

Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

SÉQUENCE D'OUVERTURE

Mardi 5 juillet 2022
10h00 - 12h30

Organisées par



Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

10h30 - 11h15

Ensemble vers un monde décarboné

Avec les interventions de :

- **David Marchal**, *Directeur exécutif adjoint de l'expertise et des programmes de l'ADEME*
- **Benoît Laignel**, *Président du GIEC Normand*

Organisées par



Le changement climatique : Une réalité en Normandie

Laignel, Benoit,
Professeur,
Université Rouen Normandie



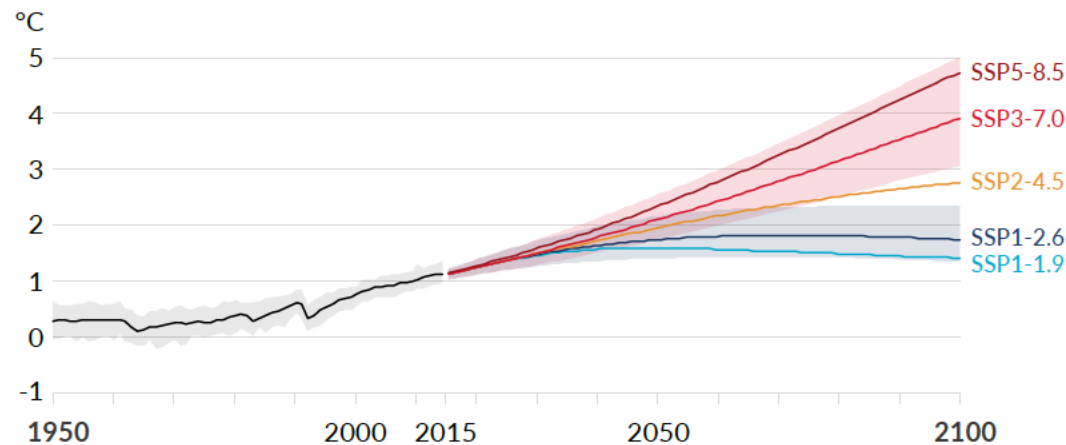
GIEC AR6 : Augmentation de température à l'échelle du globe



3 volumes du 6^{ème} rapport (2021-2022)



a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



Elévation température moyenne du globe à l'horizon 2100 :

Entre + 1,4 et + 4,4 ° C
(Moyennes des modèles)
Entre +1 et + 5,7 ° C (Modèles avec incertitudes)

Au vue des émissions de gaz à effet de serre (GES) actuelles :

- Objectif de la COP 21 de limiter le réchauffement à 1,5° C ne peut pas être atteint
- Trajectoire de + de 3° C

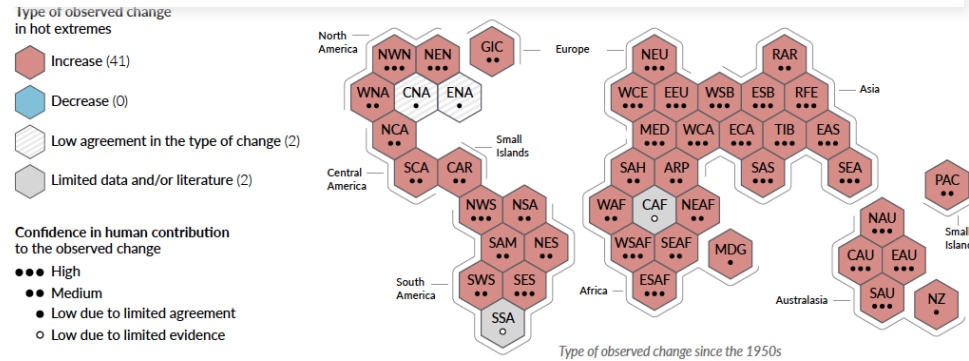
Pour atteindre cet objectif de 1,5° C = émissions de GES devront cesser d'augmenter au plus tard en 2025 et être réduites de moitié d'ici 2030

Intensification des extrêmes météorologiques : Canicules, Sécheresses, Précipitations intenses, Inondations...

IPCC/GIEC, 2021



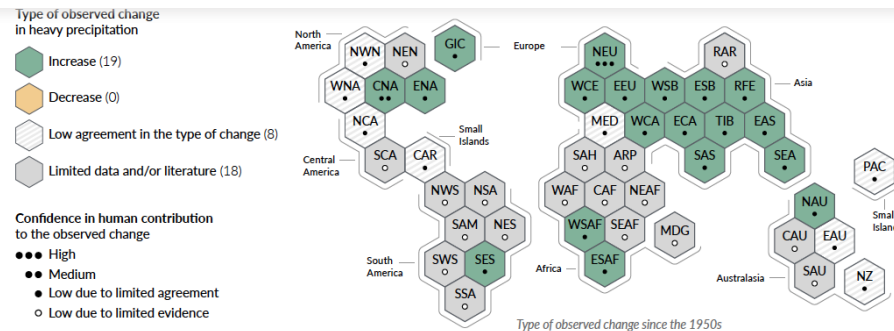
Vagues de chaleur depuis 1950 dans 45 grandes régions



Vagues de chaleur

- Fréquence des vagues de chaleur a augmenté dans 41 régions du monde
- Projection 2100 : fréquence et durée devraient augmenter

Fortes précipitations depuis 1950 dans 45 grandes régions

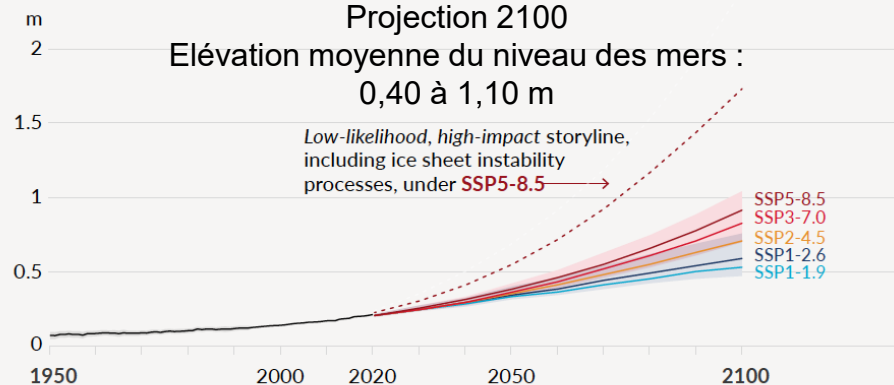


Episodes de fortes précipitations

- Fréquence et intensité a augmenté dans de nombreuses régions du monde (19/45)
- Projection 2100 : Fréquence et intensité des épisodes de fortes précipitations devrait continuer à augmenter

Projection 2100

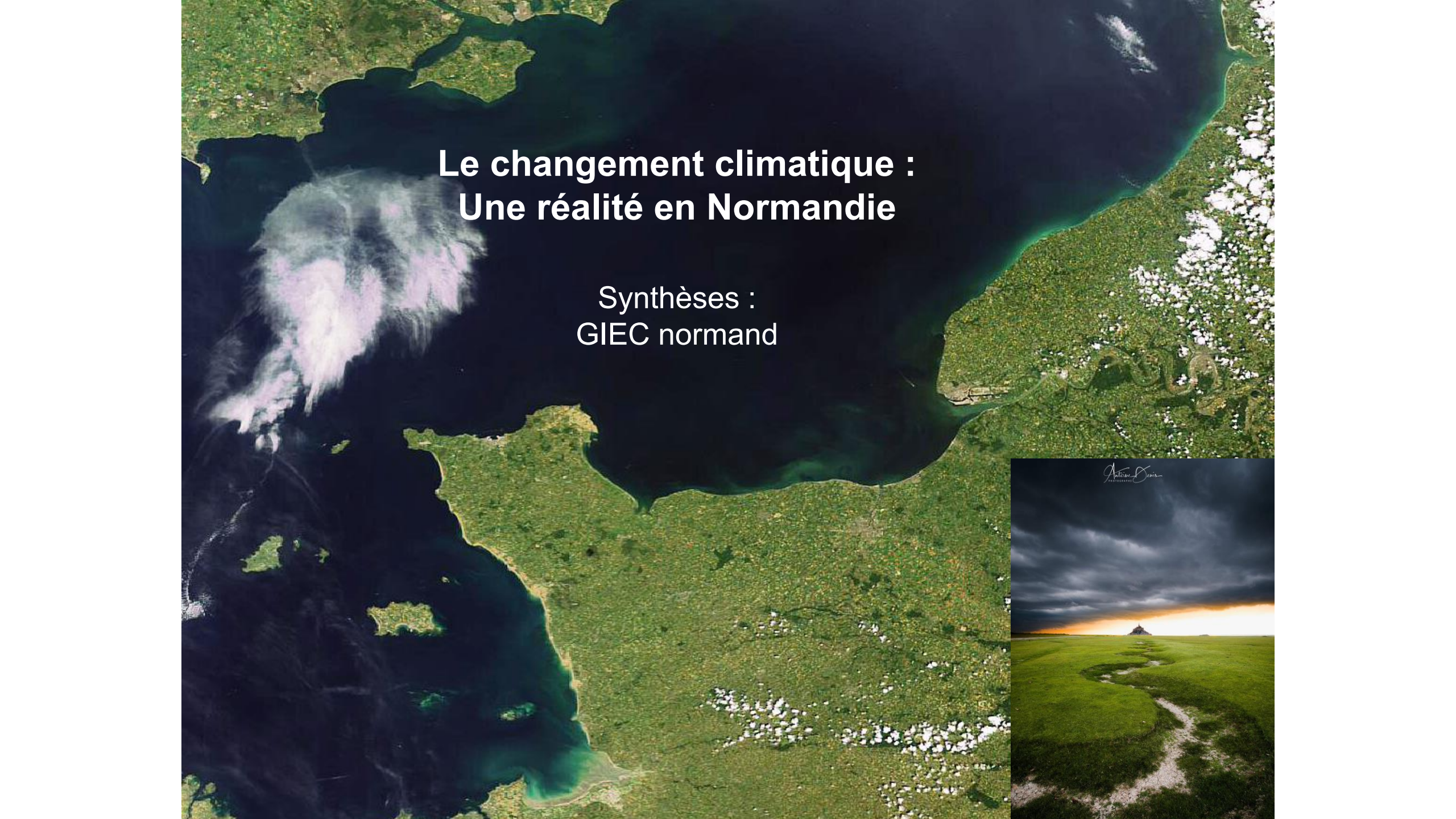
Elévation moyenne du niveau des mers :
0,40 à 1,10 m



Zones côtières

= Intensification des aléas et risques

- Accélération du recul du trait de côte
- Augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations
- Dégradation de la qualité des eaux/Pollutions

An aerial photograph of the English Channel and the Normandy coastline. The water is a deep blue, and the land is a vibrant green. A large, white, cloud-like shape is visible in the upper left, possibly representing a storm or a large body of water. The coastline is irregular, with many small islands and peninsulas.

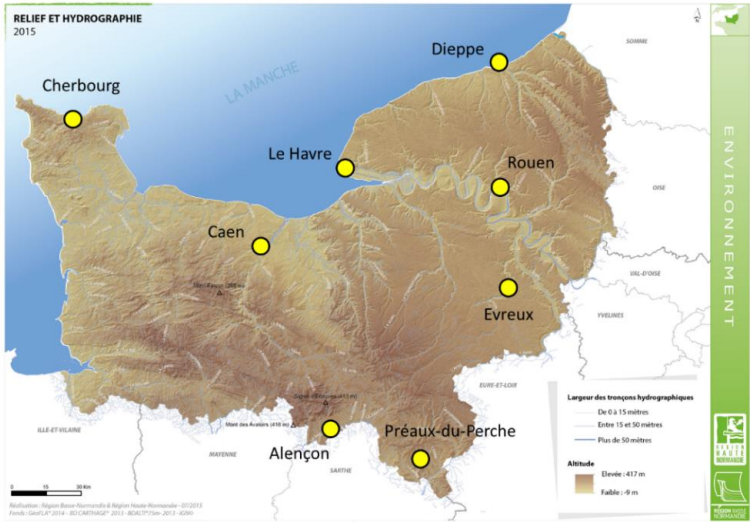
Le changement climatique : Une réalité en Normandie

Synthèses :
GIEC normand



Réchauffement climatique : une réalité en Normandie

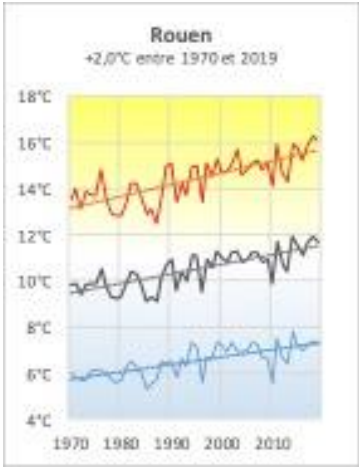
Evolution de la température
sur 8 stations normandes de référence



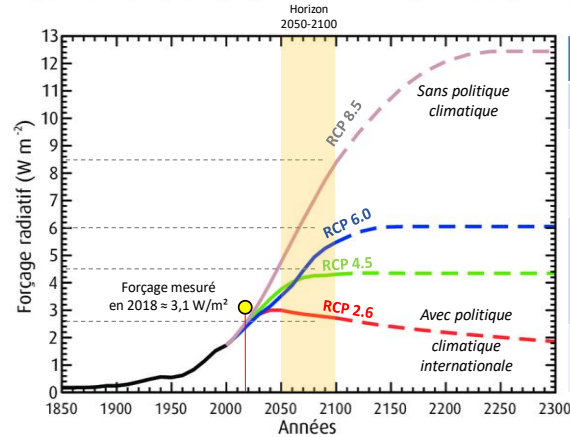
Anomalies de température
(Selon Méthode du GIEC)
période actuelle 1981-2010 et la
précédente 1951-1980
+0,6 à +0,8° C

**Tendance linéaire statistiquement
significative à l'augmentation**
+1,2 à +2° C

	Caen	Rouen	Alençon	Evreux	Cherbourg	Préaux	Dieppe	La Hève	Région
moyenne 1970-2019	11.1°C	10.5°C	11.0°C	10.7°C	10.7°C	10.7°C	11.0°C	11.4°C	10.9°C
tendance linéaire	+1.2°C	+2.0°C	+1.4°C	+1.7°C	+1.8°C	+1.6°C	+1.4°C	+1.9°C	+1.7°C



Projection : Evolution des températures atmosphériques moyennes annuelles en Normandie – Horizons moyen et long terme

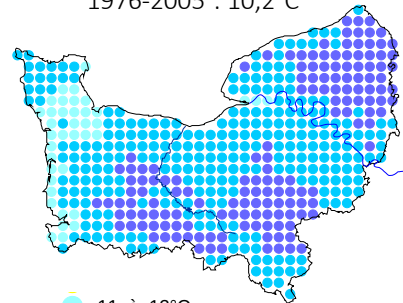


Ecart / T° moyenne

(valeur annuelle en °C)

Situation de référence

1976-2005 : 10,2°C



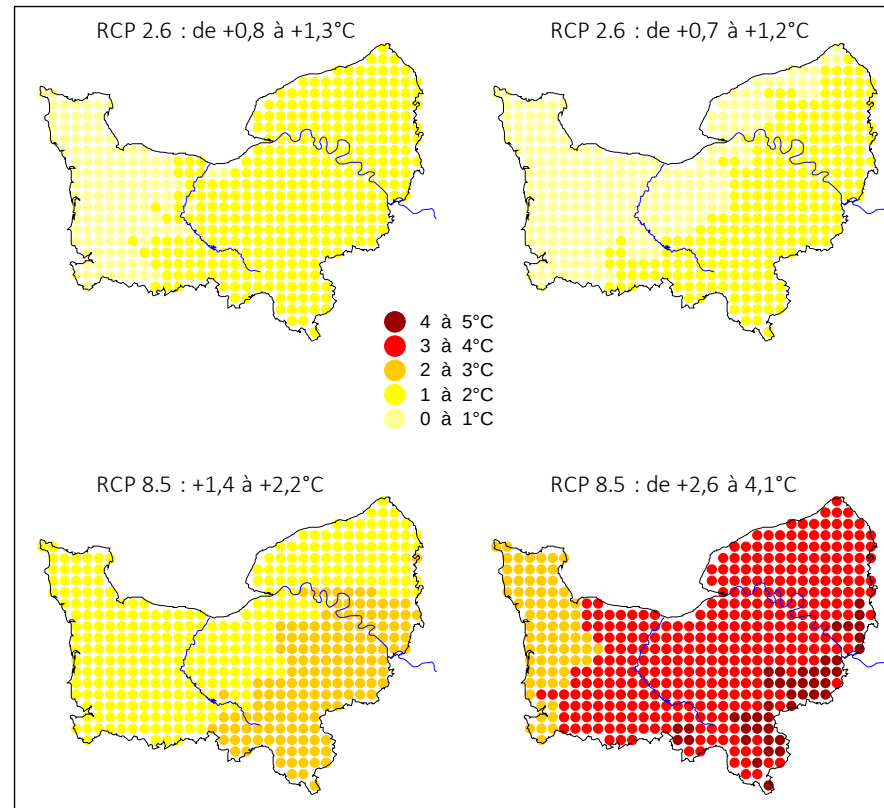
- 11 à 12°C
- 10 à 11°C
- 9 à 10°C

Données Drias les futurs du climat

Réallisation O. Cantat, LETG, UNICAEN

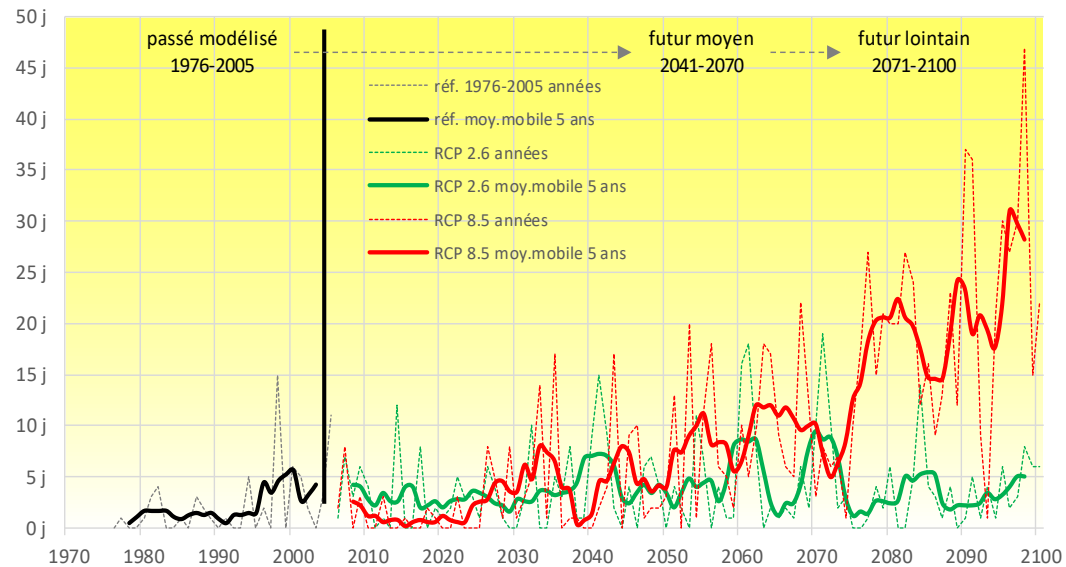
Horizon moyen 2041-2070

Horizon lointain 2071-2100



Evolution du nombre de jours de forte chaleurs $T^{\circ} \geq 30^{\circ}\text{C}$ en Normandie à l'horizon 2100

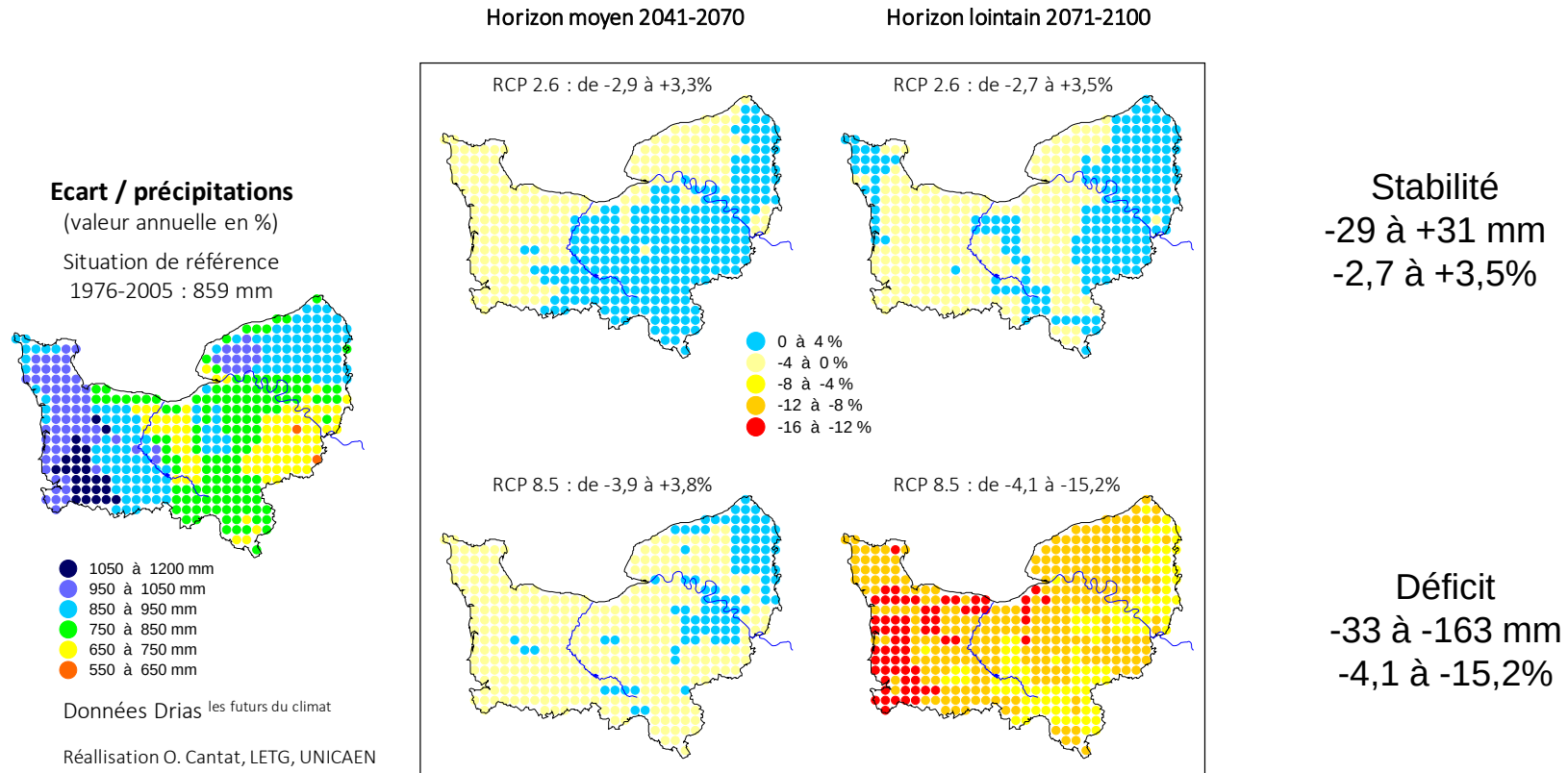
Evolution du nombre de jours de forte chaleur en Normandie selon 2 scénarios du GIEC



Ecart devrait se creuser entre l'intérieur des terres qui subiront des vagues de chaleur plus intenses et plus durables (RCP 8.5 : + 30 à 40 j) que les espaces côtiers océanisés (RCP 8.5 : +4 à +11 j)

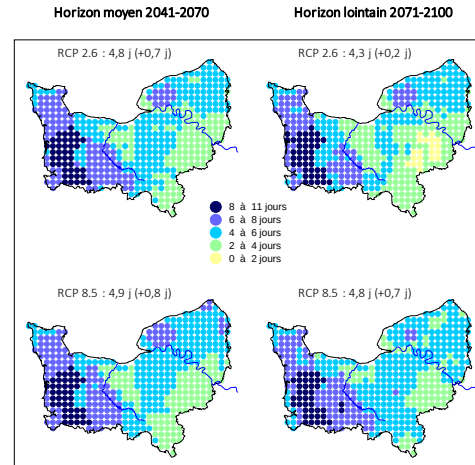
		jour forte chaleur ($\geq 30^{\circ}\text{C}$)		
		1976-2005	2071-2100	
		Réf.	RCP 2.6	RCP 8.5
littoral	Cherbourg	0.5	0.8	4.3
	Le Havre	2.8	2.8	10.7
	Dieppe	1.3	2.7	10.6
intermédiaire	Caen	2.6	3.9	18.2
	Rouen	3.7	6.3	26.6
continental	Evreux	5.1	9.1	34.9
	Alençon	5.5	10.9	36.2
	Préaux	5.8	11.9	39.2

Anomalie du cumul de précipitations annuelles en Normandie (mm et %) – Horizons moyen et long terme



Diminution des précipitations moyennes annuelles
Augmentation des précipitations intenses +2 à +10%

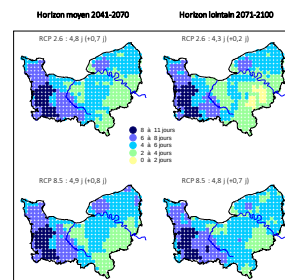
Inondations des vallées et des zones côtières



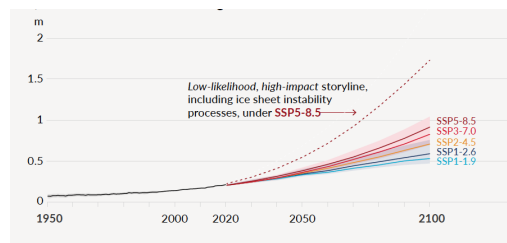
Augmentation des précipitations intenses +2 à +10%

= Augmentation du ruissellement, des crues de rivières, des remontées de nappe

= Augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations de l'érosion, de la turbidité des cours d'eau, des coulées boueuses



+



Augmentation des précipitations intenses +2 à +10%

+ Elévation du niveau de la mer + Tempêtes

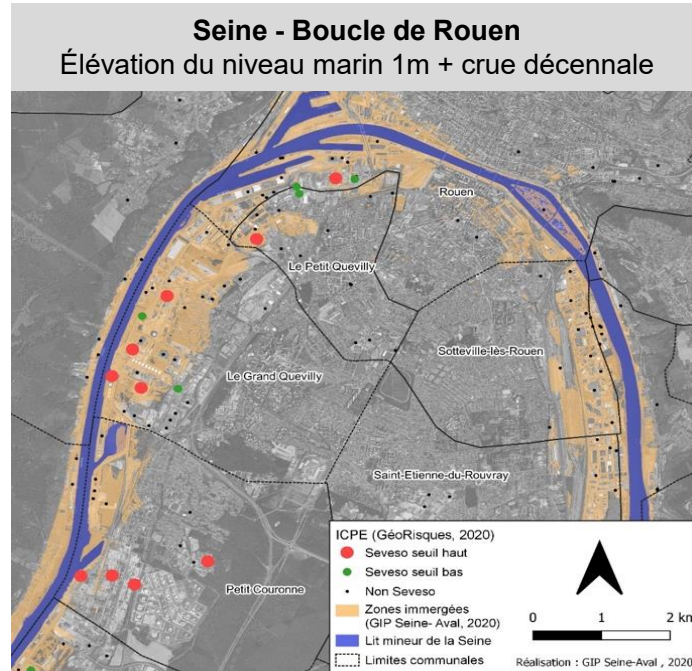
= Augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations dans les basses vallées et estuaires par phénomène de blocage de l'écoulement des cours d'eau

= Augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations dans les zones côtières

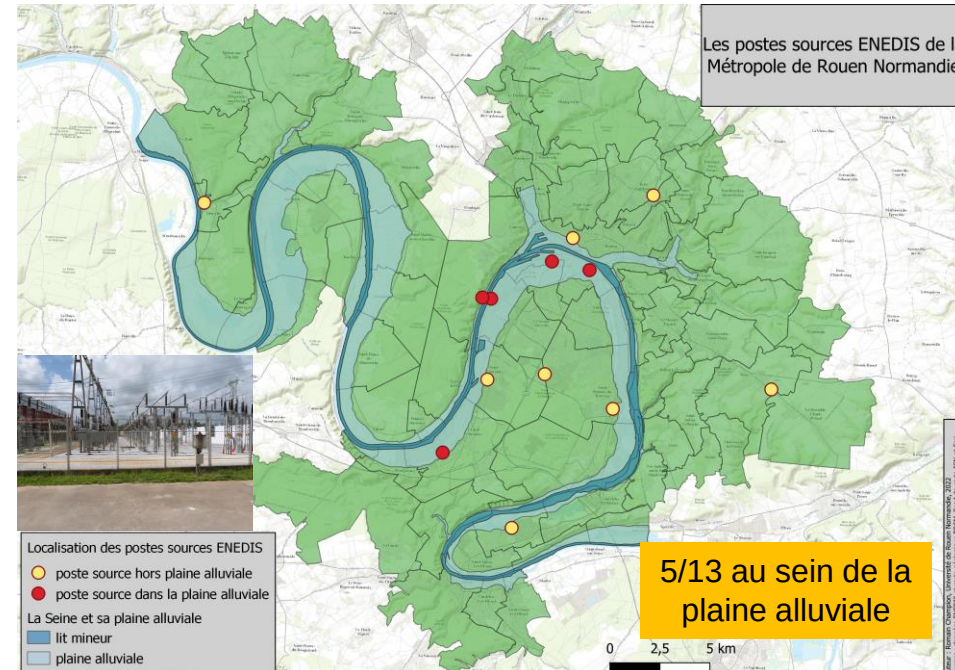
= Accélération du recul du trait de côte

Inondation des vallées et Risque industriel/technologique

- ↗ Risque d'inondation des cours d'eau et sur le littoral dans la cadre du changement climatique
(concomitance entre élévation du niveau marin et crue...)
- = ↗ Risque industriel pour les ICPE (dont SEVESO) par effet cascade



Projection ARTELIA/GIP Seine, modifiée avec ajout des sites SEVESO



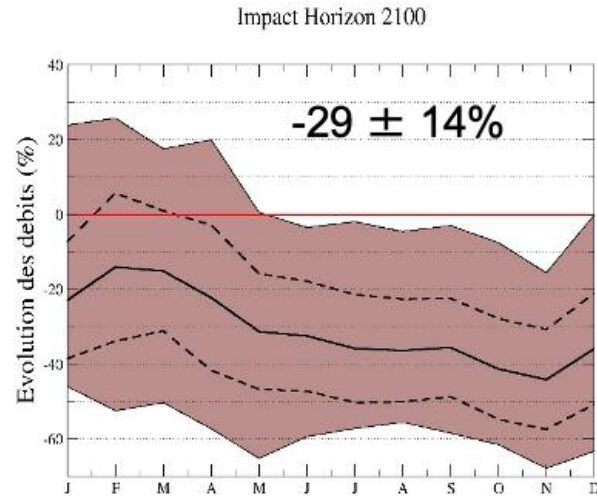
Changement climatique = Accélérateur du multi-risques

= Augmentation de l'intensité et de la fréquence des risques naturels

= Augmentation des risques industriels, sanitaires et économiques

Changement climatique et ressources sur le bassin de la Seine

Débit moyen annuel des cours d'eau
du bassin de la Seine: -10 à -30%



Ducharme et al., 2009
Confirmé par Flipo et al, 2020

Projet RexHySS – 2100

12 scénarios CC désagrégés

5 modèles hydrologiques :

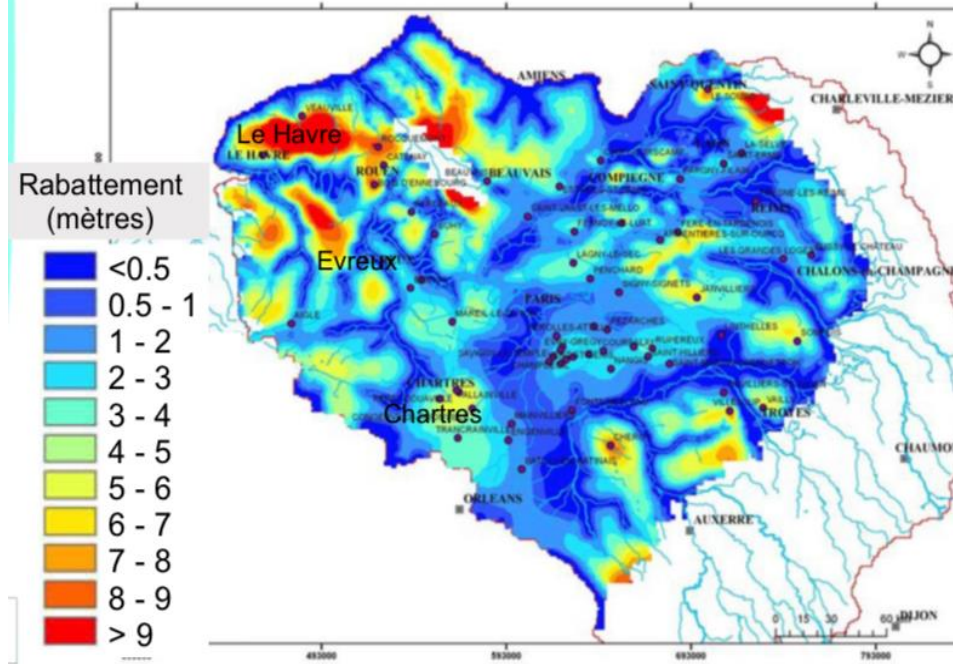
↘ débit moyen annuel de la Seine

↘ - 29% (+/- 14%)

du débit moyen actuel

Recharge moyenne annuelle des nappes : -15 à -30%
Rabatement jusqu'à 10 m

Le niveau piézométrique des nappes d'eau souterraine
devrait baisser, sauf en bordure de mer
exemple pour la nappe de la craie et pour un scénario modéré du GIEC

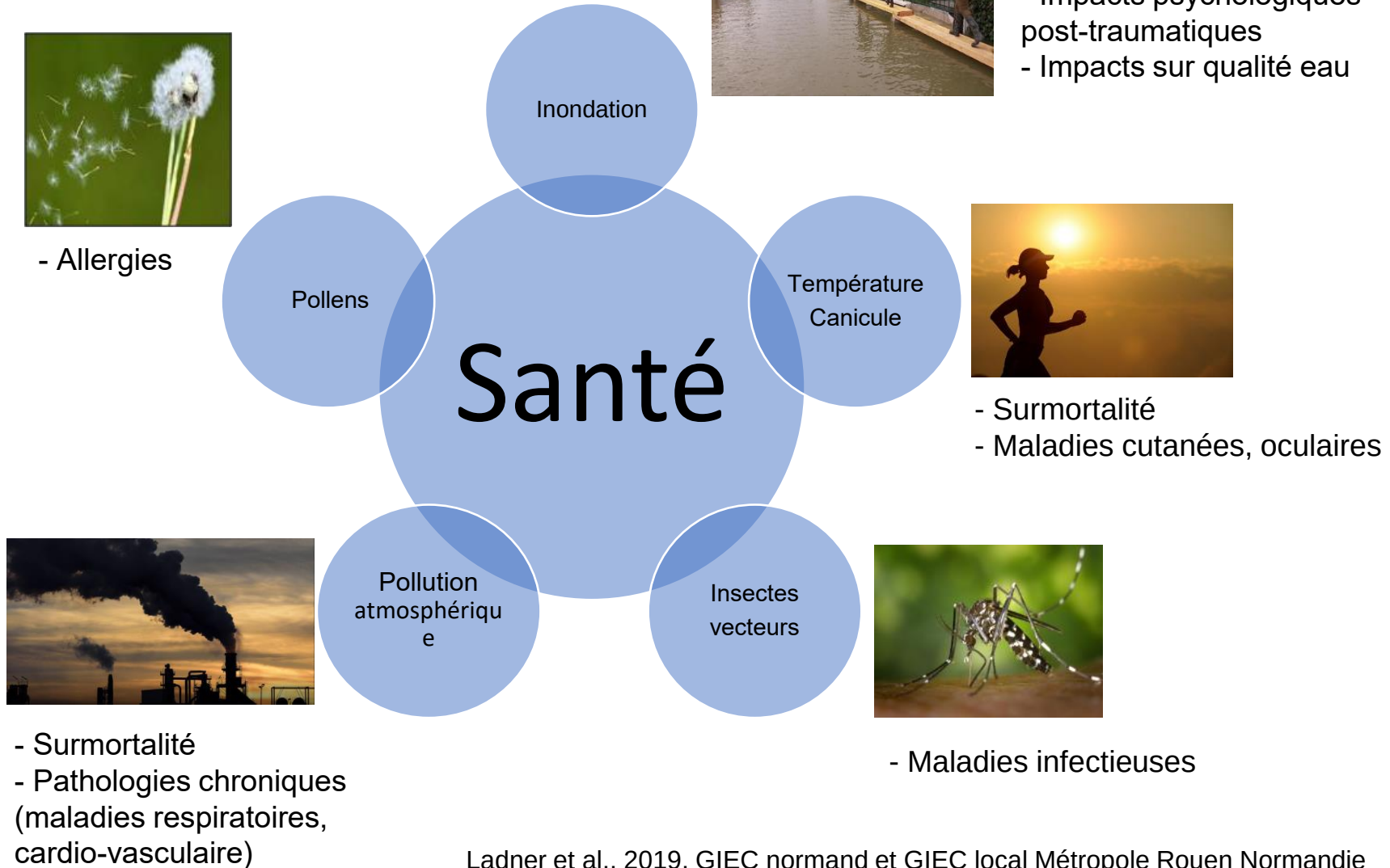


Rabatement du niveau de la nappe de la craie du bassin de la Seine
à l'horizon 2100 pour un scénario modéré du GIEC (source : Explore
2070, Modèle MODCOU BRGM, Stollsteiner, 2012).



Problème de disponibilité à certaines périodes (principalement l'été)
= Périodes d'économie et de restrictions plus nombreuses et plus longues

Changement climatique et Santé



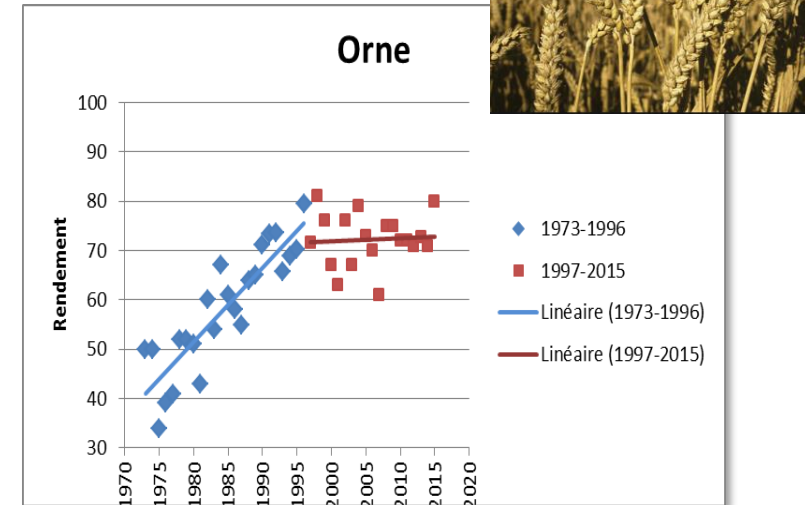
Exemples d'impacts sur l'agriculture et la biodiversité

Plafonnement des rendements en blé tendre dans l'Orne depuis la fin des années 1990

Rôle changement climatique = 1/2

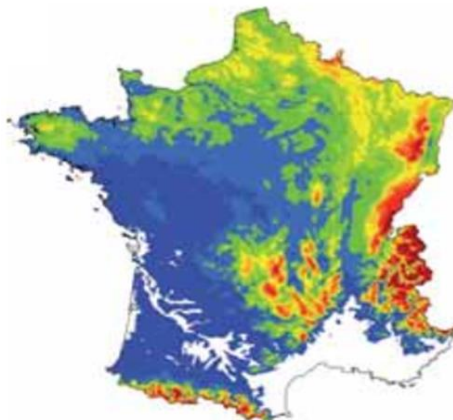
➤ stress hydrique et thermique en fin de cycle cultural

+ ➤ Pluies intenses = ➤ ruissellement et érosion des sols + dégradation des cultures

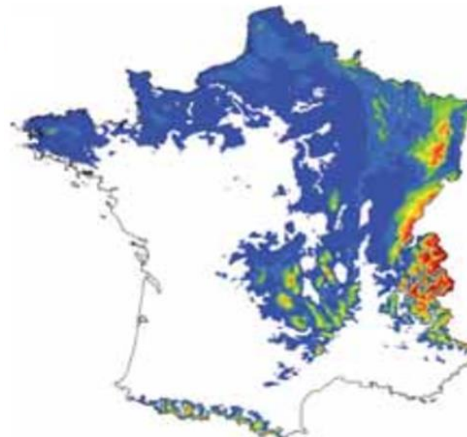


Données : chambre régionale d'Agriculture Normandie

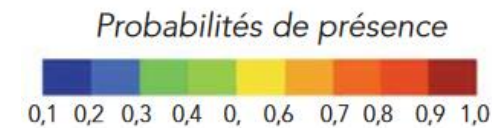
Modélisation de l'aire actuelle de répartition



Extrapolation de l'aire de répartition en 2100



**Une espèce menacée :
le hêtre normand**



Eguin B., 2007, ONF

L'urgence climatique : C'est maintenant



Il nous reste très peu de temps pour agir :

Pour atteindre l'objectif de 1,5°C = émissions de GES devront cesser d'augmenter au plus tard en 2025 et être réduites de moitié d'ici 2030

Que fait-on ?

↳ **Atténuation, Adaptation**

À l'échelle internationale, national, régionale, locale et du citoyen

**Atténuer les effets du changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre
= une meilleure adaptation**

Des solutions existent à notre échelle



Atténuation : quelques exemples

- Promouvoir davantage les énergies renouvelables (solaire, géothermie, éolien, hydraulique...) et l'hydrogène en combinant les énergies
- Mobilité : plateforme de co-voiturage, transport en commun accessible au plus grand nombre avec tarif raisonnable ou gratuit, vélo en ville...
- Rénovation du bâtiment public et privé + implantation de nouveaux quartiers autonomes en énergie dans les villes...
- Place de la nature en ville (capte le CO2, îlots de fraîcheur, augmente l'infiltration = tampon pour les crues et les inondations...)

...

→ **S'appuyer sur des technologies innovantes et accélérer leur développement**

- + **Sobriété** (Economie d'énergie, des ressources)
- + Eviter la surconsommation, le gaspillage...
- = Petits gestes du quotidien = 25 à 30% du chemin





Quel climat en Normandie pour 2100 ?



Synthèse des résultats
normandie.fr/giec-normand

TRANSITION(S) 2050

CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT

David MARCHAL
05/07/2022



Quelles actions de l'ADEME sur l'hydrogène ?

Soutien à la R&D / innovation

48 projets innovants soutenus sur 2011-2021

194M€ de soutien public



<https://librairie.ademe.fr/recherche-et-innovation/4999-bilan-thematique-hydrogene-et-power-to-gas-edition-2021-9791029716348.html>

Soutien au déploiement

Bientôt 50 écosystèmes territoriaux soutenus

380 M€ de soutien public

Electrolyseur de grande taille et aide OPEX



Expertise et orientation des politiques publiques

Pertinence environnementale de l'H2

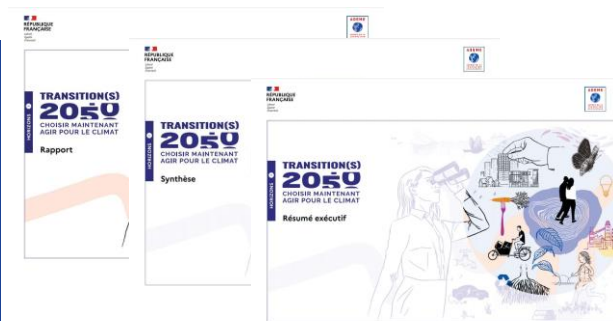
Prospective

Quatre scénarios contrastés de neutralité carbone

Téléchargez sur
transitions2050.ademe.fr

Le rapport
La synthèse
Le résumé exécutif

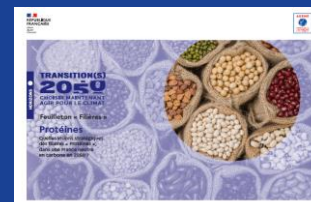
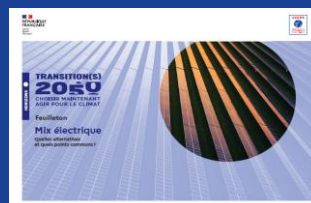
**TRANSITION(S)
2050**
CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT



Téléchargez les jeux de données
data-transitions2050.ademe.fr

Les feuillets :

- Mix Electrique
- Matériaux de la transition énergétique
- Les effets macro-économiques
- Adaptation au Changement Climatique
- Sols
- Mode de vie
- Protéine
- Construction Neuve
- Logistique des derniers kms
- Gaz et Carburants liquides
- Territoires



... et prochainement :
Qualité de l'Air
Empreinte matière

Récits des scénarios



S1 GÉNÉRATION FRUGALE

Frugalité contrainte

Villes moyennes
et zones rurales

Low-tech

Rénovation massive

Nouveaux indicateurs
de prospérité

Localisme

3x moins de viande



S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

**Modes de vie
soutenables**

Économie du partage

Gouvernance ouverte

Mobilité maîtrisée

Fiscalité environnementale

**Coopérations
entre territoires**

Réindustrialisation ciblée



S3 TECHNOLOGIES VERTES

**Technologies
de décarbonation**

Biomasse exploitée

Hydrogène

Consumérisme vert

Régulation minimale

Métropoles

Déconstruction / reconstruction



S4 PARI RÉPARATEUR

**Consommation
de masse**

Étalement urbain

**Technologies
incertaines**

Économie mondialisée

Intelligence artificielle

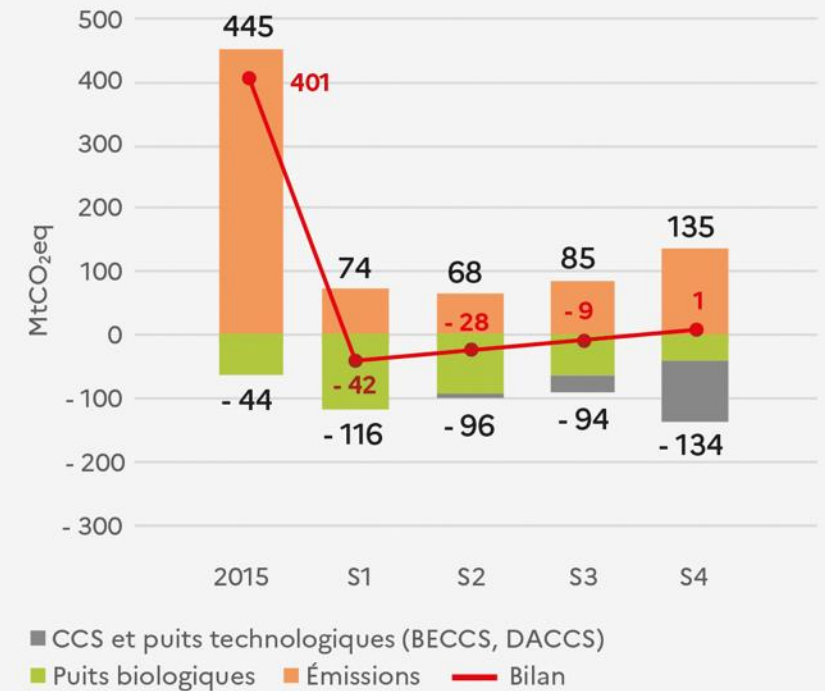
Captage du CO₂ dans l'air

Agriculture intensive

La neutralité carbone, un chemin difficile

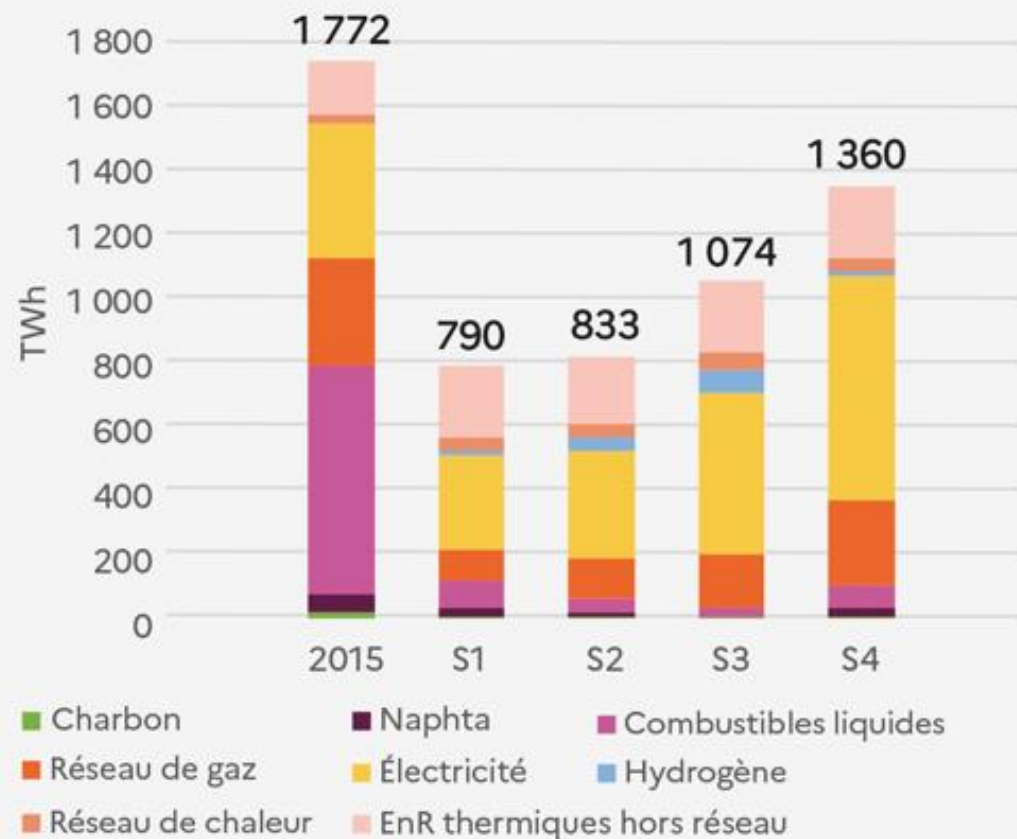
- **Il faut agir immédiatement** car les transformations sociales et techniques à mener sont de grande ampleur
- **Atteindre la neutralité repose sur des paris humains ou technologiques forts** qui diffèrent selon les scénarios
- **Deux scénarios apparaissent plus risqués : S1 et S4**
- **Les émissions se cumulent dans l'atmosphère**

Bilan des émissions et des puits de CO₂
en 2015 et 2050

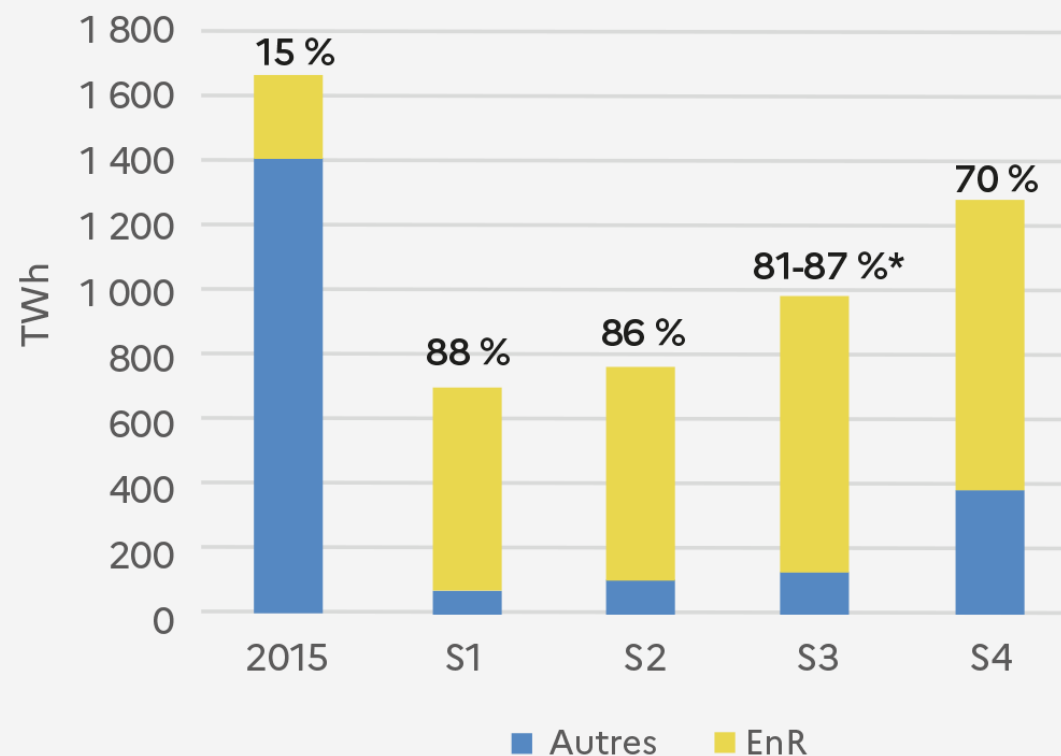


Baisse de la consommation d'énergie et développement des EnR

Demande finale énergétique par vecteur en 2015 et 2050
(avec usages non énergétiques et hors sources internationales)

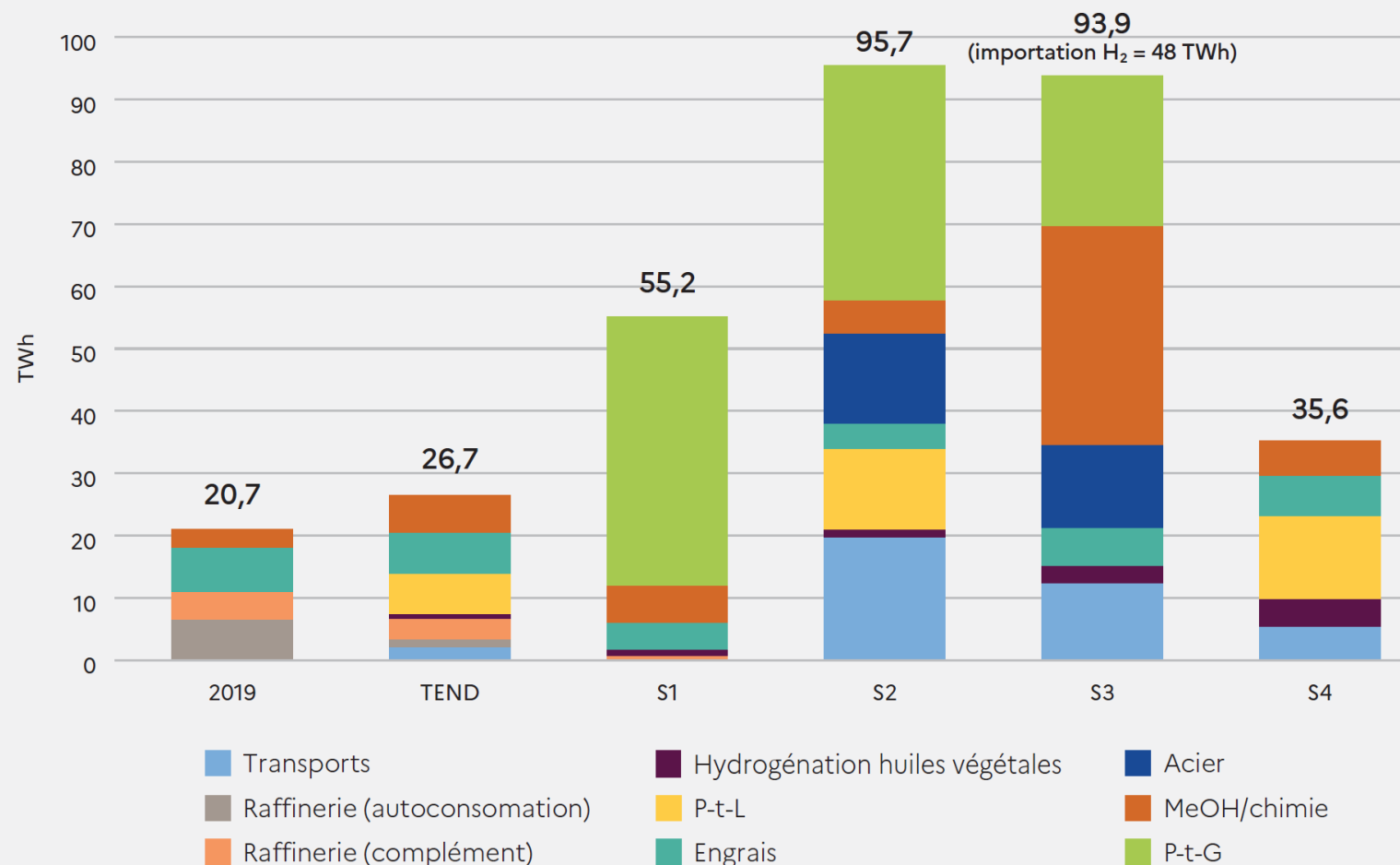


Consommation d'énergie et part des EnR
dans la consommation finale brute d'énergie
en 2015 et 2050



Hydrogène : un place modeste mais essentielle

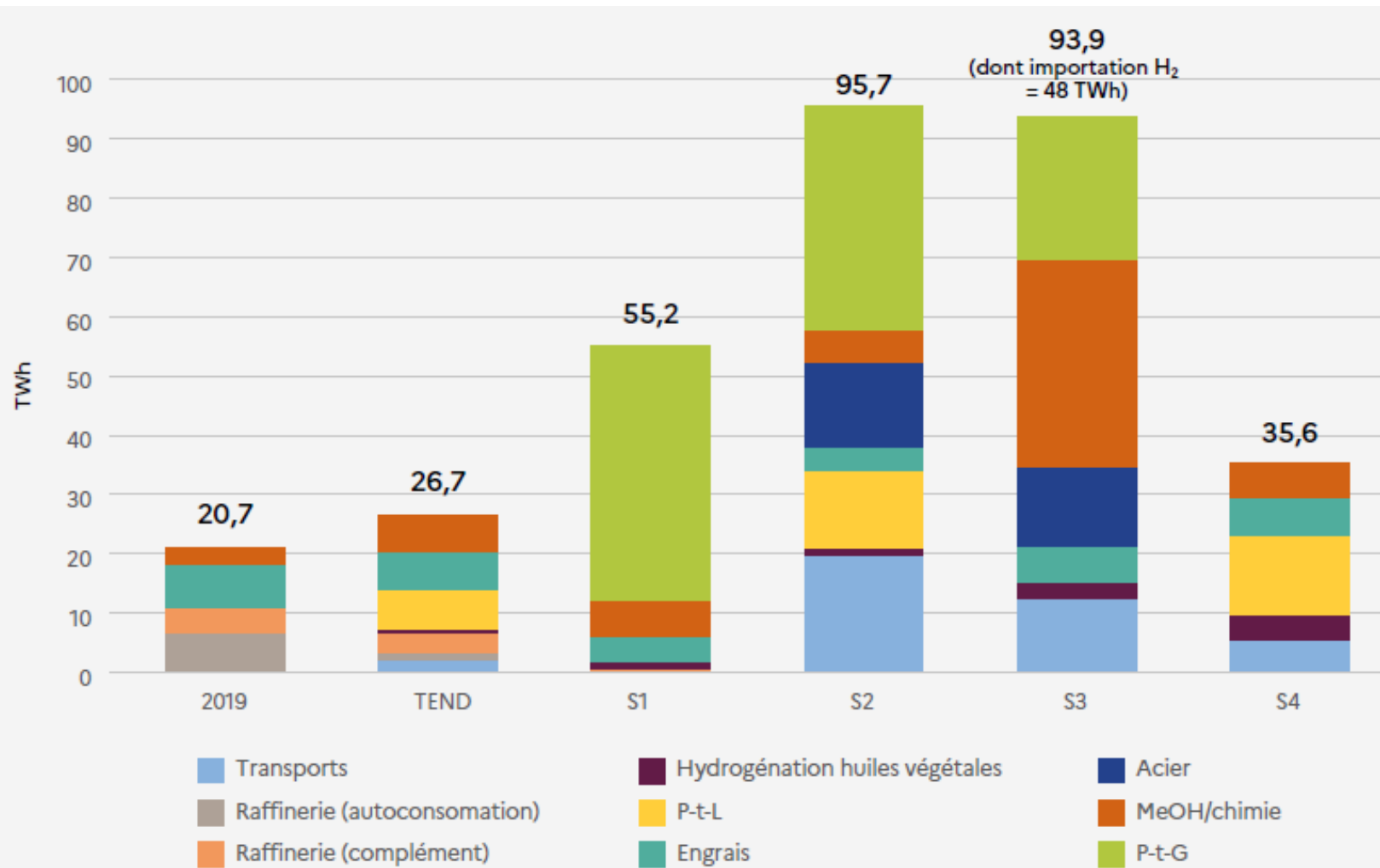
Graphique 9 Bilan des consommations d'hydrogène en 2050 en TWh pour les différents scénarios, incluant l'autoconsommation des raffineries



* P-t-G : power-to-gas ; ** P-t-L : power-to-liquid.



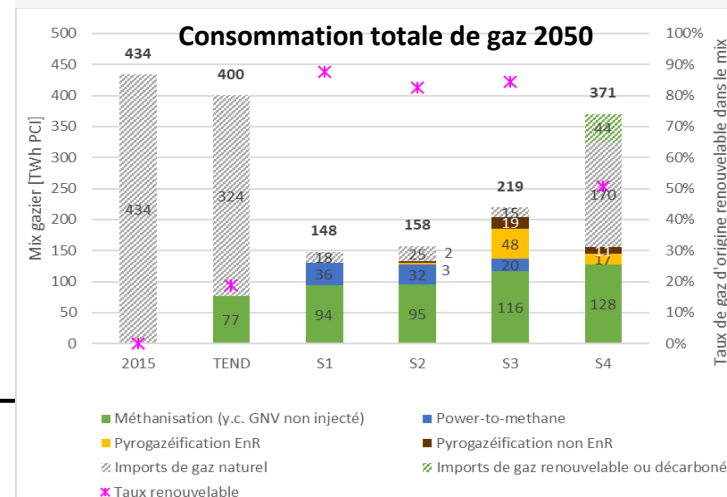
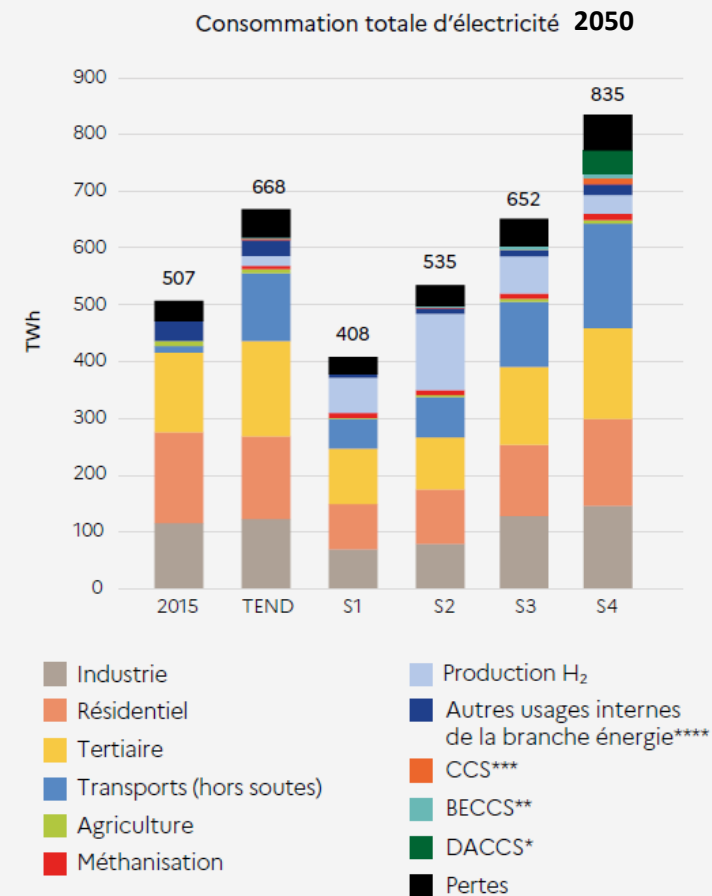
H₂ - des interactions entre système électrique et gazier



* P-t-G: power-to-gas ; ** P-t-L: power-to-liquid.

8/12/2021

Consommation totale d'H₂ en 2050 (TWh H₂)



Hydrogène : une place croissante mais encore beaucoup d'incertitudes

Invariants:

- Augmentation de la consommation d'H2
- Place majoritaire de l'électrolyse
- De nouveaux marchés à cibler en relais des marchés actuels
- Des électrolyseurs intégrés au système électrique
 - Fonctionnement en base pour l'industrie,
 - Fonctionnement flexible pour faciliter l'intégration des EnR pour des usages mobilité ou P2G

Questionnements:

- Importation ?
- Place des infrastructures de transport/stockage dédiées
- Des marchés encore incertains (mobilité, secteurs industriels)

Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

11h15 - 12h30

La France et l'Europe sur la voie du changement grâce à l'hydrogène

Keynote : Des ambitions renforcées et des outils puissants pour un cadre clair par **Hélène Chraye**, *Cheffe d'unité « Transition vers les énergies propres »* de la *Direction Générale Recherche et Innovation* de la *Commission européenne*

Avec les interventions de :

- **Jorgo Chatzimarkakis**, *CEO Hydrogen Europe*
- **Hubert Dejean de la Bâtie**, *Vice-Président de la Région Normandie*
- **Bart Biebuyck**, *Directeur du Clean Hydrogen Partnership*
- **Philippe Boucly**, *Président de France Hydrogène*

Organisées par



Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

11h15 - 12h30

La France et l'Europe sur la voie du changement grâce à l'hydrogène

Keynote : La mutation des activités portuaires

Avec les interventions de :

- **Tommaso Spanevello**, Responsable des affaires européennes d'HAROPA Port
- **Jacques Ghisgant**, Responsable Développement Territorial Bassin Francilien chez Hynamics
- **Abdelkrim Marchani**, Vice-Président de la Métropole Rouen Normandie, en charge de l'Economie, l'Attractivité, le Numérique et les Affaires Européennes et Internationales, sur les démarches d'accompagnement de la transformation industrielle sur le territoire métropolitain

Organisées par



Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

Des ambitions renforcées et des outils puissants pour un cadre clair

Avec Hélène Chraye, Directrice adjointe « Planète propre », Direction Générale Recherche et Innovation de la Commission européenne

Organisées par



Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES

9ème édition

ROUEN 2022

Mobiliser la recherche et
favoriser l'innovation

Transformer
l'économie de l'UE
pour un avenir durable

Intégrer la durabilité dans toutes les
politiques de l'UE

Concevoir un ensemble de politiques
profondément transformatrices

The
European
Green
Deal

Et ne laisser personne
de côté

Financer la transition

Transition juste

L'UE en tant que
leader mondial

Un pacte européen
pour le climat

La stratégie européenne pour l'hydrogène

Actions clés

- Un programme d'investissement pour l'UE
- Stimuler la demande et accroître la production
- Concevoir un cadre d'action favorable et de soutien, des programmes de soutien, des règles du marché et des infrastructures
- Promouvoir la recherche et l'innovation dans le domaine des technologies de l'hydrogène
- La dimension internationale

RePowerEU

Réduire la dépendance vis-à-vis du pétrole et du gaz russes

- L'accélérateur d'hydrogène renouvelable: produire dans l'UE 10 millions de tonnes et en importer autant d'ici à 2030
- Réviser le cadre réglementaire: actes délégués et normes
- Accélérer les projets relatifs à l'hydrogène avec un financement PIIEC
- Accélérer le déploiement des infrastructures
- Monitorer l'état d'avancement de la progression de l'hydrogène dans les secteurs économiques, en particulier l'industrie, d'ici à 2025
- Stimuler le développement d'une économie de l'hydrogène au niveau mondial notamment via des partenariats sur l'hydrogène vert



Journées
Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

Direction Générale Recherche et Innovation

Soutien de la R&I à la politique de l'hydrogène

- Horizon Europe:
 - Projets collaboratifs dans le cadre des Clusters 5 et 4
 - Conseil Européen de l'Innovation (EIC)
 - Institut Européen de Technologie (IET) et son KIC InnoEnergy
- RePowerEU
- H2020: appel à propositions dans le cadre du Pacte Vert
- European Research Area (ERA): Projet pilote sur l'hydrogène vert et la modernisation du SET Plan – European Strategic Energy Technology Plan

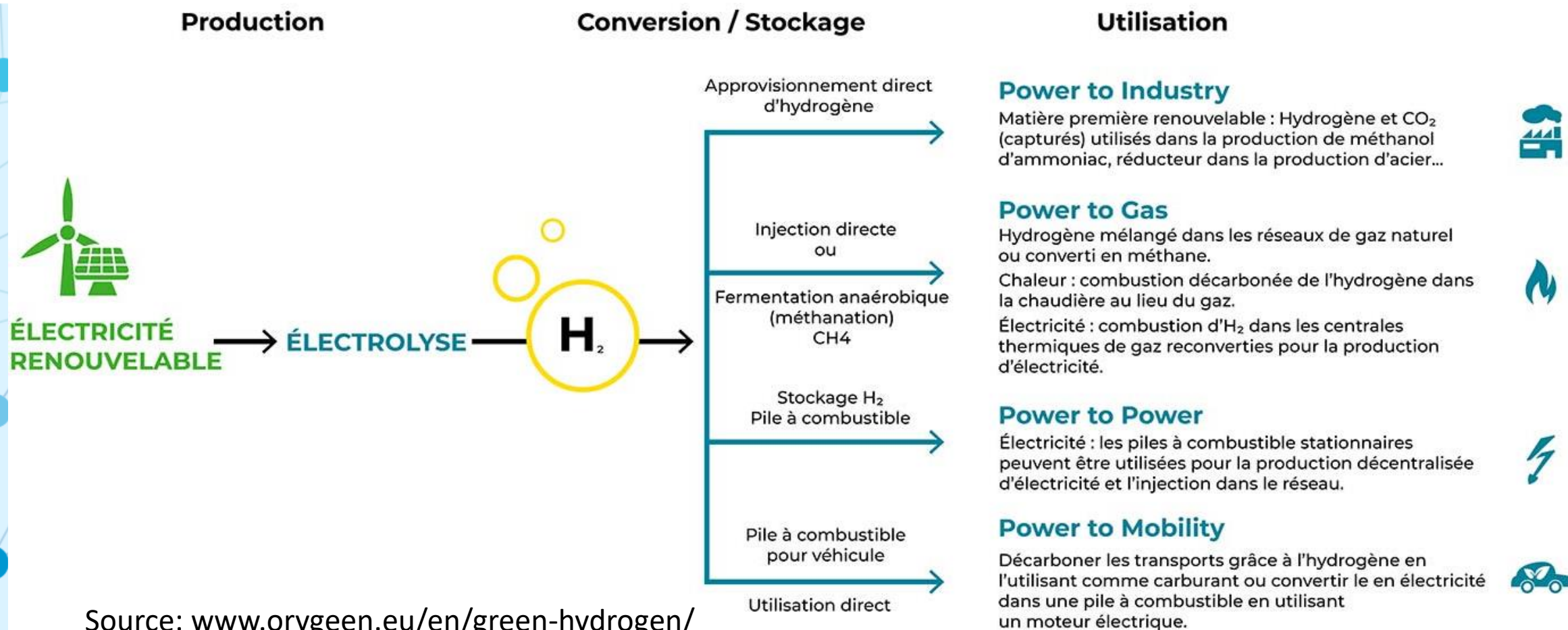
Partenariats de coopération

Soutien de la R&I à la politique de l'hydrogène

- Partenariats public/privé: CHJU, en synergie avec les partenariats dans le domaine des transports et de l'industrie (aviation, acier, rail, route, maritime, industries productrices de biens)
- Partenariat public/public: Clean Energy Transition, cofinancement avec les programmes nationaux – soutien au SET Plan et à l'Union pour l'Energie
- Mission Innovation – Clean Hydrogen Mission
- Partenariat international pour l'hydrogène (IPHE), principalement sur la standardisation et la normalisation

Utiliser l'hydrogène au quotidien

Chaine de valeurs

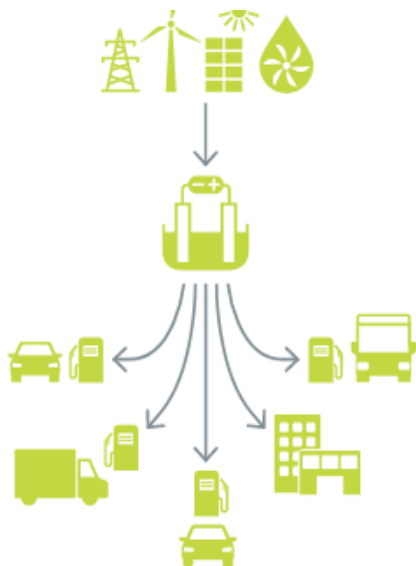


Vallées hydrogène

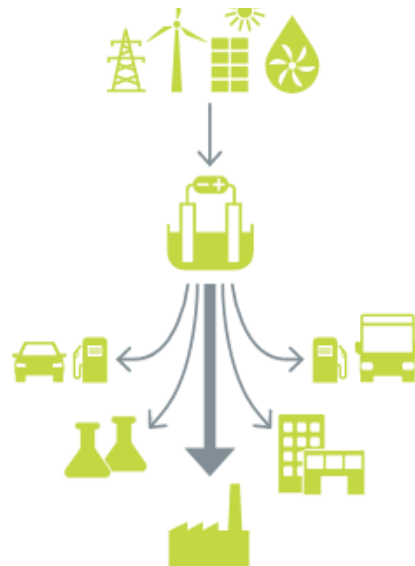
Une initiative visant à œuvrer conjointement à la décarbonation de l'Europe et à intégrer toutes ses composantes régionales

Archétypes des vallées à hydrogène

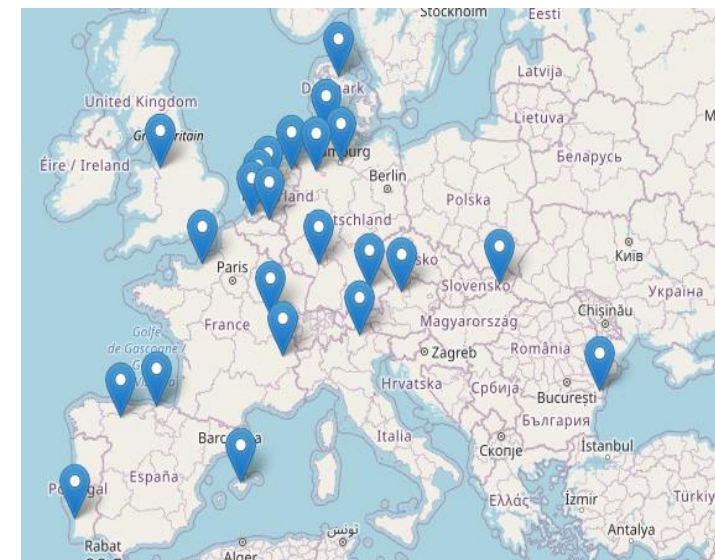
Archétype 1:
local, à petite échelle et
axé notamment sur la
mobilité



Archétype 2:
local, à moyenne échelle
et intégrant les
applications industrielles



Archétype 3:
à plus grande échelle,
axé sur l'exportation,
potentiellement
internationale



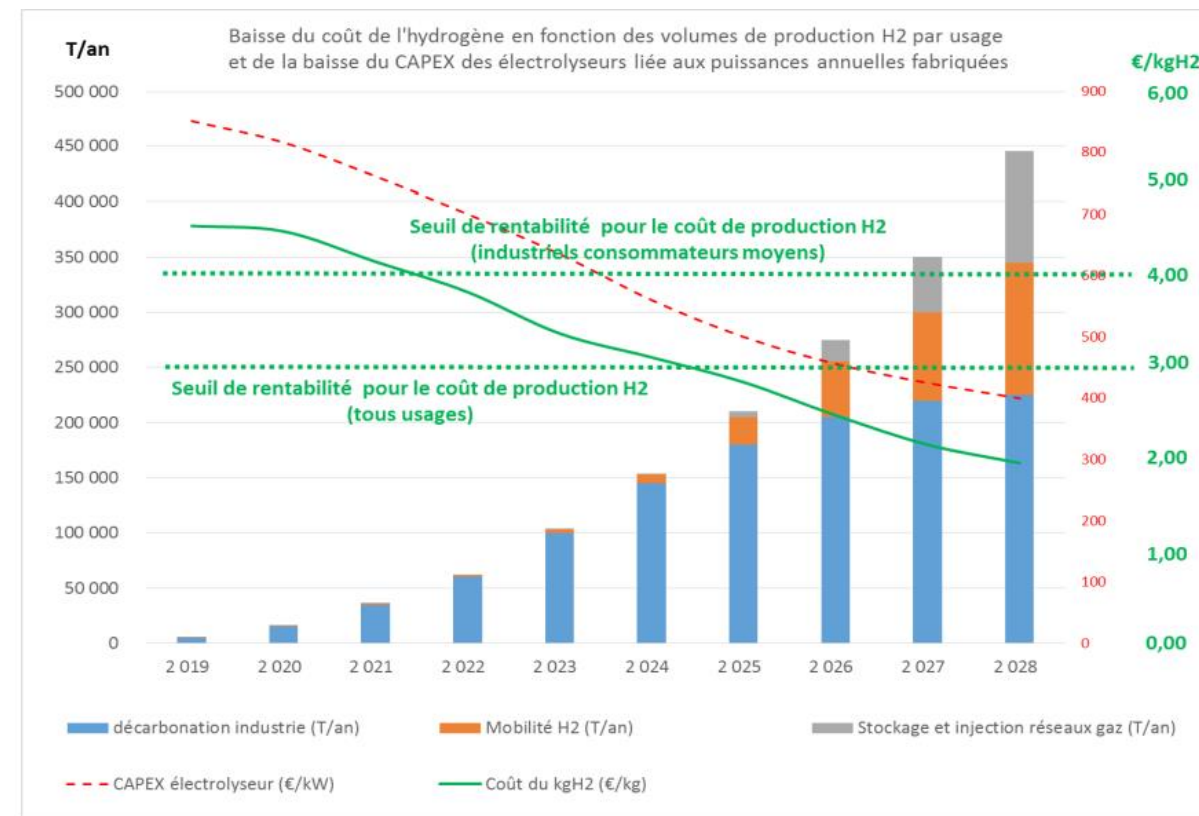
4 en France:

- Rhône Alpes
- Normandie
- Bourgogne Franche Comté
- Guyane

Plan de déploiement français de l'hydrogène

Résumé

- Place de l'H2 dans la Transition Energétique
- Mesures d'accompagnement
- Réglementation et prévention des risques
- Développement des filières industrielles et soutien à l'innovation

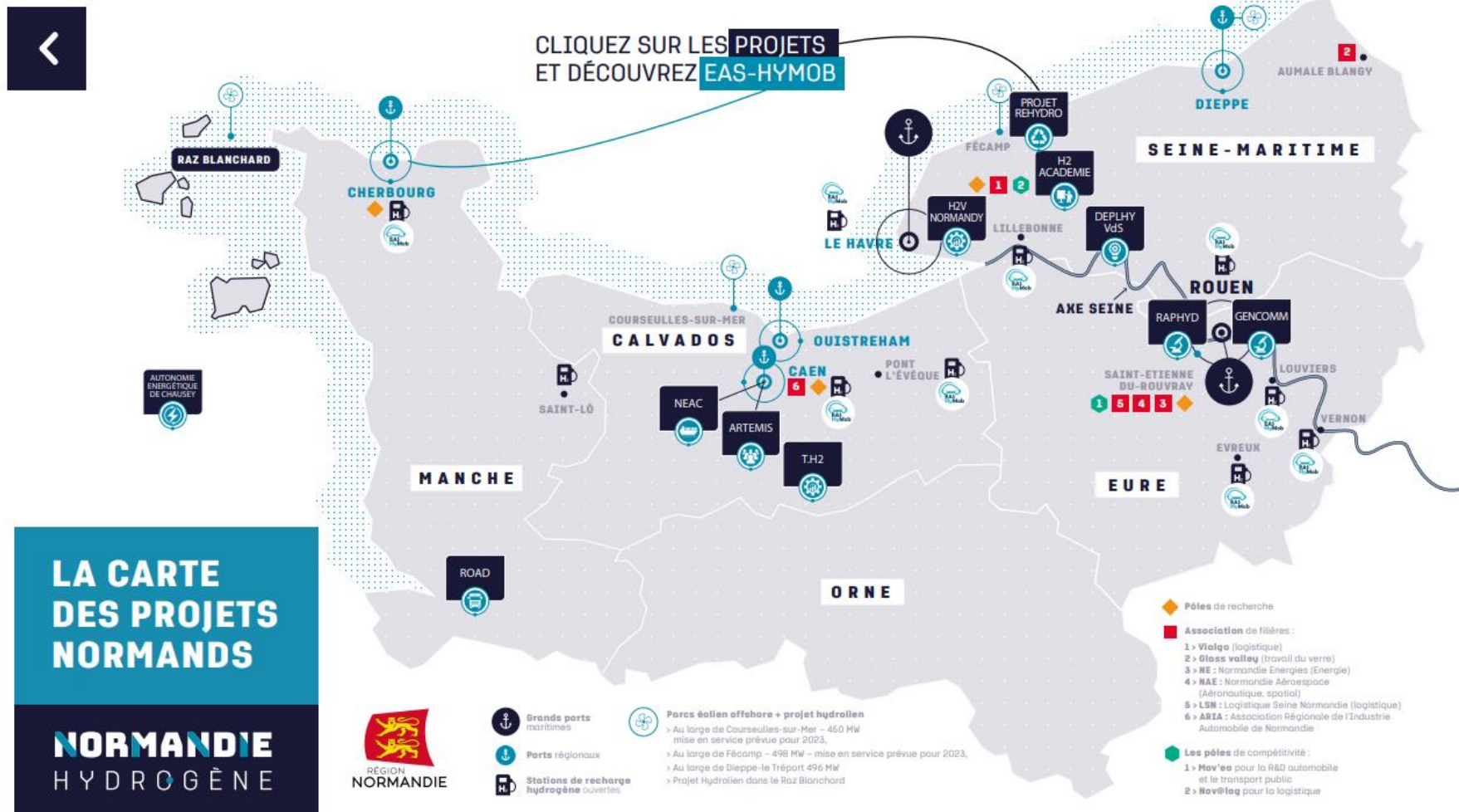


Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

La carte des projets normands



Journées
Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022



EUROPEAN
PARTNERSHIP



Cofunded by
the European Union

B. Biebuyck - J. Chatzimarkakis

Clean Hydrogen - Hydrogen Europe

Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

Le Projet MAGPIE et la mutation des activités portuaires

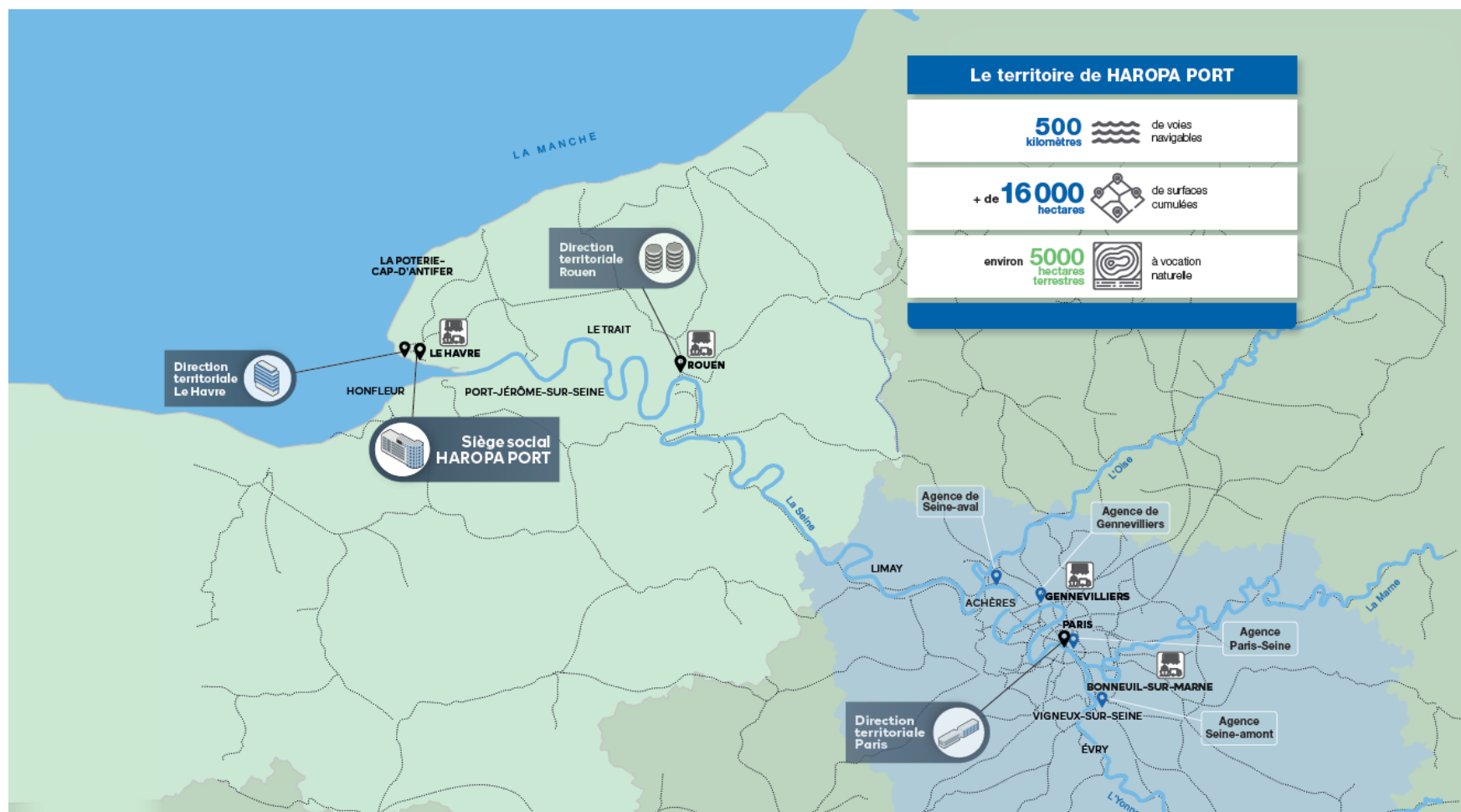
Tommaso Spanevello – Responsable des Affaires Européennes – HAROPA PORT

Organisées par



HAROPA PORT

Comprendre le Grand Port fluvio-maritime de l'axe Seine



Journées
Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

HAROPA PORT

Trois Ports – Un Etablissement Public

Le Havre

Une porte d'entrée
maritime et un port
d'escale pour les plus
grands porte-conteneurs
du monde



Rouen

Premier port céréalier
d'Europe de l'Ouest et
spécialiste du breakbulk



Paris

Un réseau de 70 ports
urbains et plateforme pour
la logistique du dernier
kilomètre



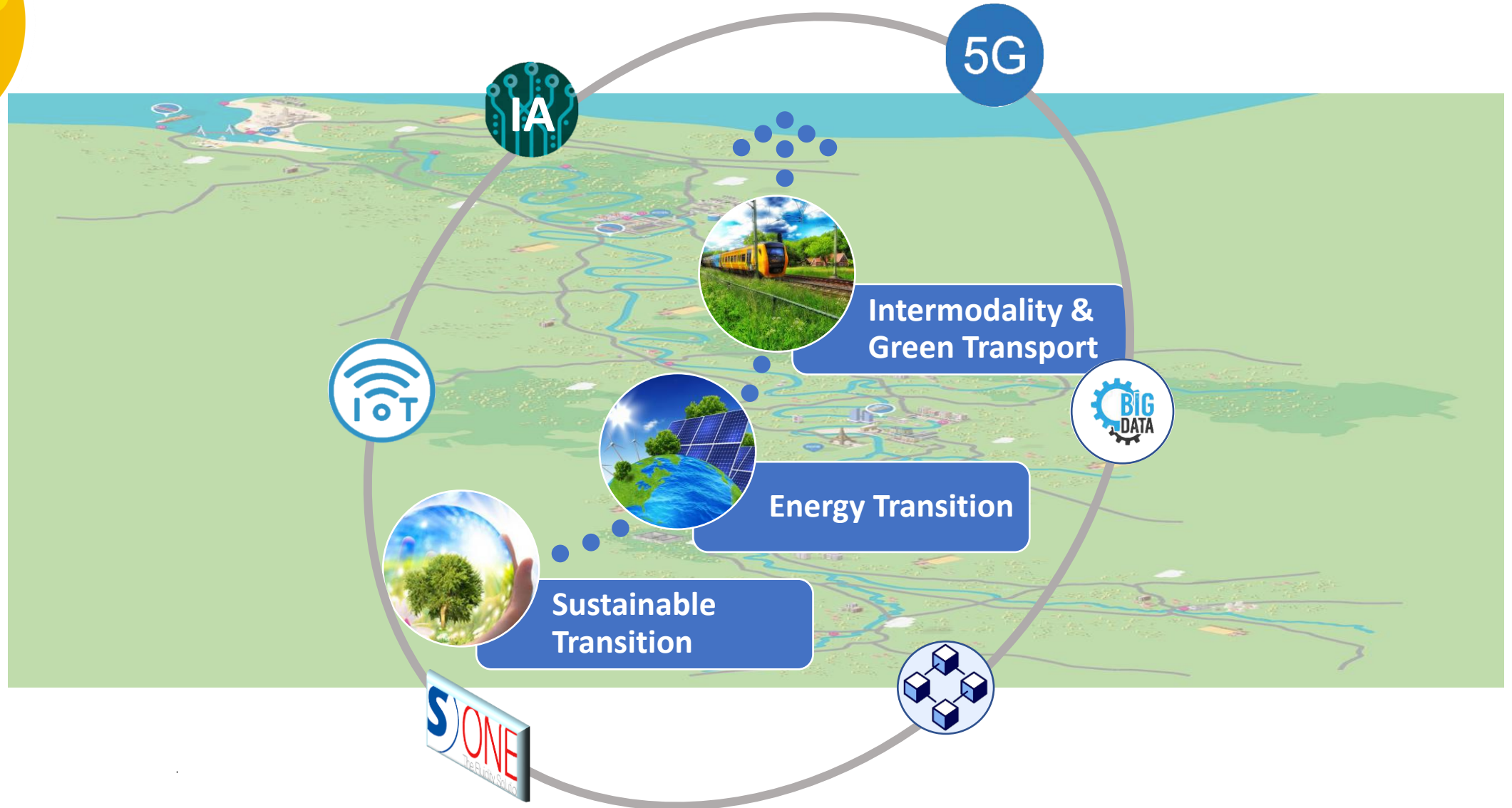
HAROPA PORT

Un Projet Stratégique pour un secteur portuaire en pleine mutation

Journées
Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022



Journées
Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
gème édition

ROUEN 2022

MAGPIE

Recherche & Innovation pour le Port vert du futur



- EUR 25 million sur cinq ans (2021-2026)
- Consortium de 46 partenaires
- Elaboration d'un Plan Directeur pour le « port vert et intelligent » du futur.
- 10 projets de démonstration (« Demos ») axés sur la transition énergétique et la logistique durable & intelligente dans les opérations portuaires.
- Focus sur l'utilisation de nouveaux carburants et vecteurs énergétiques qui n'ont pas encore été testés dans la pratique.



Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
9ème édition

ROUEN 2022

Le Projet H2SHIPS, l'H2 au service des activités fluviales

avec Jacques Ghisgant - Hyynamics

Organisées par



H2SHIPS

Promouvoir l'Hydrogène comme élément clé de la transition énergétique de la navigation fluviale

Journées
Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
gème édition

ROUEN 2022

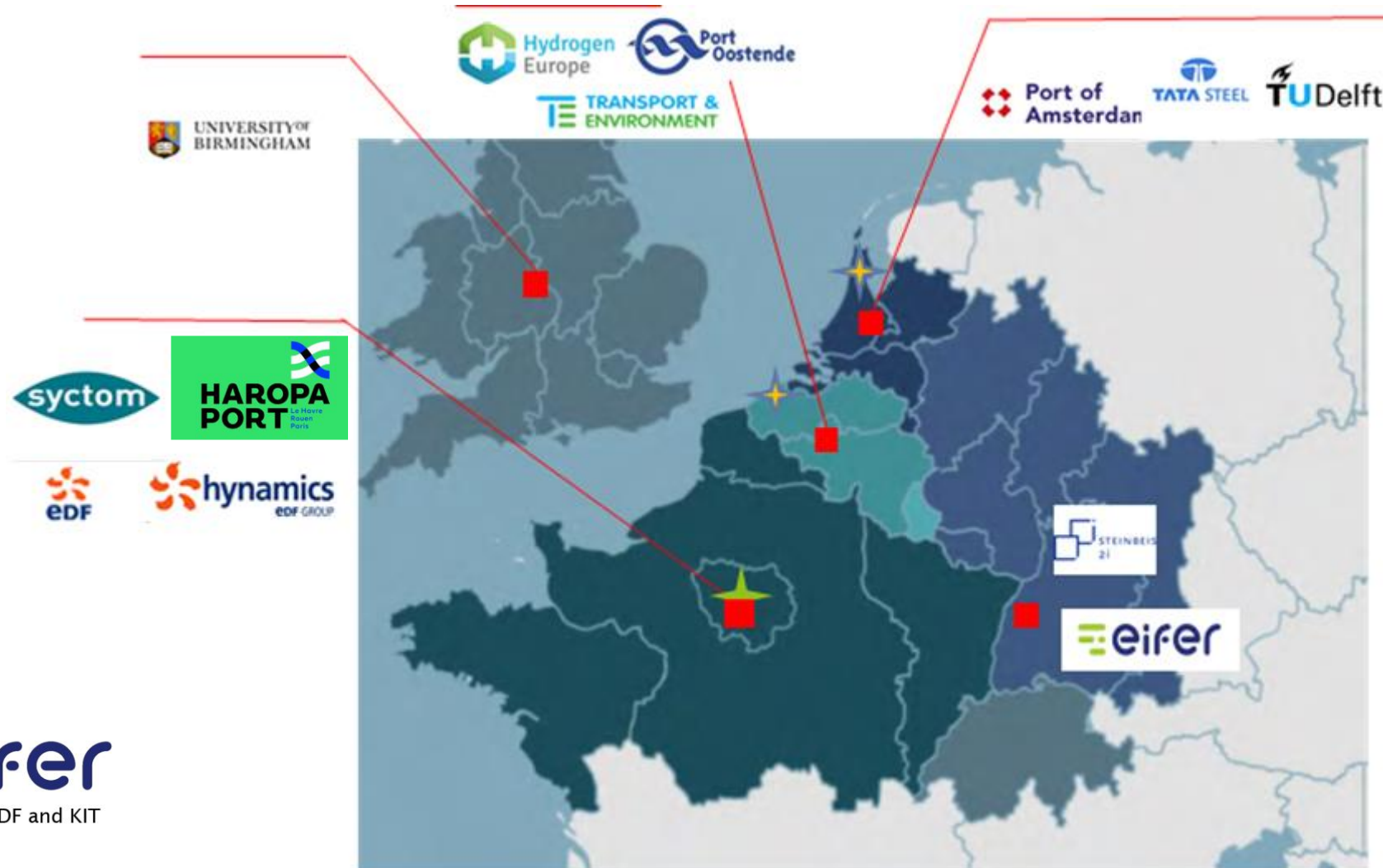
Durée : 3,5 ans
2019-2023

Budget : 6,4 M€
dont fonds UE :
3,5 M€

12 partenaires et
16 associés

Coordination :


by EDF and KIT

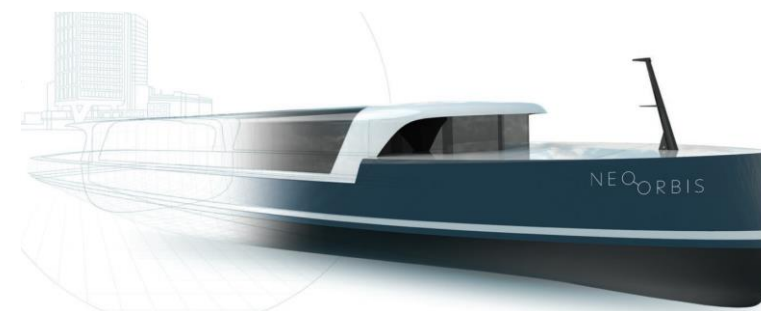


Articuler l'approche en s'appuyant sur les atouts des partenaires européens

- *Faire émerger les solutions techniques*
- *Etablir un cadre favorable*
- *Faire germer les premières graines...*

☐ **Amsterdam** : bateau passagers H2

- Pile à Combustible / moteur élec.
- Stockage H2 innovant.
(hydrure)



☐ **Ostende** :

Station fixe pour le soutage d'Hydrogène portuaire et maritime (*avec projet ISHY*)

☐ Etude spécifique du cas de **Paris**, port touristique et industriel et feuille de route pour le développement d'écosystèmes H2 **sur l'axe Seine** au plus près des usages.

**Merci pour votre
attention !**

Journées Hydrogène

DANS LES
TERRITOIRES
gème édition

ROUEN | **2022**

Organisées par

