



LABORATOIRE
SCIENCES POUR
L'ENVIRONNEMENT
UMR 6134 SPE



**Association pour la Promotion
Scientifique de l'Afrique**

Optimisation de chaîne logistique d'`hydrogène vert` dans les territoires isolés : Cas de la Corse

Tchougoune MOUSTAPHA MAI

*moustapha-mai_m@univ-corse.fr**

Directeur de Thèse :
Christian CRISTOFARI

Co-Directrice de Thèse :
Catherine AZZARO-PANTEL

Paris, 05/12/2022



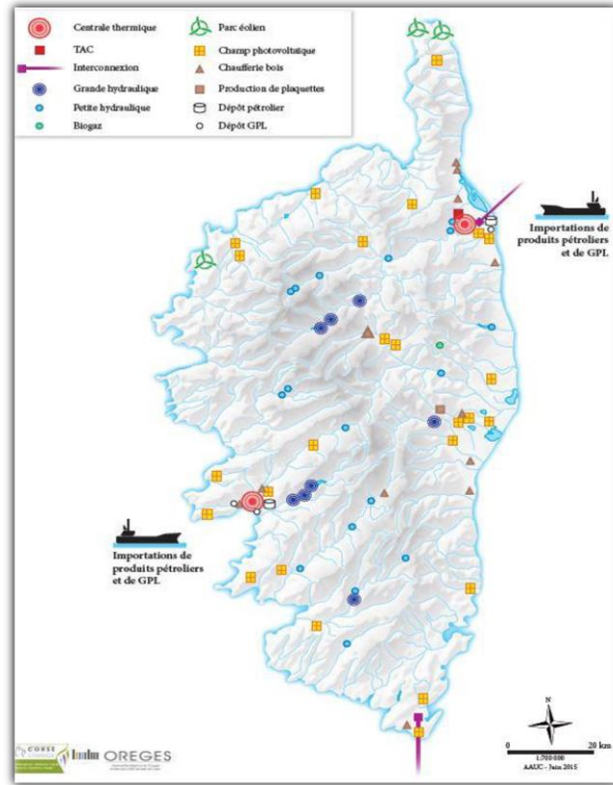
Sommaire



- Contexte énergétique de la Corse
- Présentation de la chaîne logistique hydrogène (HSC)
- Objectif de la Thèse
- Cas d'étude : HSC de la Corse
- La méthode d'optimisation
- Données d'entrée
- Résultats
- Conclusion et perspectives

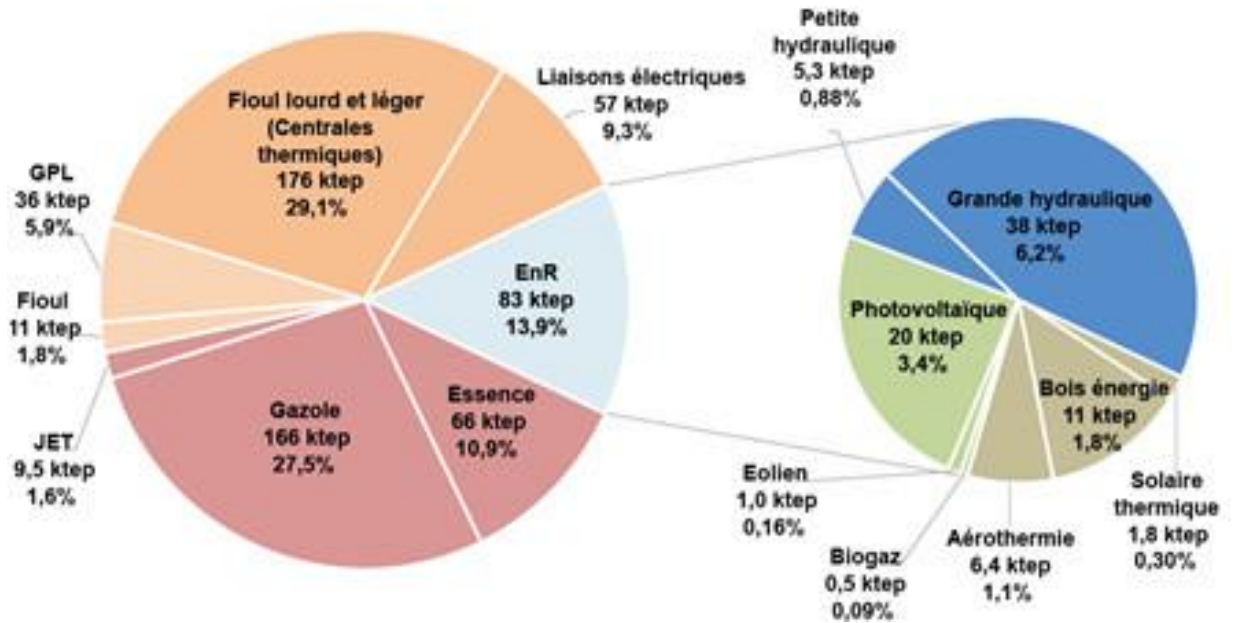


Contexte Énergétique de la Corse



Institut OREGES

Consommation d'énergie primaire
Bilan 2020 605 ktep (7 039 GWh)



100 % EnR
2050



+ centrales EnR



35% : Contrainte réseau
ZNI



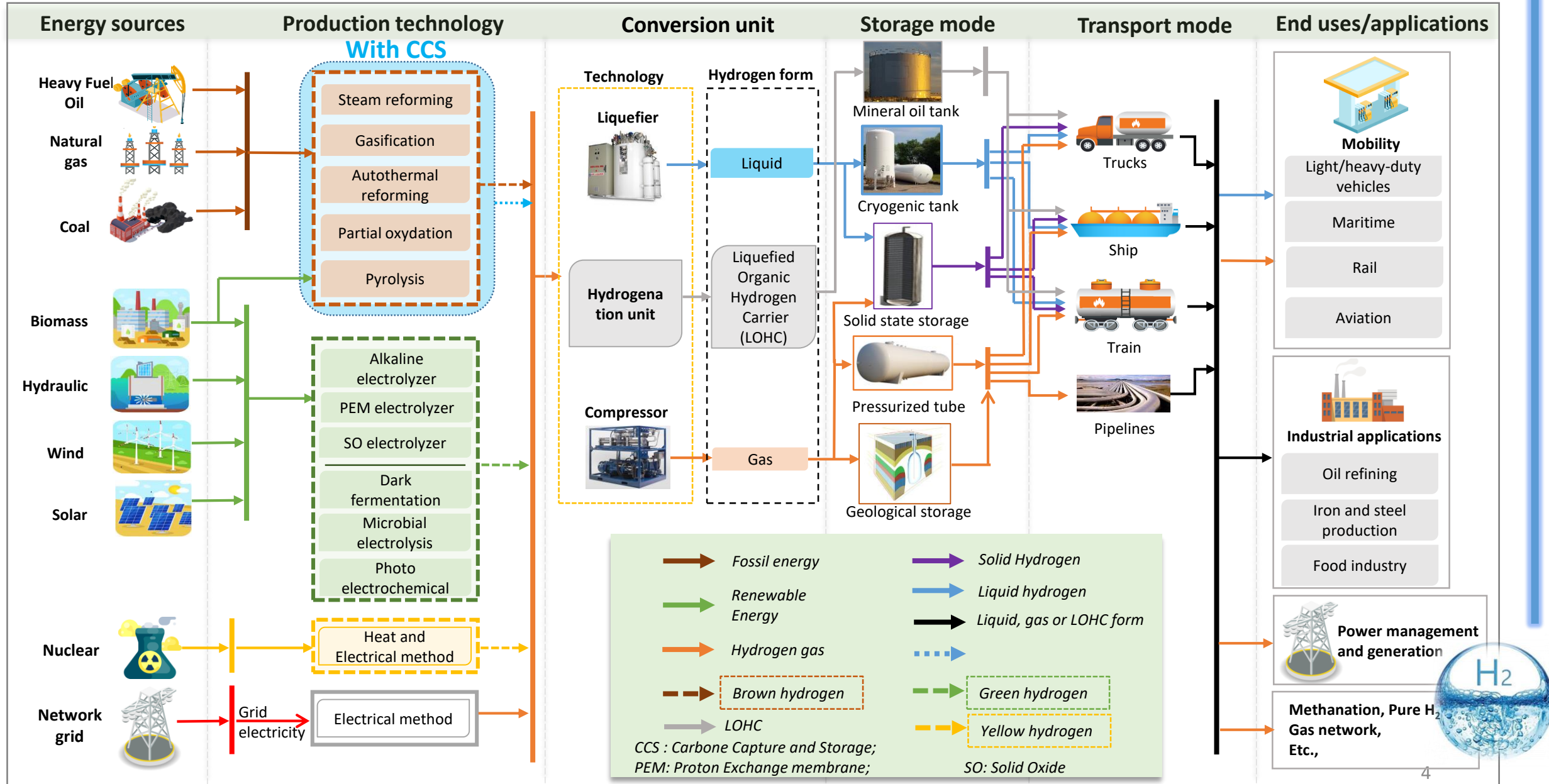
Hydrogène



Quelle solution ?

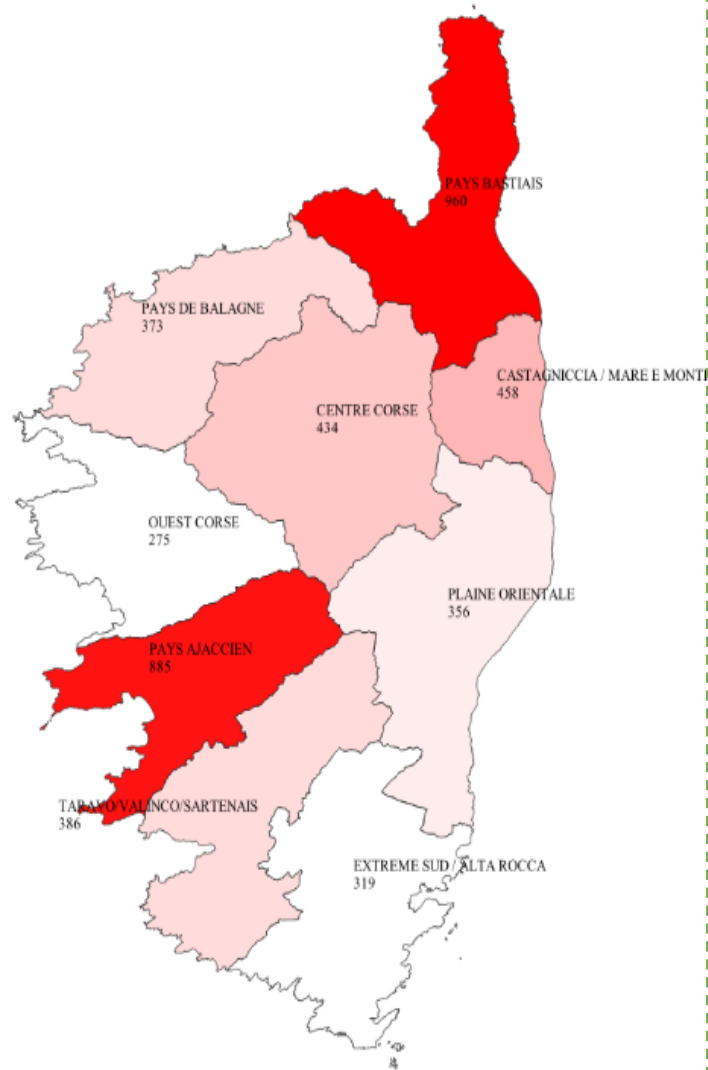
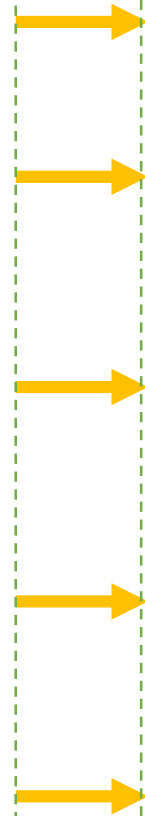
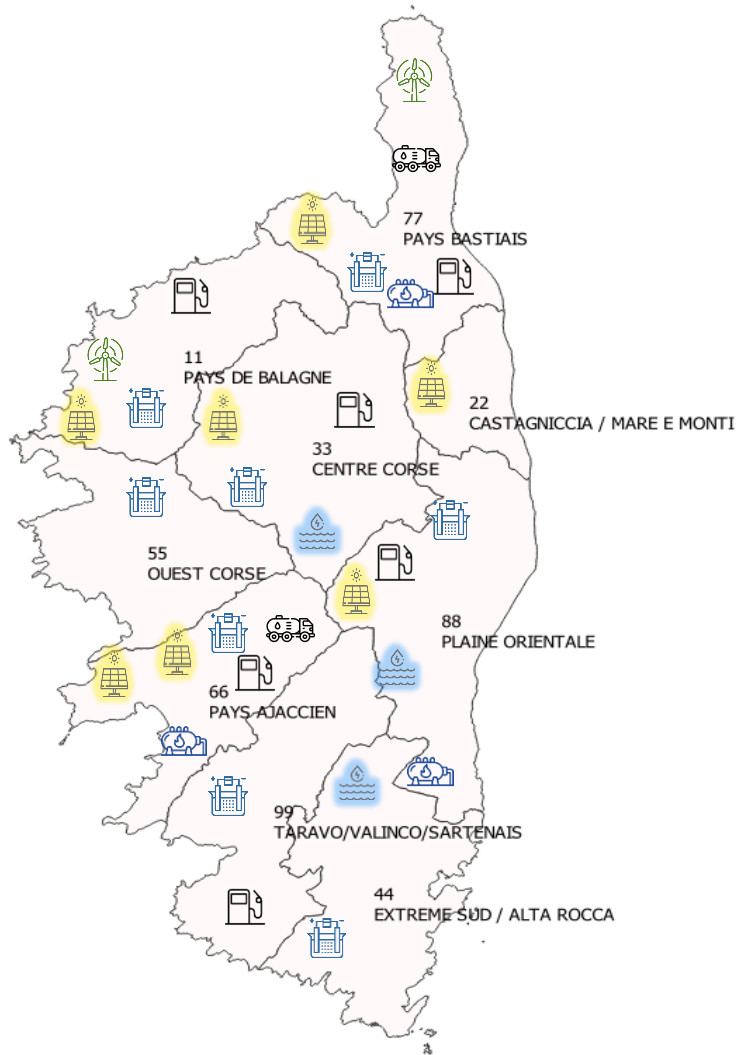


Une chaîne logistique d'hydrogène, c'est quoi?



Objectif de la thèse

Quand? Où? Quelle technologie? Quelle Taille?



Proposer une **Configuration optimale** De la Chaîne Logistique Hydrogène (ou Hydrogen Supply Chain **HSC**)

Couvrir la **Demande locale** en hydrogène

Suivant les objectifs :



Minimiser le coût total annuel



Minimiser les émissions de gaz à effet (GES) de serre

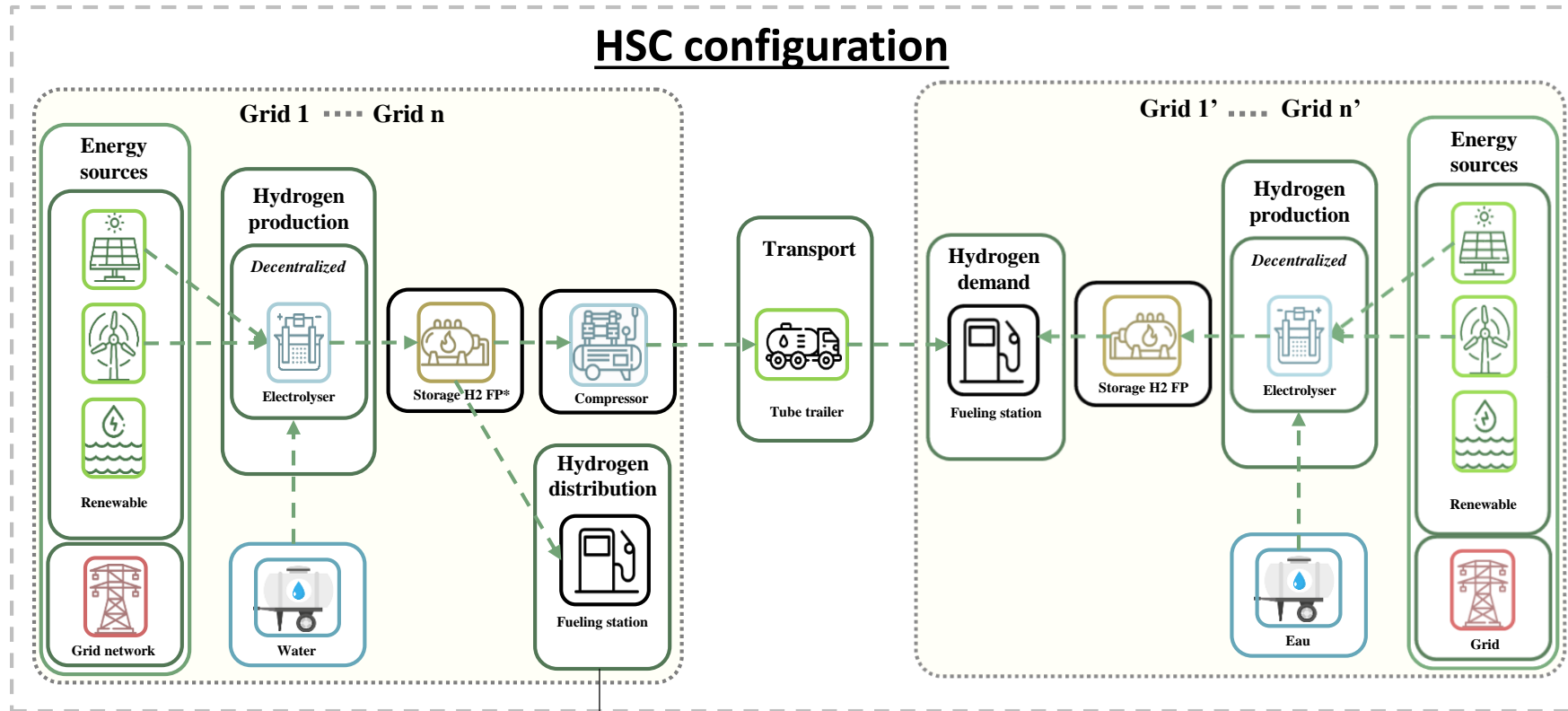


Minimiser un indice de risque



Cas d'étude : Structure de la chaîne logistique d'hydrogène de la Corse

HSC configuration



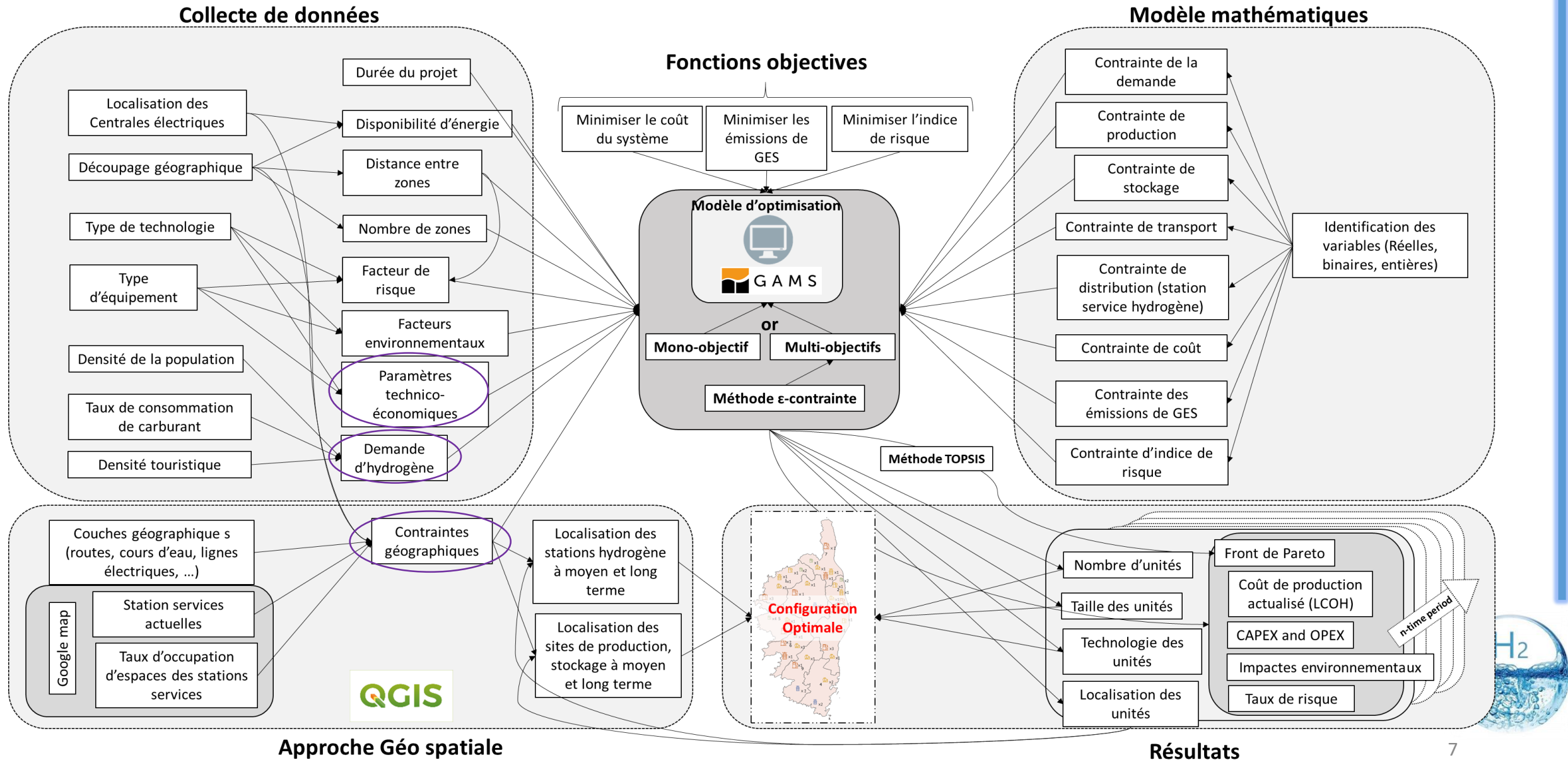
80 MW de puissance disponible (PV + Eolien)

Jusqu'à **8 tons** par jours







Horizon de temps 2030

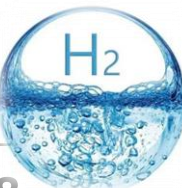


Quelle méthode d'optimisation?

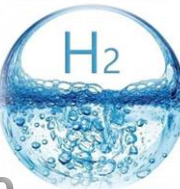
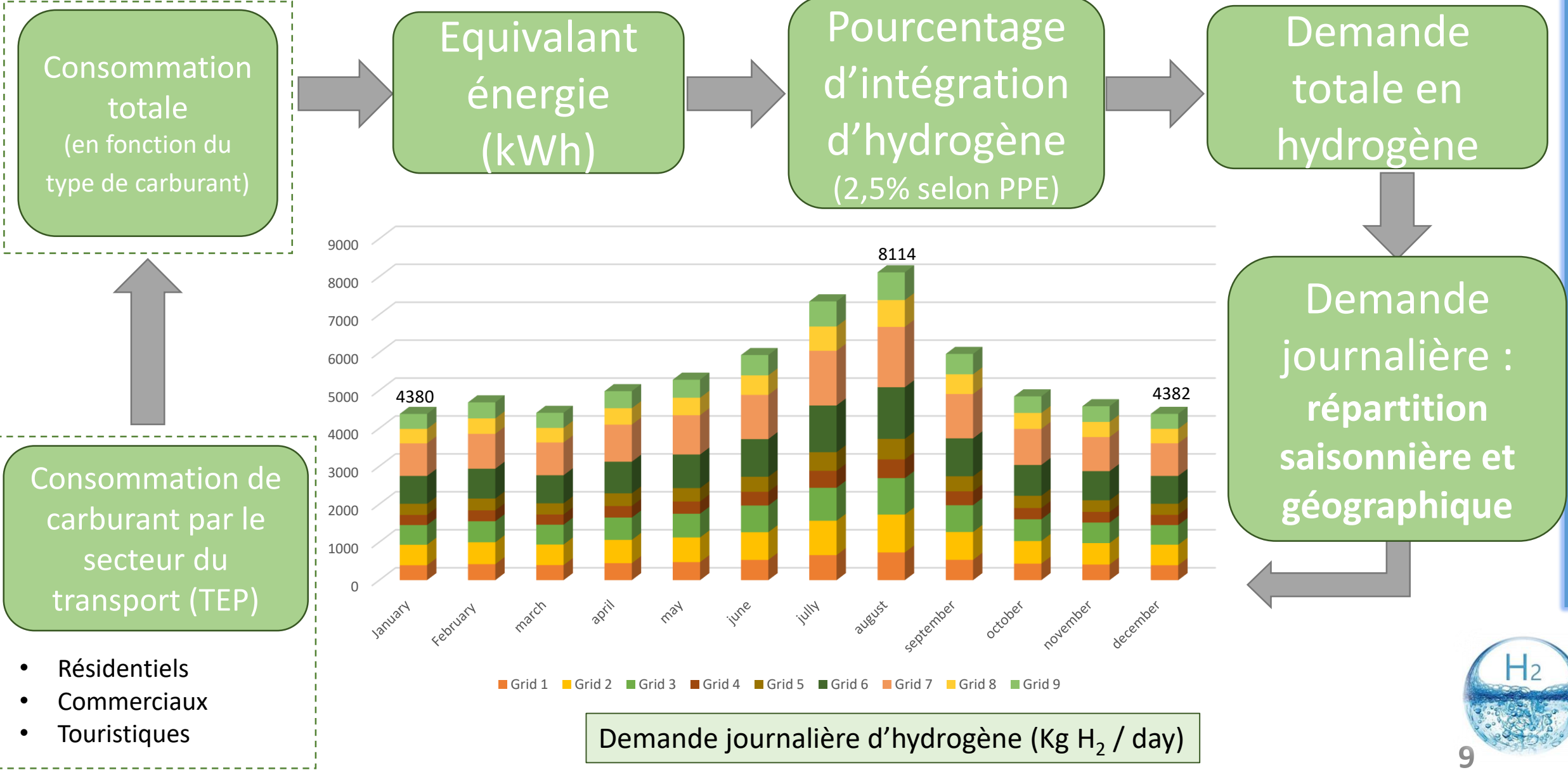


Données d'entrée: paramètres technico-économiques

	Capacité	Capex	Opex	Rendement	Facteur de GES	Facteur de risque	Taille/technologie
 Production (électrolyseur)	300-5000 (kW)	1038-3500 (EUR/kW)	0.11-0.250 (EUR /kg)	37.8-52 (kWh/kg)	421-1722 (gCO ₂ eq/kg)	0.3-0.6	4/3
 Conversion (Compresseur)	126 (kg/h)	635 (EUR /kW)	0.007 (EUR /kg)	2.66 (kWh/kg)	-	-	1/1
 Stockage (tube sous pression)	50-30000 (kg)	500 (EUR /kg)	0.006-0.02 (EUR /kg)	-	349 (gCO ₂ eq/kg)	0.3-3	4/1
 Distribution (Station service)	20-1300 (kg/d)	410-1480 (kEUR)	0.15-0.39 (EUR /kg)	52.4-56.4 (kWh/kg)	-	-	4/1
 Transport (Camion)	670 (kg)	746 (EUR /kg)	En fonction de la distance	-	63 (gCO ₂ eq/kg)	En fonction du trajet	1/1
 Coût d'électricité (PV-Wind)					0,016-0,035 (€/kWh)		

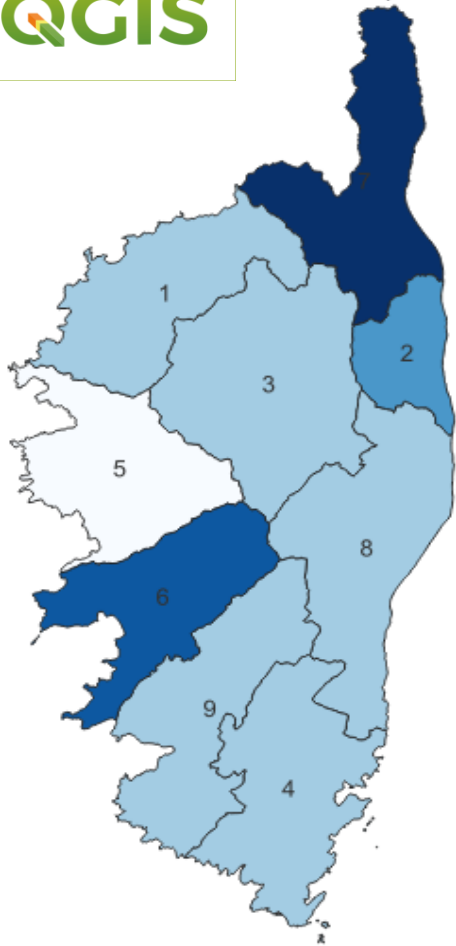
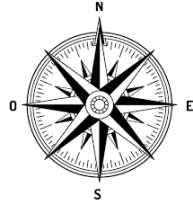


Données d'entrée : Evaluation de la demande d'hydrogène

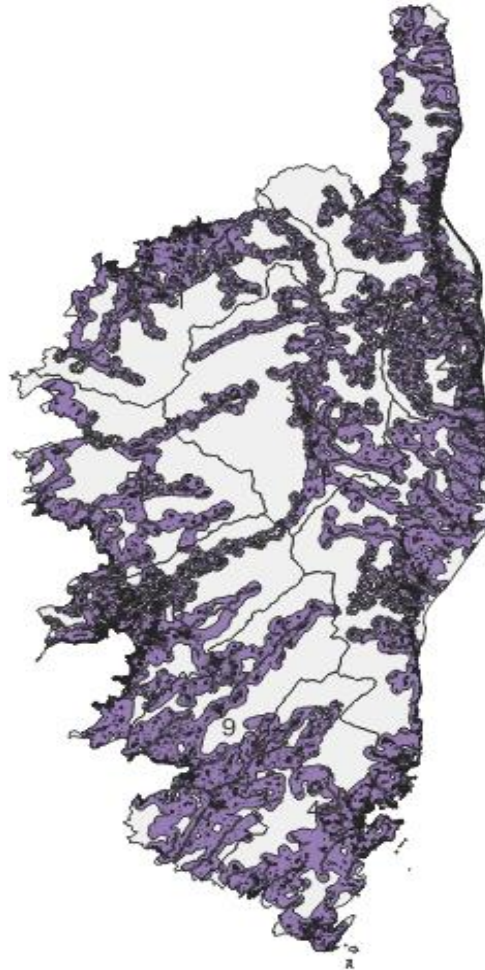
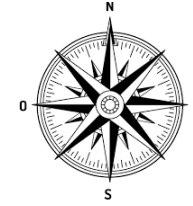


Données d'entrée : approche géo spatiale

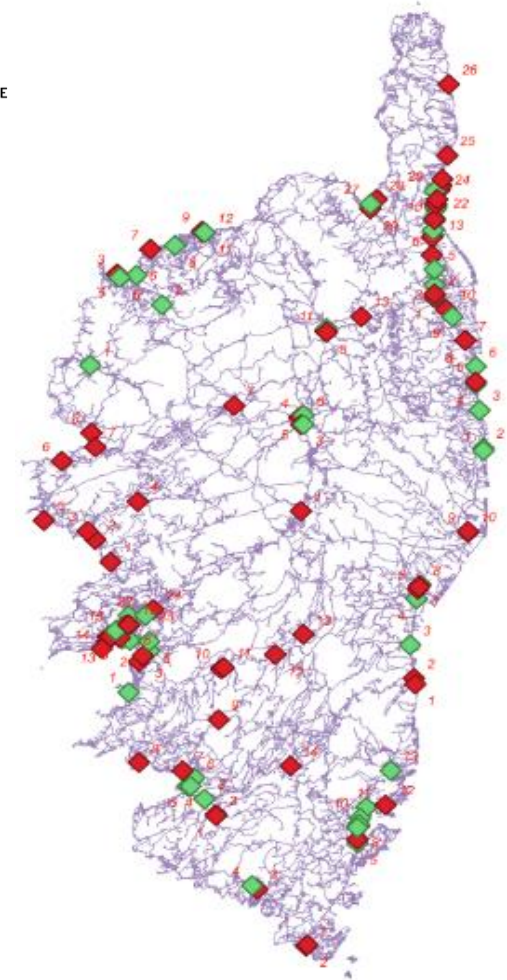
QGIS



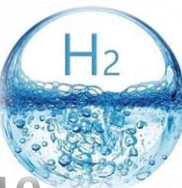
Distribution de la demande
par zone
(Densité touristique et des résidents)



Identification des potentiels zones
implantations
Des unités de production



Identification des station
services hydrogène



Résultats : valeurs des paramètres clés

Objectif : Coût

Coût moyen (k€/kg)	LCOH(€/kg)	Taux de risque	Taux d'impact GES (gCO ₂ e/kWh)
61,4	6,14	80	40,45

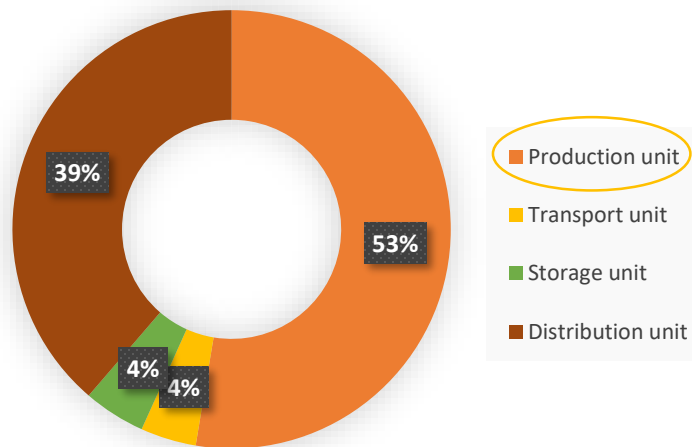
Objectif : Emission de GES

Coût moyen (k€/kg)	LCOH(€/kg)	Taux de risque	Taux d'impact GES (gCO ₂ e/kWh)
475,3	43,4	208	33,82

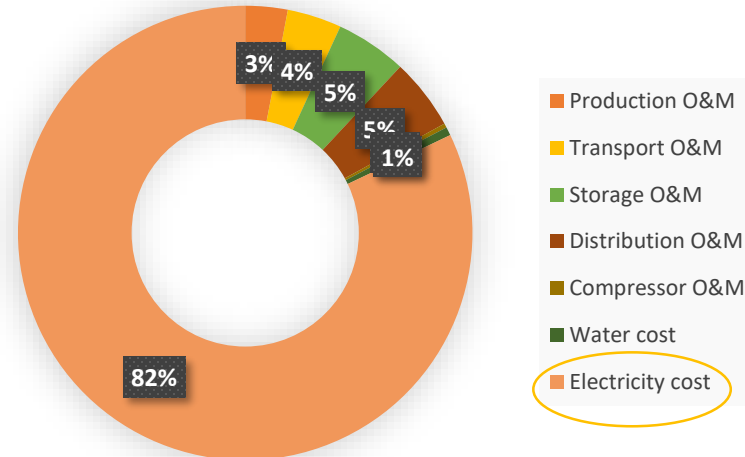
Objectif : Indice de risque

Coût moyen (€/kg)	LCOH (€/kg)	Taux de risque	Taux d'impact GES (gCO ₂ e/kWh)
2024,5	138	40	101,18

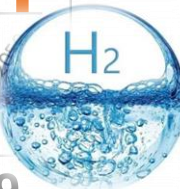
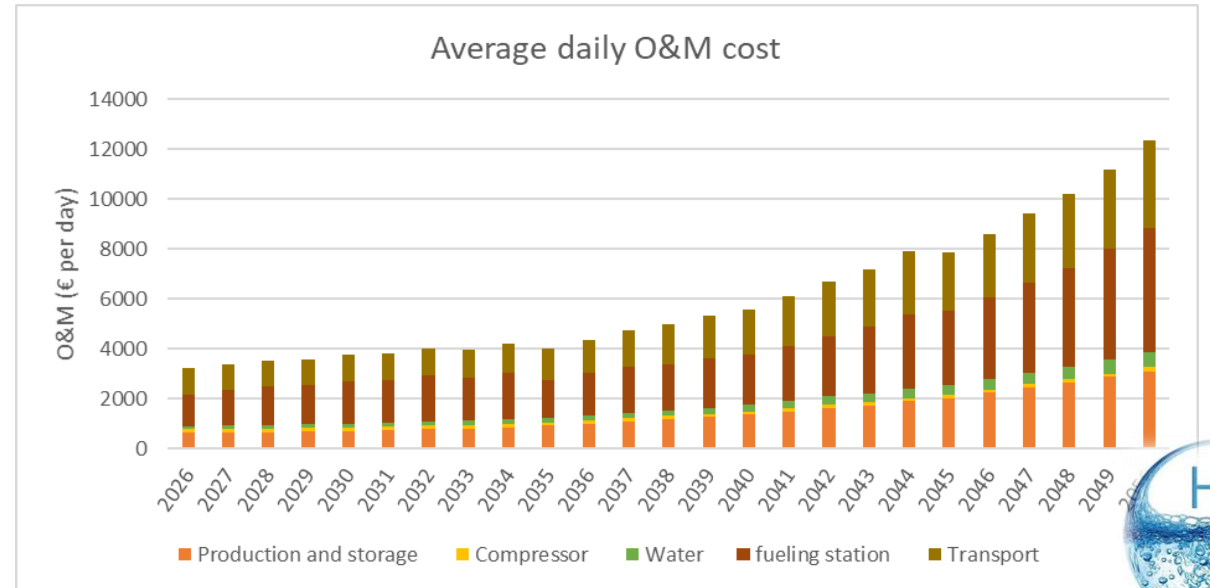
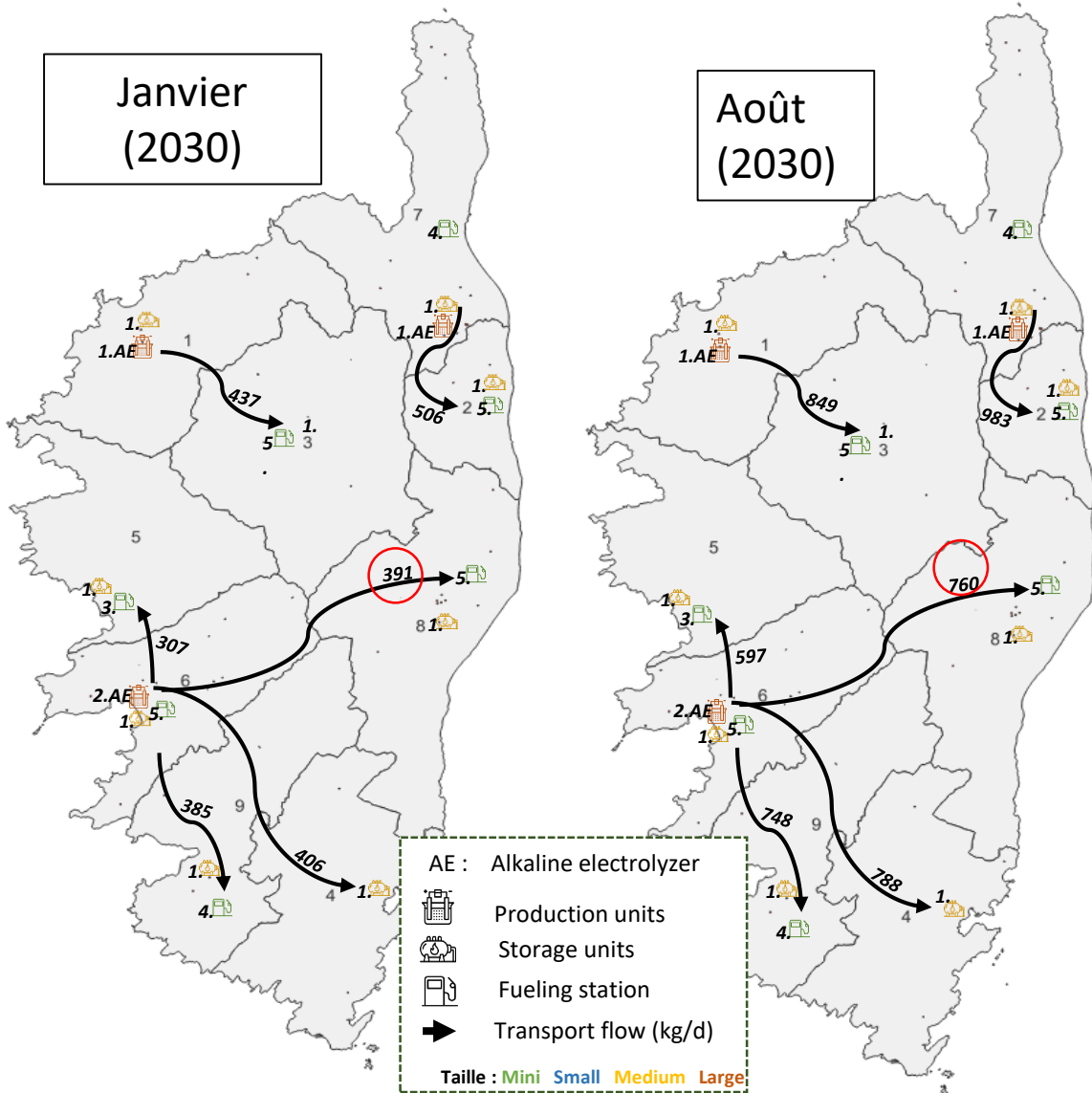
Facility Investment Cost



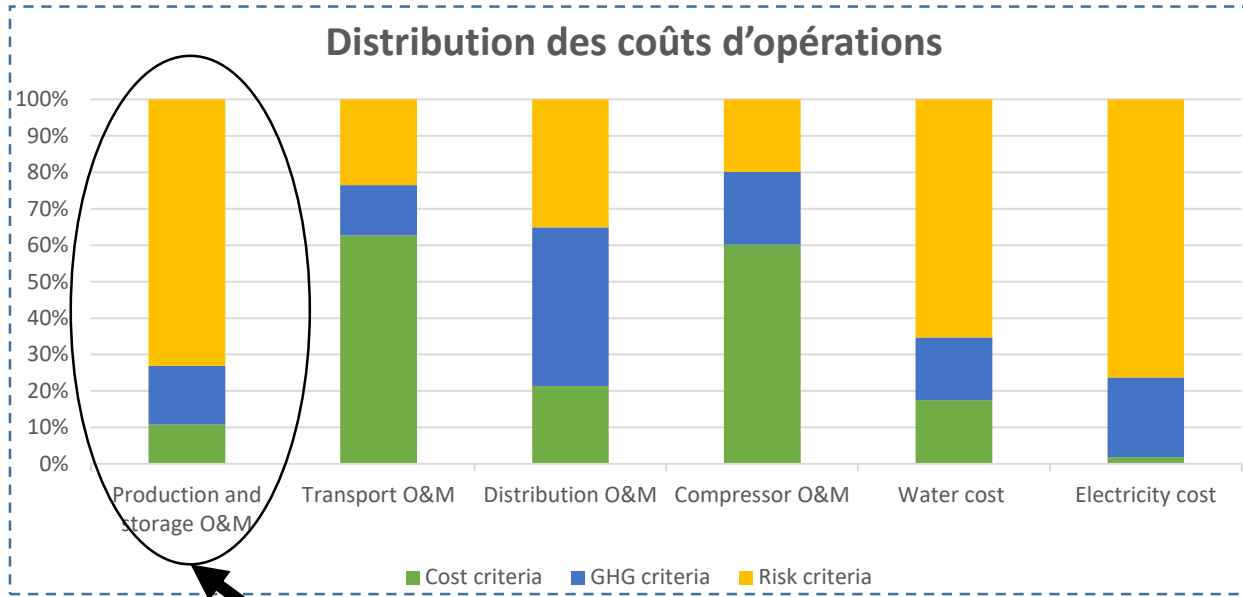
Maintenance and Operating Cost



Résultat: configuration optimale évolutive à long terme

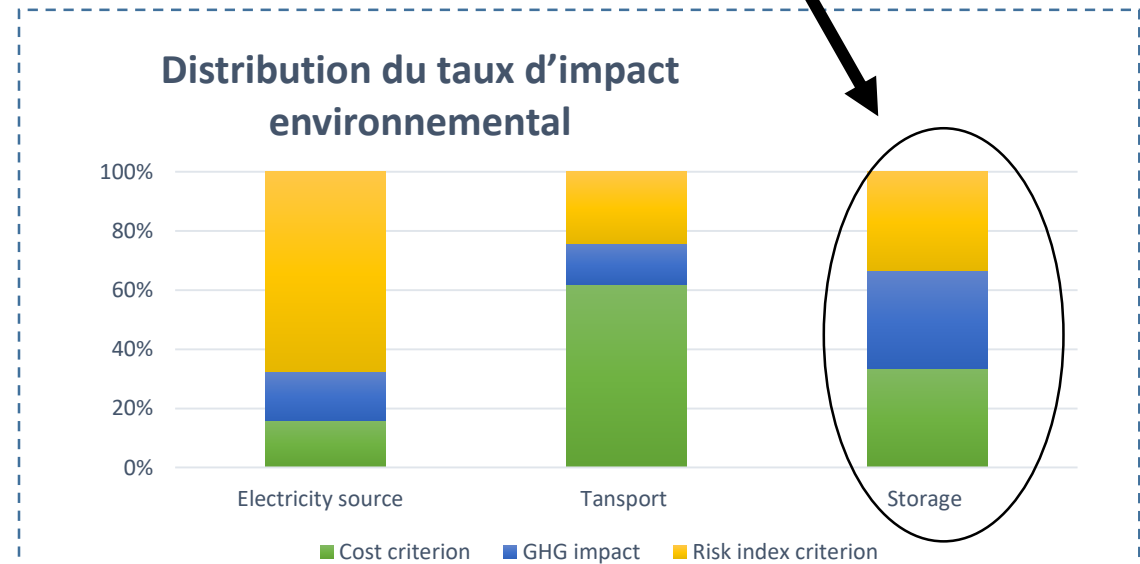


Résultat: Comparaison des fonctions objectives



Les émissions de CO₂e sont quasiment identiques pour les systèmes de stockage dans toutes les configurations optimales

L'investissement au niveau des systèmes de production est le plus important lorsque la configuration à un taux de risque minimum



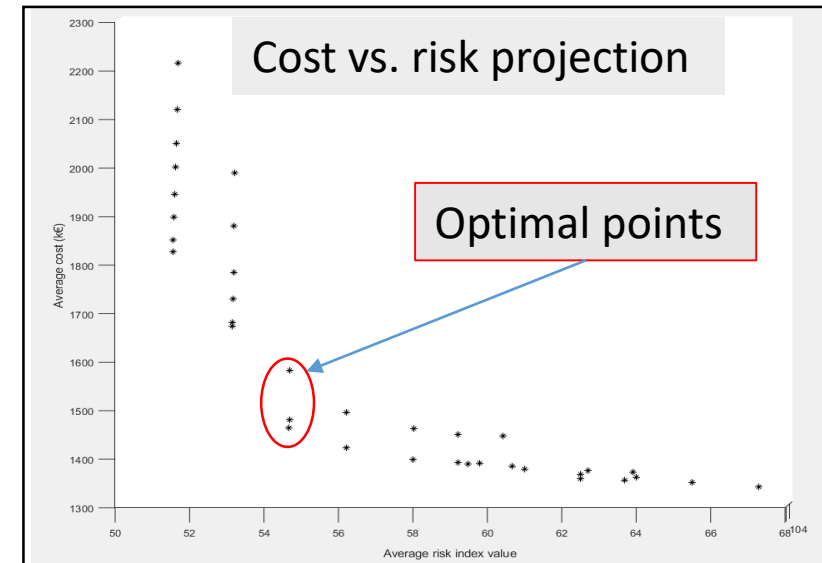
Conclusion et perspectives

- ❑ Le **coût de production actualisé** peut atteindre **6 €/kg**
- ❑ Le **coût des sources d'énergies** est le facteur le **plus impactant** dans une chaîne hydrogène
- ❑ Le secteur du **transport** est le secteur qui émet le plus **d'émission de GES** dans cette étude
- ❑ Ce model peut servir aux **autorités locales des territoires isolés** à mettre en place des systèmes logistiques d'hydrogène

❖ Ce model peut être développé en **ajoutant des nouvelles fonctionnalités** comme le **soutien réseau** et **l'application industrielle**

❖ **Nouvelle méthode d'analyse de risque**

❖ **Optimisation multi-objectifs**





LABORATOIRE
SCIENCES POUR
L'ENVIRONNEMENT
UMR 6134 SPE



Association pour la Promotion
Scientifique de l'Afrique

MERCI POUR VOTRE ATTENTION.. !

Tchougoune MOUSTAPHA MAI

*moustapha-mai_m@univ-corse.fr**



Paris, 05/12/2022