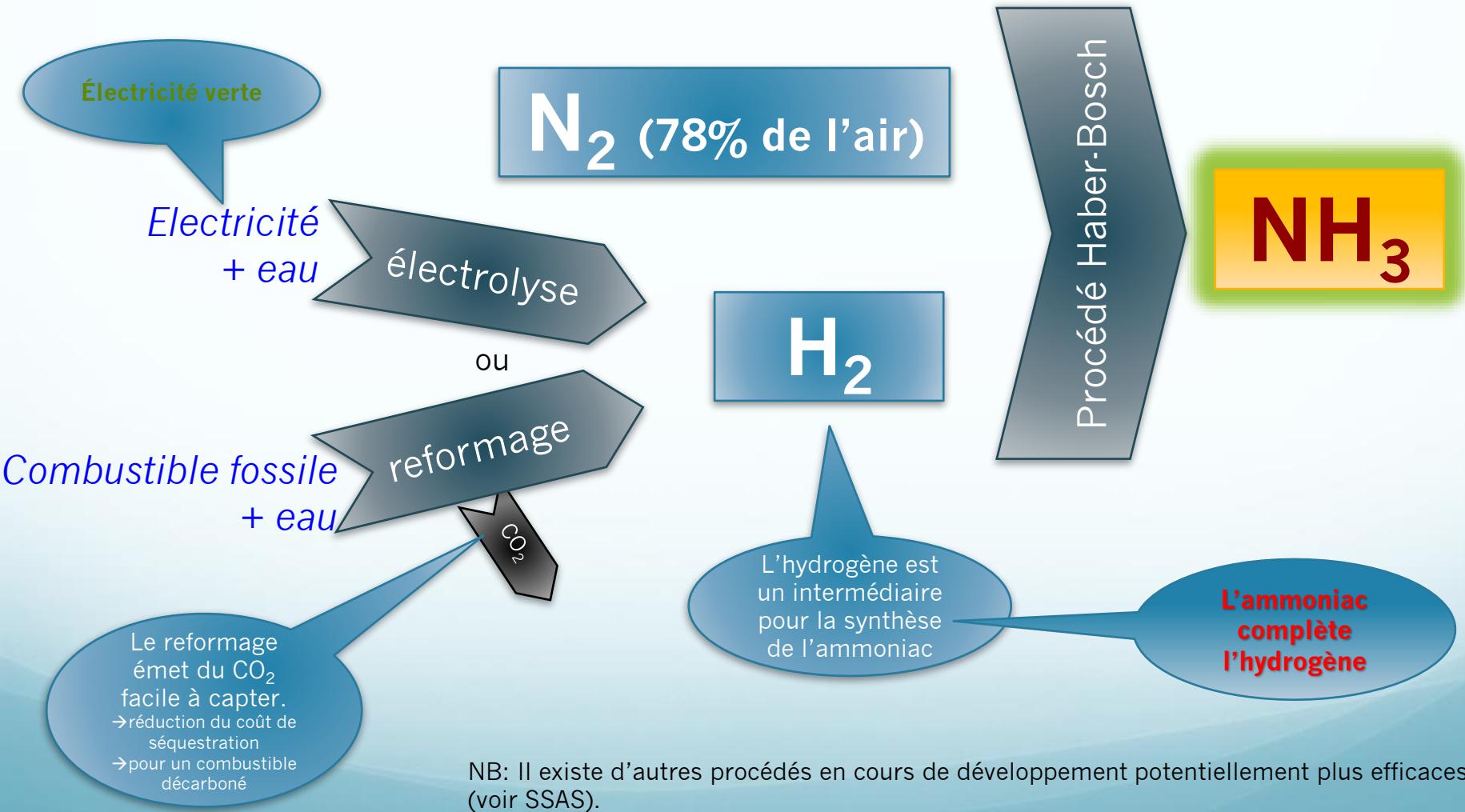


	Ammoniac	Hydrogène
Toxicité	3	0
Inflammabilité	1	4



Procédés de production

- de l'eau
- de l'air
- de l'énergie



Utilisations conventionnelles



Engrais

Réfrigérant

Procédés chimiques

Explosifs

Purification de l'eau

DéNox

Pharmacie

1



Utilisations alternatives



Autobus développés à Wavre, pour des trajets entre Bruxelles et Namur. Seconde guerre mondiale.



**Combustible pour la production d'électricité
Carburant pour le transport
Stockage d'énergie électrique**



Probatex s.c.



Le stockage d'énergie électrique

- Les possibilités:
 - Pompage/turbinage (STEP)
 - Synthèse de combustible,
 - Flying wheels,
 - Batteries,...
- Différentes qualités :
 - Temps de réponse, taux de restitution,...
 - Densité volumique
- Coo comme base de référence pour comparaison
 - Coo : Stockage par pompage hydraulique
 - Capacité : 5000 MWh
 - = un réacteur nucléaire en 5h
 - = consommation de ~1500 ménages pendant 1 an
 - = 2 éoliennes de 3 MW à 60% de charge pendant 2 mois
 - Volume : 2 bassins de 8 450 000 m³
 - Soit une densité de **1MJ/m³** (0,0003 MWh/m³)

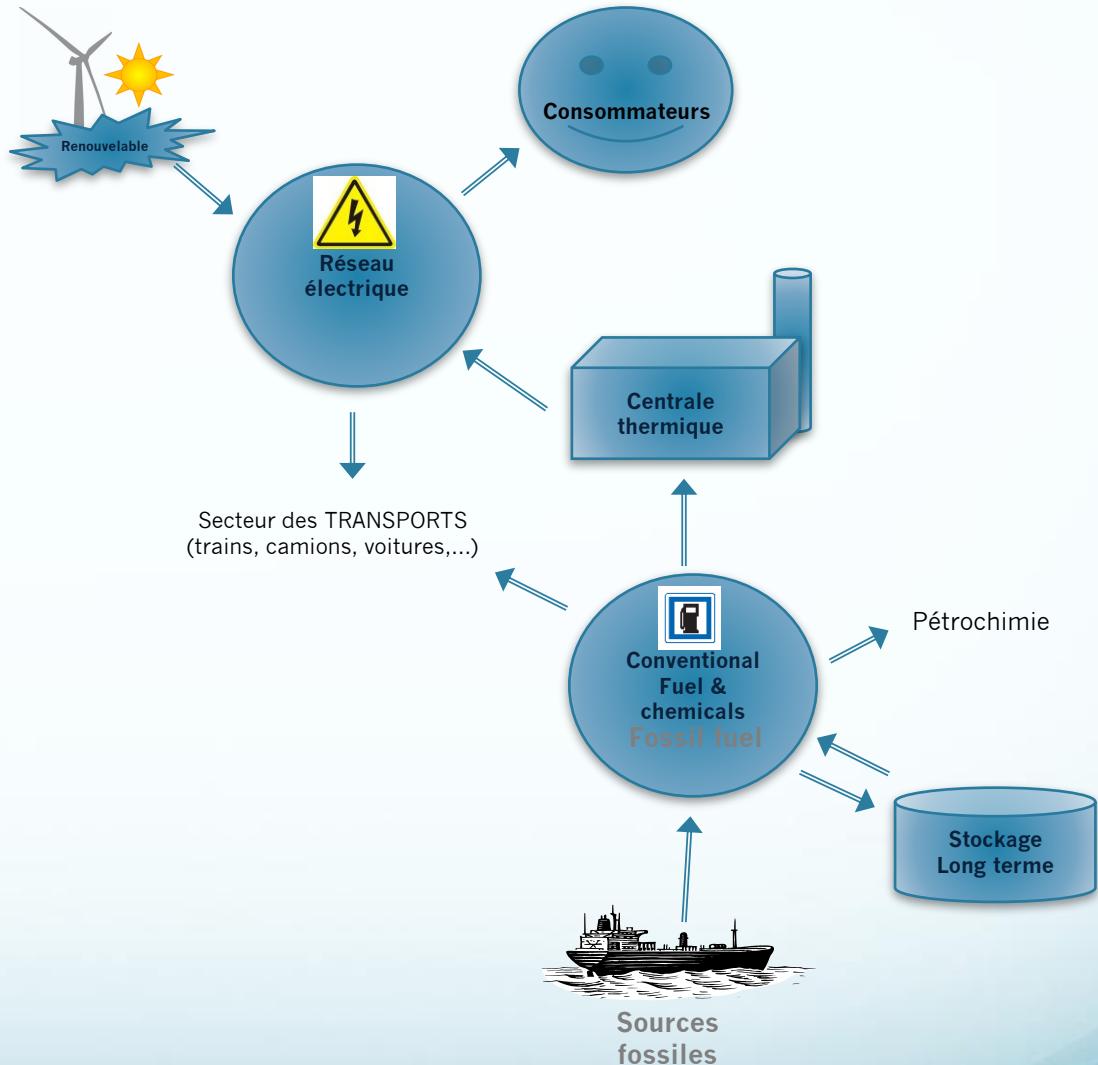
A propos du stockage densité d'énergie

	Type/procédé	Densité (MJ/m ³)	Taux de restituation
<u>Candidats pour le stockage électrique</u>			
Coo	Pompage hydraulique	1	75%
Batteries	Electrochimique	2000(900 – 2230)	90%
Hydrogène(700 bar)	Chimique	5600	~30%
Hydrogène(solide)	Chimique	12700	~30%
Ammoniac	Chimique	13580	~30%
<u>Combustibles conventionnels</u>			
Propane	Fossile	26000	non applicable
Essence	Fossile	34000	non applicable
Charbon	Fossile	~42000	non applicable

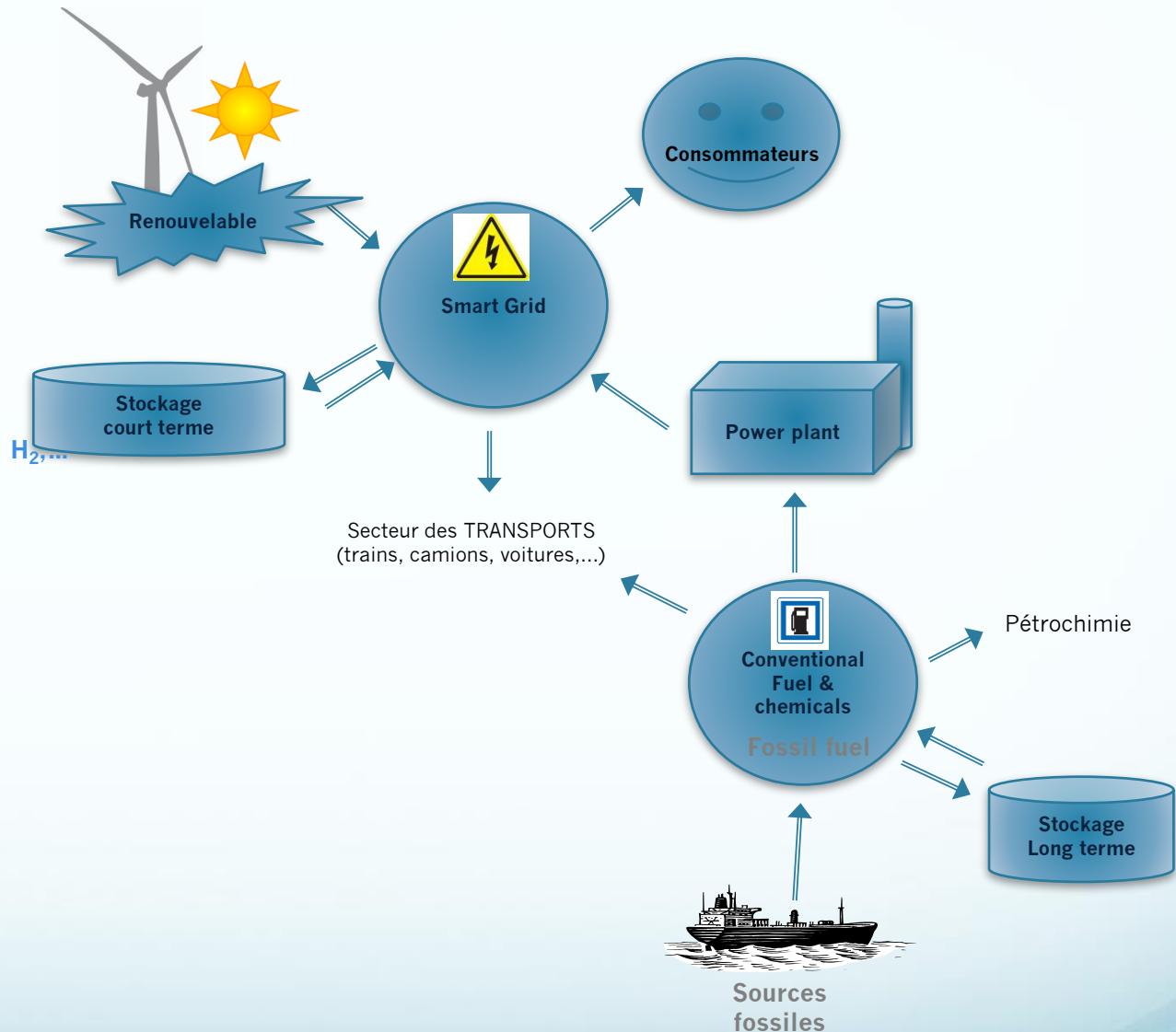
Pour le stockage long terme (stockage stratégique= 90 jours), la densité d'énergie est un critère important.

Ces stocks ne sont assurés que par les combustibles. Ces combustibles peuvent être synthétisés à partir d'électricité renouvelable.

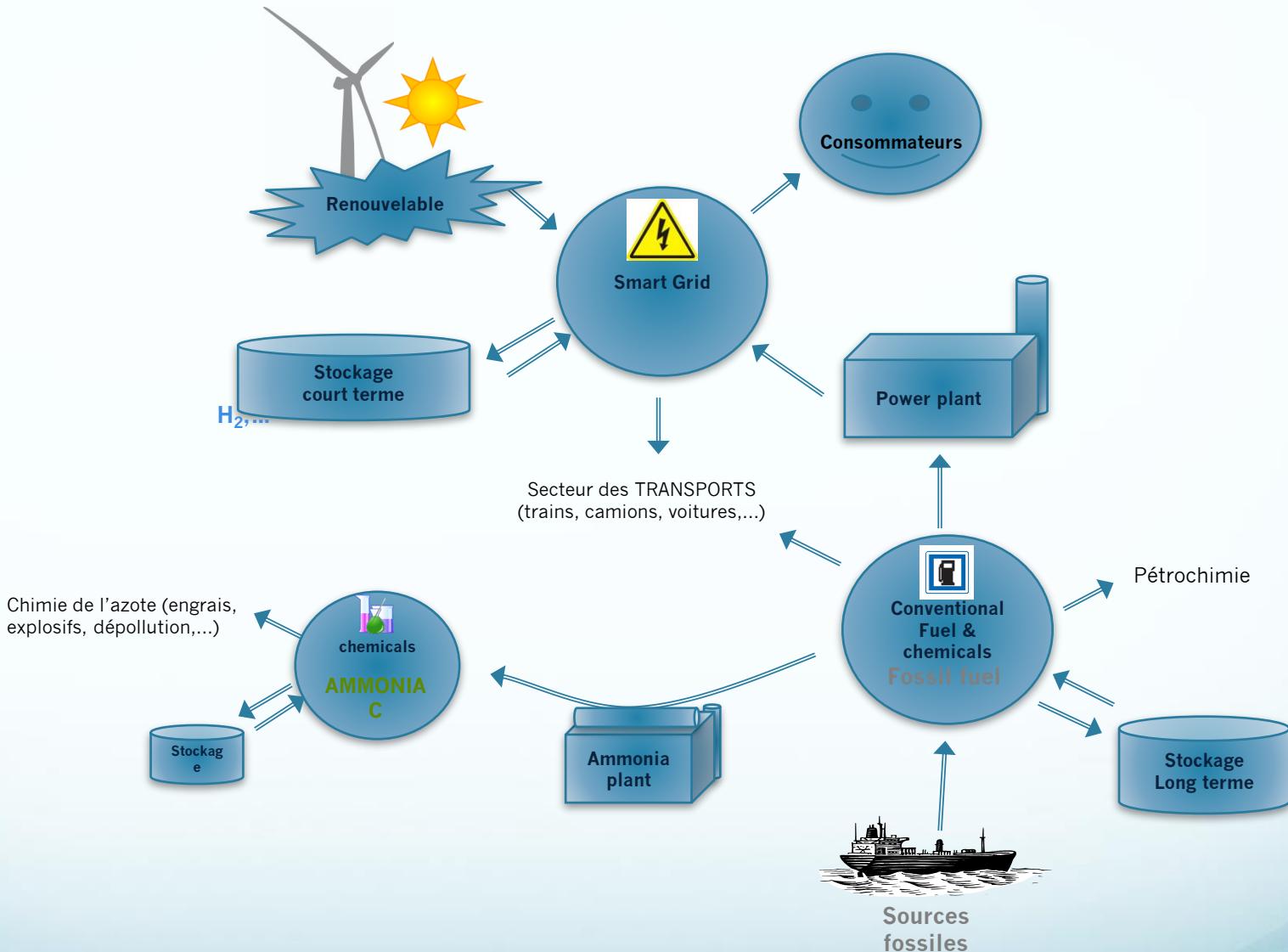
L'ammoniac dans le réseau



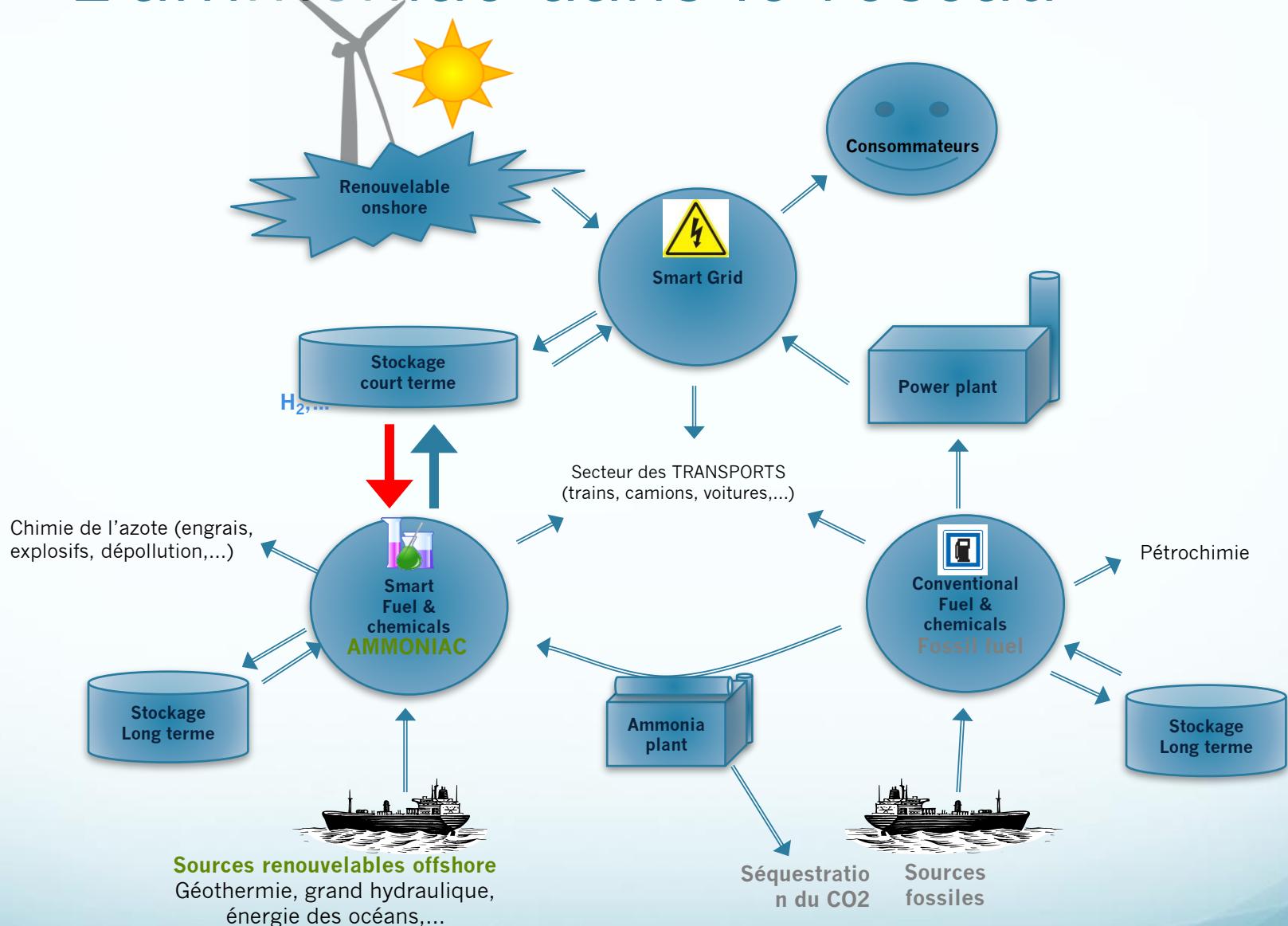
L'ammoniac dans le réseau



L'ammoniac dans le réseau



L'ammoniac dans le réseau



L'ammoniac dans le réseau

L'ammoniac fait le lien entre le smart grid (électricité) et le 'smart fuel' (combustibles et/ou produits chimiques). De la même manière que connecter les réseaux électriques permet d'augmenter la proportion d'énergie renouvelable, la connexion **réversible** du réseau électrique avec le réseau de distribution des combustibles et produits chimiques permet d'atteindre l'objectif 100% renouvelable.

Chimie de l'azote (engrais, explosifs, dépollution,...)



Renouvelable onshore



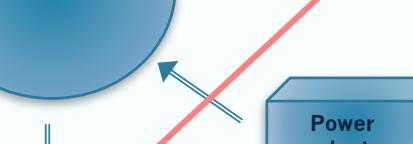
Smart Grid



Consommateurs

Stockage court terme
H₂...

Smart Fuel & chemicals
AMMONIAC



Secteur des TRANSPORTS
(trains, camions, voitures...)

Power plant

Conventional Fuel & chemicals
Fossil fuel

L'ammoniac offre un carburant vert pour le transport.

L'ammoniac réduit la consommation d'énergie fossile.

Pétrochimie

Stockage Long terme

L'ammoniac importe l'énergie renouvelable produite dans les grands gisements disponibles dans le monde.

Sources renouvelables offshore
Géothermie, grand hydraulique, énergie des océans,...

L'ammoniac valorise l'infrastructure de production en place (centrales TGV, réseaux électriques).

Séquestration du CO₂
Sources fossiles

L'ammoniac décarbone l'énergie fossile et permet de séparer géographiquement la séquestration et la production d'électricité.



Activités impliquées

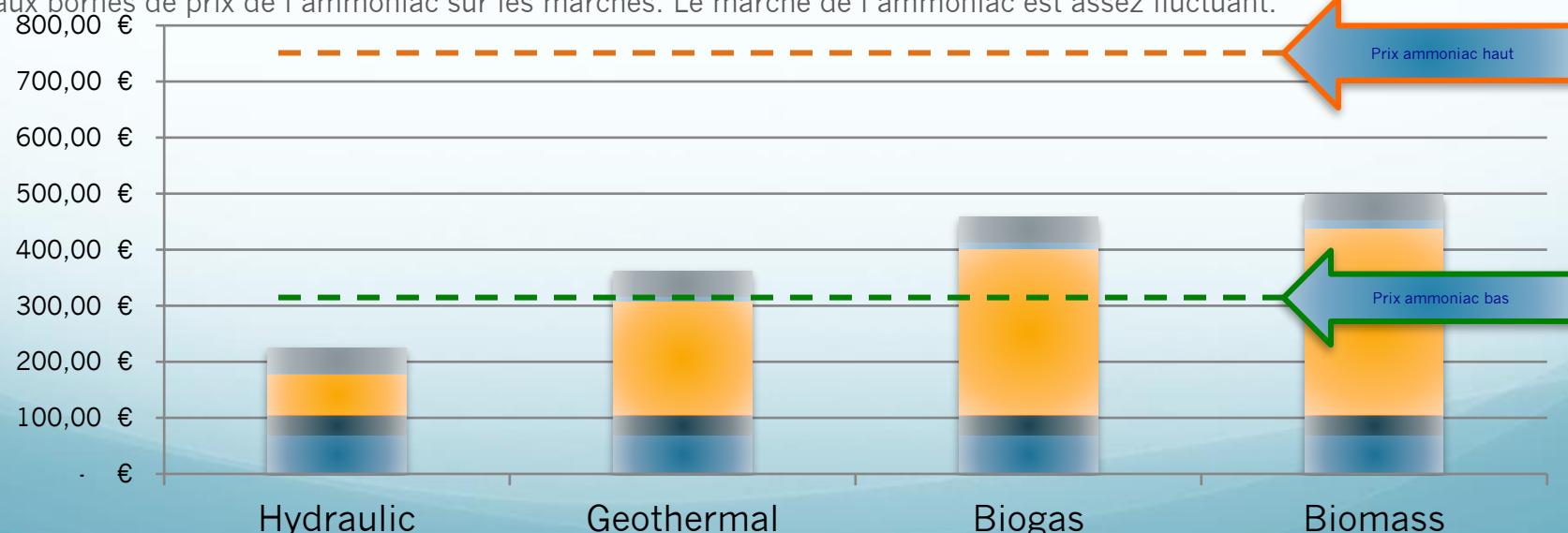
- Développement de moyens de production d'énergies renouvelables dans le monde (exemple: barrages Inga, Congo);
- Développement de moyens de production d'énergies renouvelables en Europe (éolien, solaire,...);
- Technologie d'électrolyse;
- Développement d'unités de production d'ammoniac décentralisées;
- Développement de procédés de production alternatifs (SSAS);
- Développement de turbines ammoniac et/ou mixtes (gaz naturel, ammoniac);
- Développement de moyens de production d'électricité délocalisés (groupes électrogènes);
- Réseaux de pipelines;
- Transport (maritime, fluvial, rail, route);
- Séquestration du CO₂;
- Administration: normalisation (sécurité, environnement), régulation, commerce, gestion des risques, gestion des flux;
- **Développement du marché du CO₂ pour une réduction des émissions;**
- ...

Coût de l'ammoniac vert

- **Marché de l'énergie.** Le Tableau ci-dessous compare le prix de l'unité d'énergie pour différents combustibles importés en Europe. Les prix sont donnés pour trois niveaux de valorisation de la tonne de carbone.

Energie importée (Prix CIF)	\$/GJ (prix tCO ₂ : 0\$)	\$/GJ (prix tCO ₂ : 30\$)	\$/GJ (prix tCO ₂ : 100\$)	Commentaires, évolution probable
Gaz naturel	11	12,5	16	Prix volatiles (forte demande mondiale, géopolitique)
Biomasse (pellets) importée d'Amérique du nord	15	15	15	Stable mais ressources limitées
<u>Ammoniac vert à partir d'hydroélectricité</u>	16	16	16	Stable à moyen terme (peu de concurrence)
<u>Ammoniac à partir de charbon + séquestration (90%)</u>	17,2	18,3	20,7	Stable (prix charbon tendance faible)
<u>Ammoniac à partir de gaz naturel + séquestration (90%)</u>	12,4	12,7	12,9	Lié au prix du gaz

- **Marché de l'ammoniac chimique.** Le graphique ci-dessous donne les coûts de production d'ammoniac vert par rapport aux bornes de prix de l'ammoniac sur les marchés. Le marché de l'ammoniac est assez fluctuant.



Roadmap

Objectif 2020

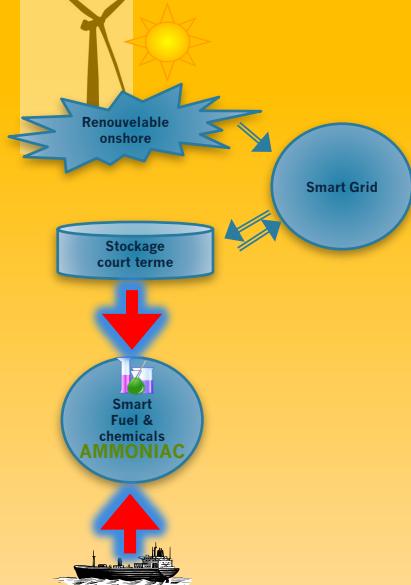
Production d'ammoniac à partir de gisements mondiaux d'ER inexploités actuellement.



Sources renouvelables offshore
Géothermie, grand hydraulique,
énergie des océans,...

Objectif 2030

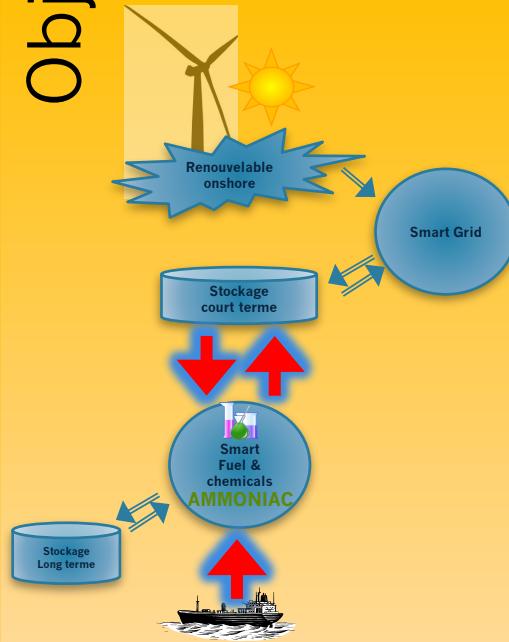
Production d'ammoniac chimique lors des pics de production d'ER en Europe.



Sources renouvelables offshore
Géothermie, grand hydraulique,
énergie des océans,...

Objectif 2050

Production d'ammoniac chimique et combustible lors des pics de production d'ER en Europe. Stockage inter-saisonnier.
Production d'électricité à partir d'ammoniac.



Sources renouvelables offshore
Géothermie, grand hydraulique,
énergie des océans,...

Les énergies fossiles sont encore bon marché.
Le coût du CO₂ est faible.
Les réseaux électriques ne sont pas saturés en ER intermittentes.

Probatex s.c.

Le prix des énergies fossiles est élevé.
Les ER intermittentes produisent des pics de productions.
Les ER sont moins chères (amortissement et technologie).
Le marché de l'ammoniac est encore alimenté par le méthane.

Les énergies renouvelables produisent toute l'énergie utile à l'activité humaine.
Les sources fossiles sont bannies pour la production d'électricité.

Que faire pour que ça marche ?

- Politique CO₂ au niveau mondial
- Tout ce qui est bon pour l'hydrogène est bon pour l'ammoniac
- Coopération internationale
- Plateforme d'échanges
- Projets pilotes
- Incitant pour des projets industriels
- Information sensibilisation

Les atouts de la Wallonie

- Savoir-faire industriel pour développer les moyens de production
- Au cœur du réseau électrique européen pour stocker et redistribuer le vent du Nord et le soleil du Sud
- Liens privilégiés avec l'Afrique pour développer une coopération énergétique

Les avantages pour la Wallonie

- Création d'emplois
- Développement d'un savoir-faire et avance technologique
- Stabilité du réseau électrique, diversification des sources d'approvisionnement
- Renforcement de l'intégration des Energies Renouvelables

Merci pour votre attention!

Questions?

- www.probatex.be