

# Étude sur les infrastructures hydrogène en région Auvergne-Rhône-Alpes

**Flexibilité des électrolyseurs au service du système  
électrique : enjeux de développement des  
infrastructures de transport et de stockage  
d'hydrogène en Auvergne-Rhône-Alpes**

16 septembre 2025

# Règles de bon fonctionnement



**Ce webinaire est enregistré.** En participant à ce webinaire, vous consentez à cet enregistrement et à sa potentielle diffusion.



**Microphones et caméras coupés durant la présentation**



**Posez vos questions dans la rubrique Q&R : précisez dans la question « NOM Prénom, entité, question ».**



**Les questions n'ayant pas fait l'objet de réponses écrites ou orales et ne trouvant pas réponses dans le rapport complet de l'étude pourront faire l'objet d'échanges plus approfondis via les emails partagés en fin de présentation**

# Introduction par Christophe Geourjon



Président de la Commission économie,  
relocalisations, numérique et préférence  
régionale de la Région Auvergne-Rhône-Alpes



# Avertissements

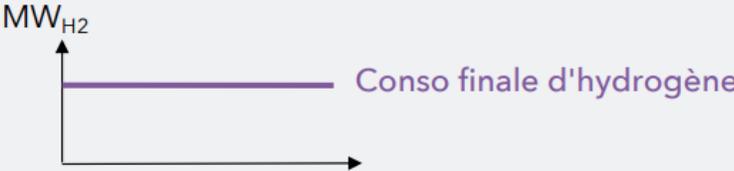
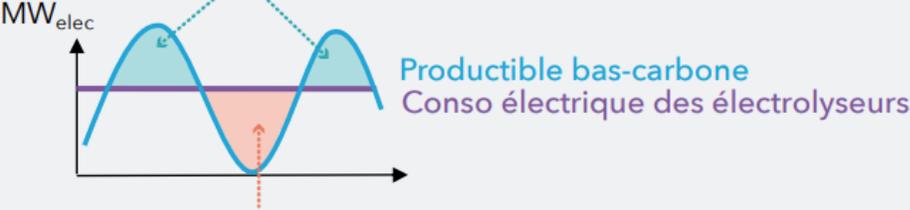
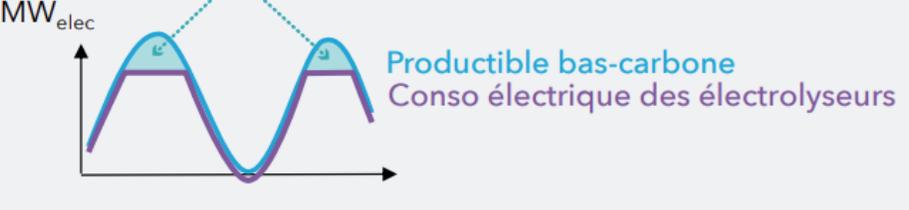
- Cette étude est un exercice de **prospective** et non de planification territoriale, même si les analyses visent à alimenter les réflexions de celle-ci.
- L'ensemble des coûts affichés ne sont **pas des tarifs ou des prix de prestations**, ils dépendent des spécificités des projets (coût des électrolyseurs, de développement du réseau hydrogène, du point de raccordement au réseau électrique, ...).
- Des sensibilités économiques à certains paramètres ont déjà été analysées dans le chapitre dédié à l'hydrogène du Bilan prévisionnel 2023 de RTE. **Cette étude propose des analyses de sensibilité à la localisation des projets et à la mutualisation des infrastructures hydrogène.**

# Conclusions de la précédente étude conjointe RTE-NaTran (Juillet 2023)





# La flexibilité opérationnelle des électrolyseurs permet d'optimiser le fonctionnement du système électrique

	<b>SYSTÈME HYDROGÈNE « NON FLEXIBLE »</b> Approvisionnement asservi à la demande	<b>SYSTÈME HYDROGÈNE « FLEXIBLE »</b> Approvisionnement asservi aux besoins du système électrique
Consommation d'hydrogène		
Production d'hydrogène	<p><b>Productible bas-carbone non valorisé</b></p>  <p><b>Fonctionnement concomitant des électrolyseurs et centrales au gaz</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Moins bonne performance énergétique</li><li>• Capacité de production d'électricité installée + importante</li></ul>	<p><b>Productible bas-carbone non valorisé plus faible</b></p>  <p><b>Pas de fonctionnement des électrolyseurs et centrales au gaz</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Meilleure performance énergétique</li><li>• Capacité d'électrolyse installée + importante</li><li>• Infrastructure hydrogène réseau et stockage</li></ul>



# La flexibilité permet des bénéfices nets substantiels malgré les investissements nécessaires pour la mettre en œuvre



L'étude conjointe RTE & Natran (2023) montre un **bénéfice net de la flexibilité de 1,5 Mds€/an** pour le système énergétique à horizon 2050.

Ce bénéfice pour la collectivité est tiré **par les gains sur le fonctionnement du système électrique** (disponibilité d'électricité renouvelable abondante ou à faibles coûts variables, réduction de la pointe...) **dépassant les investissements d'infrastructures nécessaires** (développement du réseau et des stockages d'hydrogène) **permettant la valorisation de cette flexibilité.**

La planification du développement des infrastructures d'hydrogène et d'électricité nécessite des analyses complémentaires.

# Objectifs et enjeux de l'étude en Auvergne-Rhône-Alpes





La région joue un rôle clef dans la stratégie nationale H<sub>2</sub> avec un potentiel de stockage important, une activité industrielle soutenue et un positionnement géographique intéressant sur le futur backbone hydrogène



Cartographie accompagnant les communications de la DGEC concernant la stratégie nationale hydrogène



La région joue un rôle clef dans la stratégie nationale H<sub>2</sub> avec un potentiel de stockage important, une activité industrielle soutenue et un positionnement géographique intéressant sur le futur backbone hydrogène



>> Lors de la consultation publique du Schéma Décennal de Développement du Réseau (SDDR) de RTE, au 1er semestre 2024, le **volume cumulé annoncé des seuls projets d'hydrogène sur la région** s'élevait à plus de **500MW d'ici 2030**, très majoritairement répartis dans les **zones prioritaires de raccordement déjà identifiées**



# RTE identifie 2 zones en Auvergne-Rhône-Alpes qui pourraient faire l'objet de travaux prioritaires pour accompagner l'accélération des besoins industriels en électricité

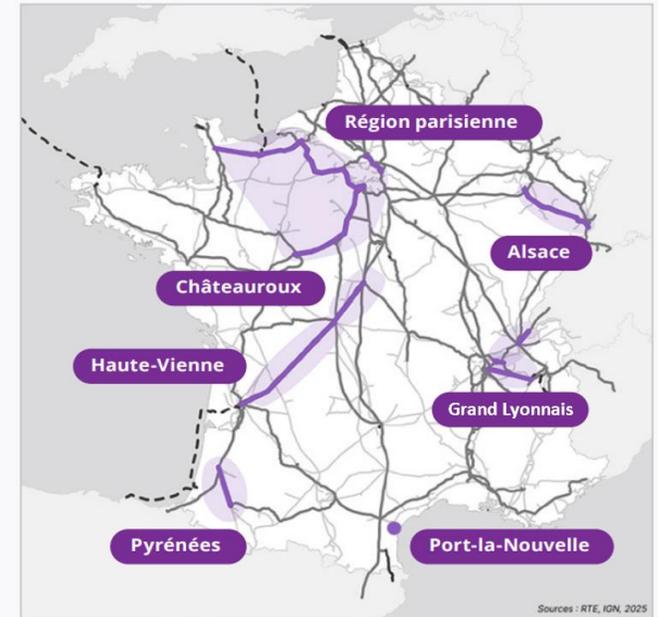
**3 zones Priorité 1** (à partir de fin 2028)    **7 zones Priorité 2** (à partir de fin 2029)



## Zone de la Vallée de la Chimie (priorité 2) :

études en cours pour l'éventuelle création du poste électrique mutualisé "Rhôna" (350 MW), sous réserve d'engagement des industriels

**7 zones Priorité 3** (à partir de fin 2030)  
Identifiées à ce stade



La région Auvergne-Rhône-Alpes se trouve ainsi au cœur d'enjeux stratégiques en matière de compétitivité et d'optimisation des systèmes énergétiques



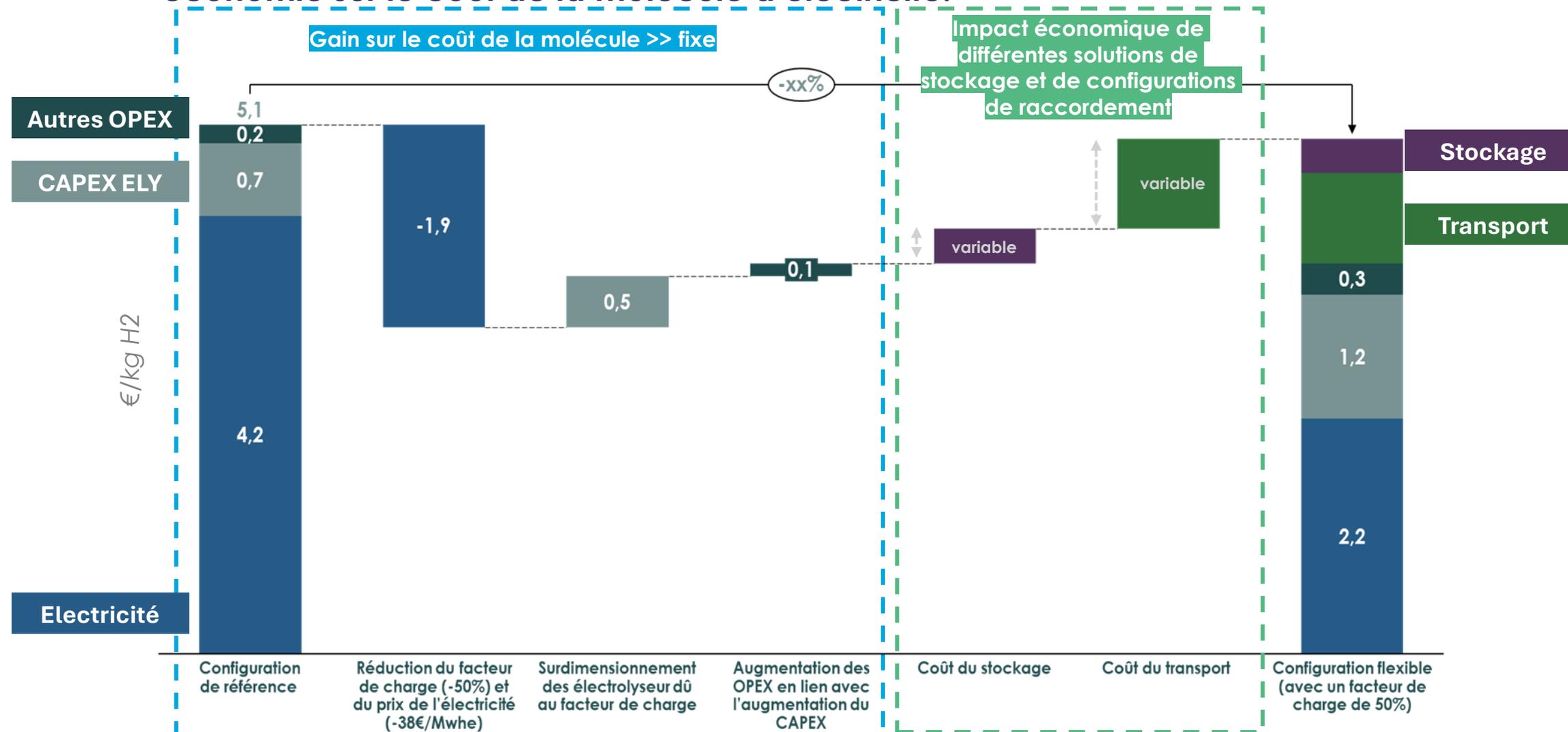
Une étude prospective à visée économique, réalisée dans des configurations spécifiques à la région Auvergne-Rhône-Alpes, qui ne se substitue pas à la planification territoriale.



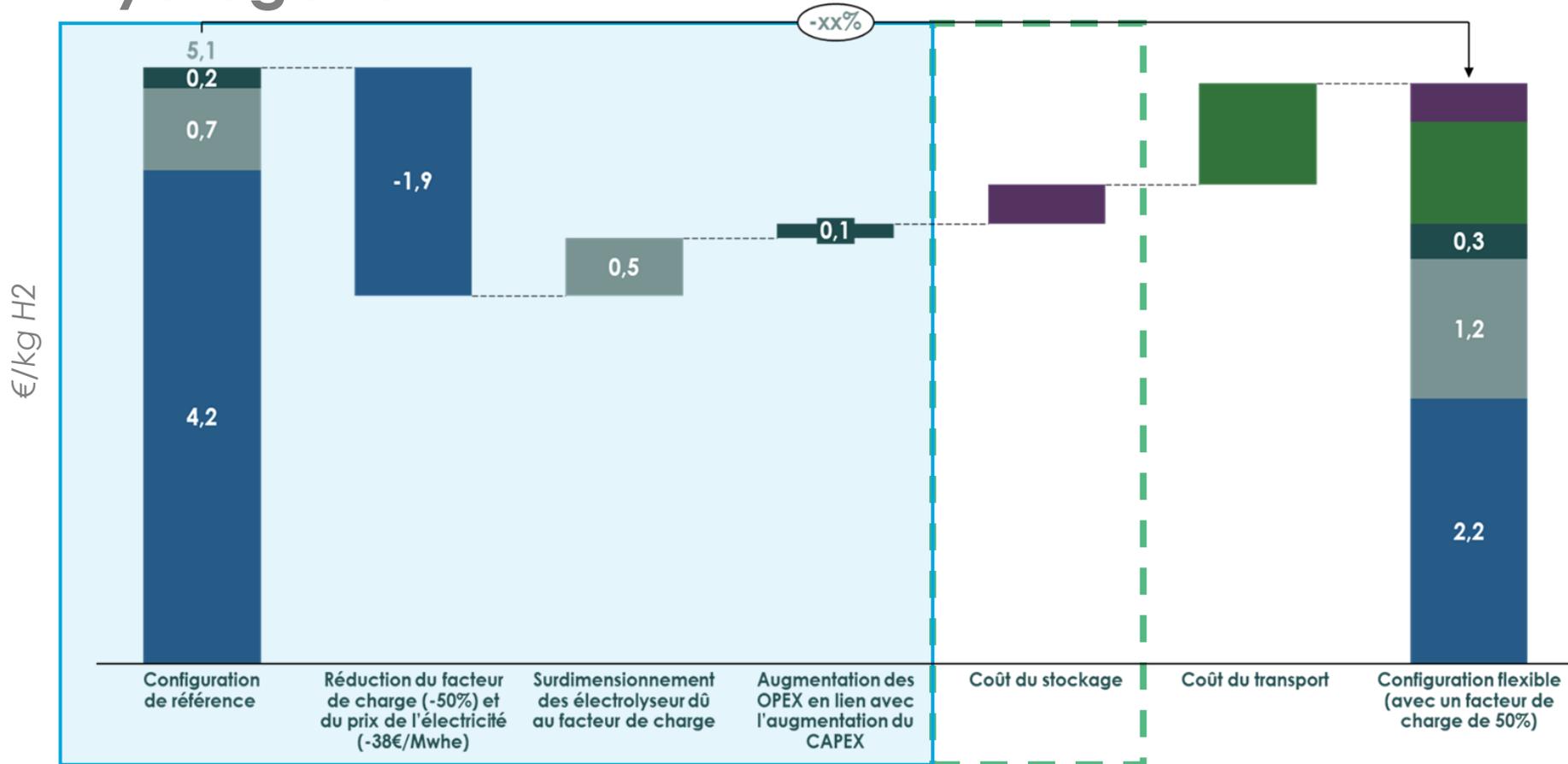
- Cette **étude à caractère prospectif** vise à **éclairer les choix de développement des infrastructures de transport et de stockage d'hydrogène** en lien avec l'essor de l'électrolyse dans la région. **Elle alimente mais ne se substitue pas à la planification territoriale.**
- En première partie, **l'étude compare la pertinence économique des différentes solutions de stockages pour le système hydrogène régional** : les batteries, le stockage de surface et le stockage souterrain, pour différentes exigences de continuité d'approvisionnement.
- Dans un second temps, **l'analyse évalue l'impact économique de différentes configurations de raccordements** des projets d'électrolyse au stockage d'hydrogène en cavité saline d'Étrez (Ain), dans des configurations spécifiques à la région Auvergne-Rhône-Alpes.



Cette étude propose des analyses de sensibilités économiques qui portent sur les infrastructures de transport et de stockage d'hydrogène : elles permettent de produire de manière flexible et de bénéficier d'une économie sur le coût de la molécule d'électricité.

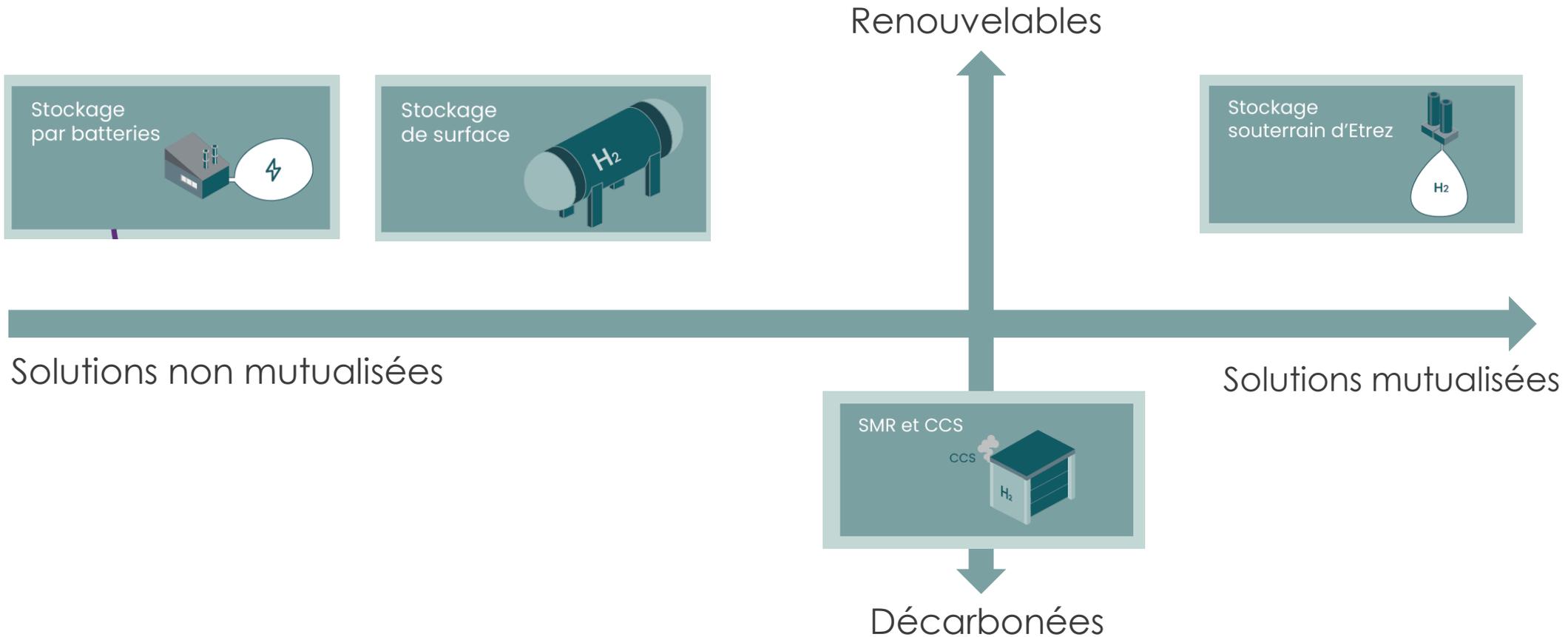


# Analyse des solutions techniques adaptées à différentes configurations de continuité d'approvisionnement en hydrogène





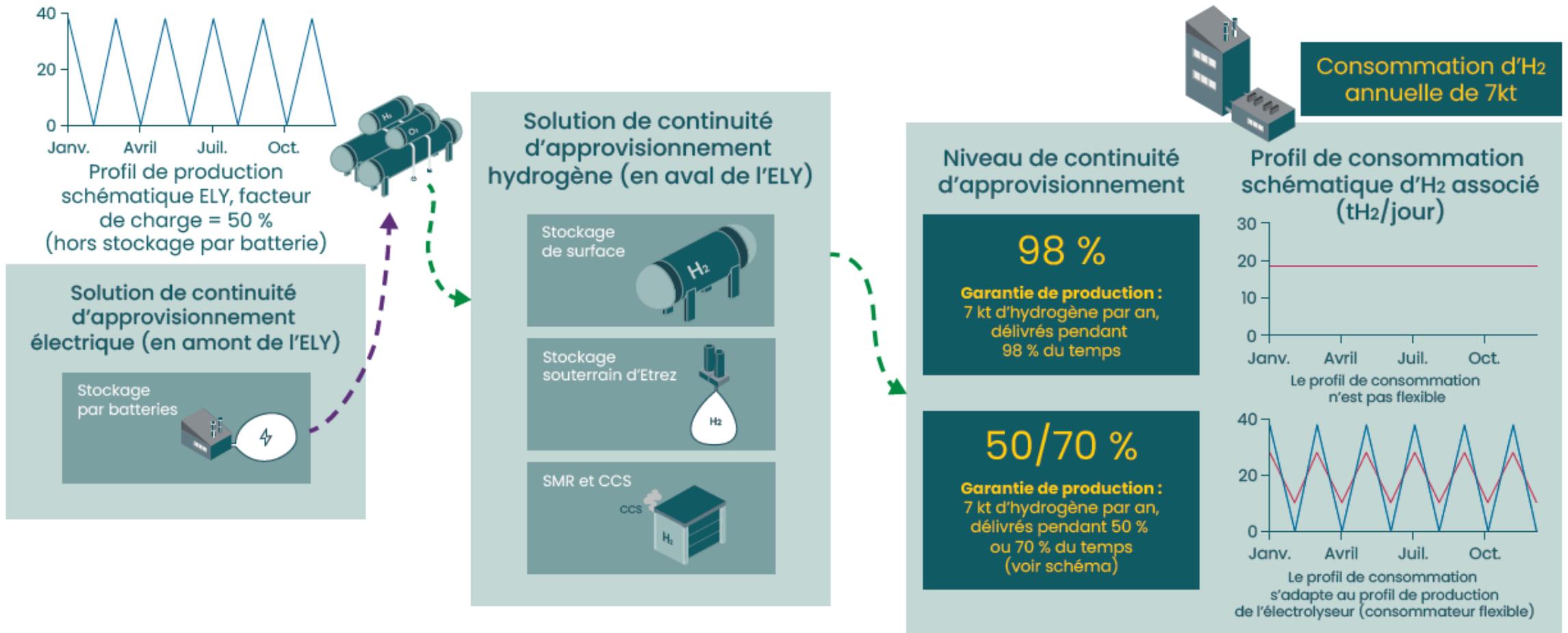
# Les différentes solutions de flexibilité n'offrent pas des services équivalents



Pour évaluer la capacité à rendre un service de continuité d'approvisionnement équivalent, plusieurs impacts sont calculés : LCOS et impact foncier



# Plusieurs solutions de flexibilité ont été analysées pour trois configurations de continuité d'approvisionnement



---> Transport par canalisation

---> Raccordement électrique

— Production électrolytique journalière

— Consommation journalière en %



# Le volume de stockage nécessaire croît avec le niveau de continuité d'approvisionnement

Niveau de continuité d'approvisionnement pour le client final		50%	70%	98%
Stockage d'énergie électrique	Batterie	143 MWh	1 240 MWh	45 000 MWh
	Stockage de surface	70 MWh H2 / 2,1 tH2	620 MWh H2 / 18,6 tH2	27 300 MWh H2 / 819,1 tH2
Stockage d'hydrogène	Stockage souterrain d'H2 (UHS)	68 MWh H2 / 2 tH2	600 MWh H2 / 18 tH2	26 500 MWh H2 / 795,1 tH2



# L'utilisation de solutions individuelles génère un surcoût pouvant atteindre 65€/kgH<sub>2</sub> par rapport au stockage souterrain mutualisé d'H<sub>2</sub> (UHS) pour des niveaux de continuité d'approvisionnement élevé



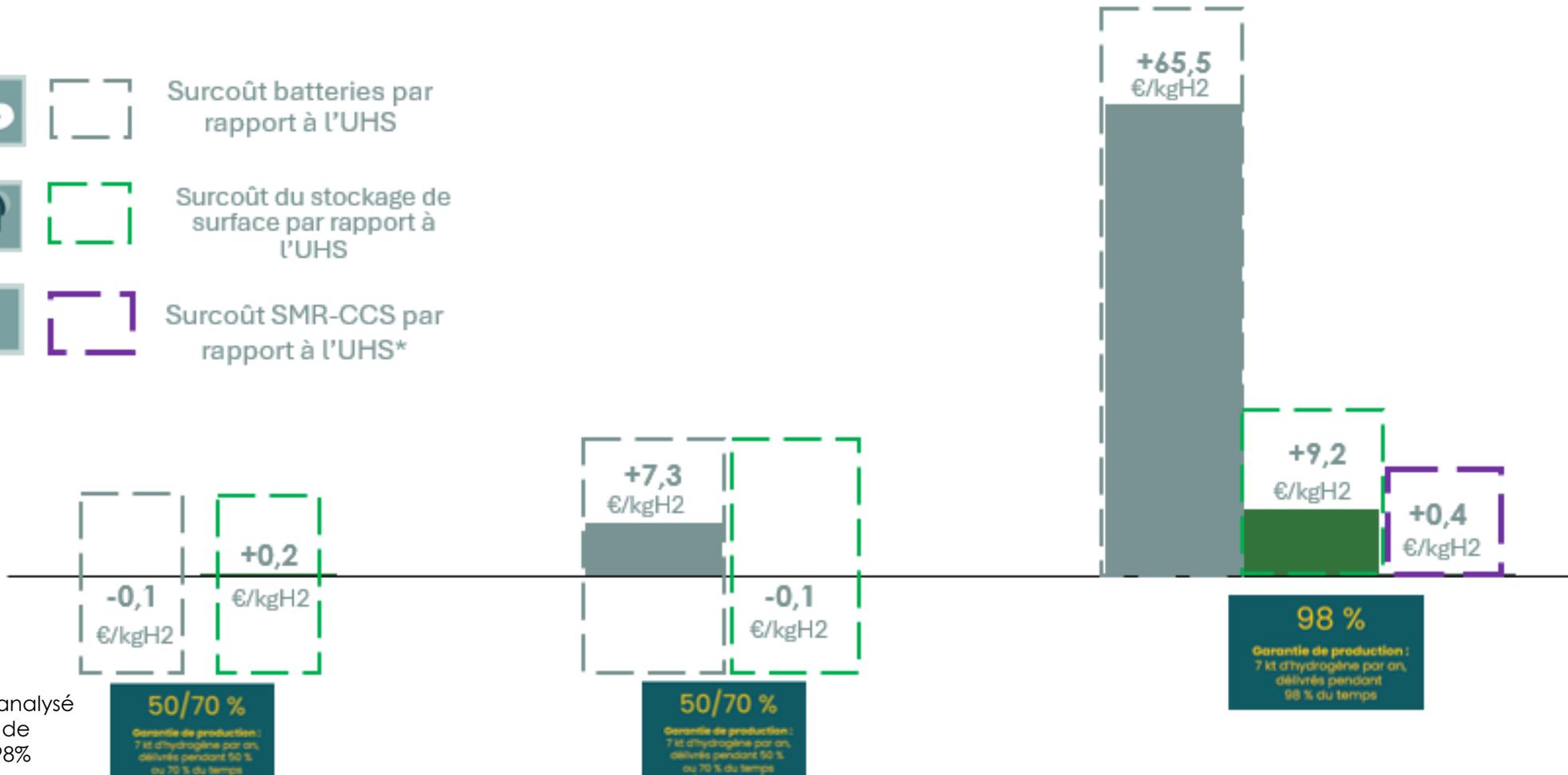
Surcoût batteries par rapport à l'UHS



Surcoût du stockage de surface par rapport à l'UHS



Surcoût SMR-CCS par rapport à l'UHS\*



\* Uniquement analysé pour le niveau de continuité de 98%



# Les solutions non mutualisées ont un impact foncier significatif pour les projets d'électrolyse

Niveau de continuité d'approvisionnement pour le client final	50%	70%	98%
Batterie	430 m <sup>2</sup>	3 720 m <sup>2</sup>	135 000 m <sup>2</sup>
Stockage de surface	140 m <sup>2</sup>	1 330 m <sup>2</sup>	54 660 m <sup>2</sup>

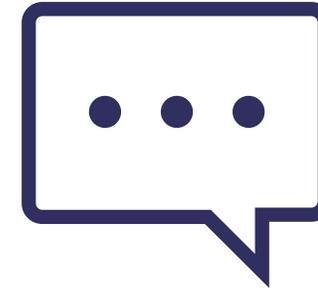


## Conclusions de la première partie

- Le stockage souterrain d'H<sub>2</sub> mutualisé est la solution la plus pertinente pour **assurer un niveau de continuité d'approvisionnement élevé pour le client final**.
- Le stockage souterrain d'H<sub>2</sub> est aussi une solution pour permettre **une montée en charge progressive** de la part d'H<sub>2</sub> électrolytique dans le mix du client final.
- En complément de l'impact économique, les solutions non mutualisées comme les **batteries ou les stockages de surface vont ajouter un impact foncier** supplémentaire aux projets d'électrolyse.
- A partir de 70% de continuité d'approvisionnement, les sites avec des solutions individuelles de stockage vont nécessiter un régime SEVESO pour le site de production d'H<sub>2</sub>\*.

\* Seuil SEVESO bas :  $\geq 5$  tonnes d'H<sub>2</sub>

# Questions & Réponses



## A vous la parole !

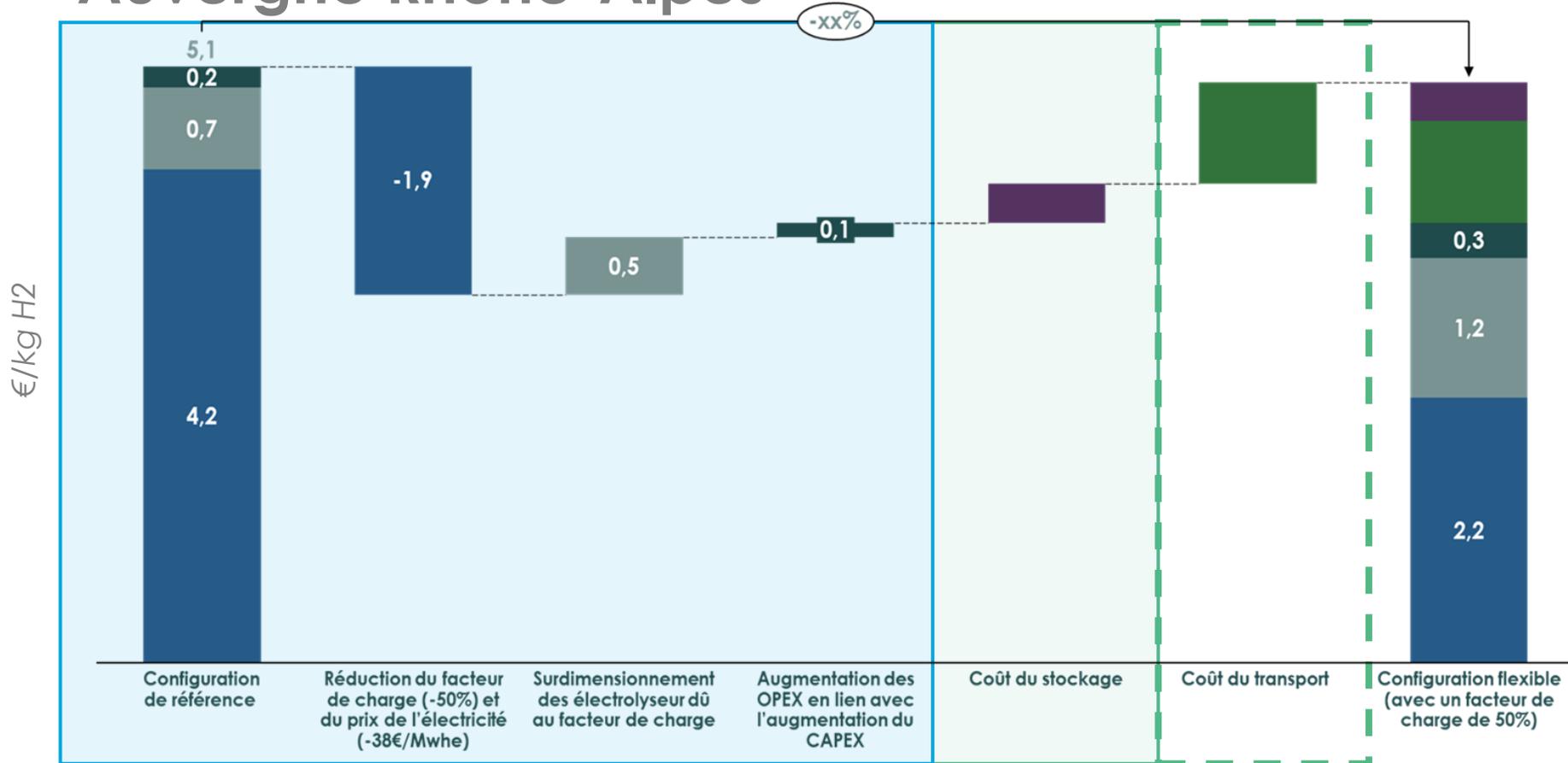


Posez vos questions dans la rubrique Q&R : précisez dans la question « NOM Prénom, entité, votre question ».



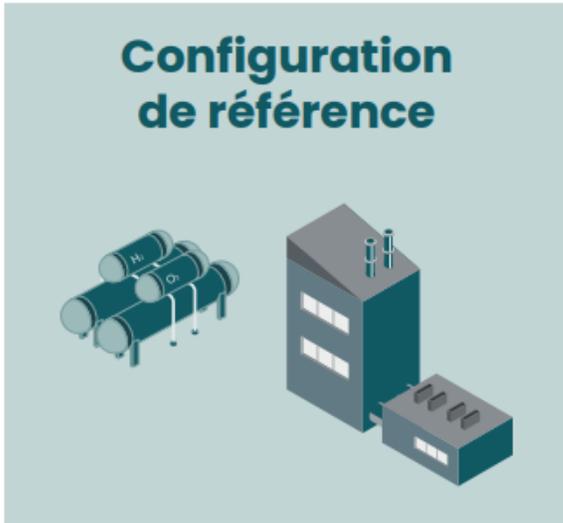
Les questions n'ayant pas fait l'objet de réponses écrites ou orales et ne trouvant pas réponses dans le rapport complet de l'étude pourront faire l'objet d'échanges plus approfondis via les emails partagés en fin de présentation

# Analyse prospective des configurations favorables à un fonctionnement flexible des électrolyseurs en région Auvergne Rhône-Alpes





# Les différentes configurations analysées



Stockage en cavité d'Etrez



Electrolyseur (en bande dans la configuration de référence et flexible dans les autres configurations)

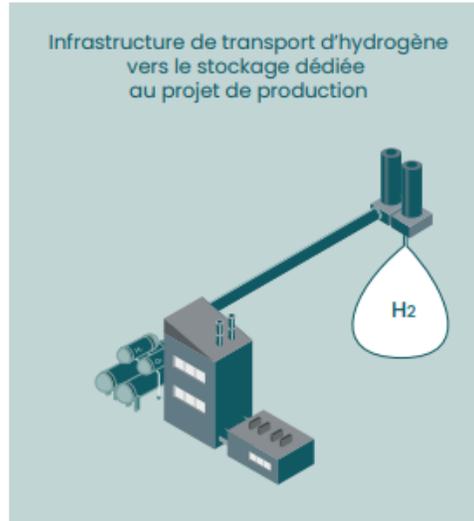
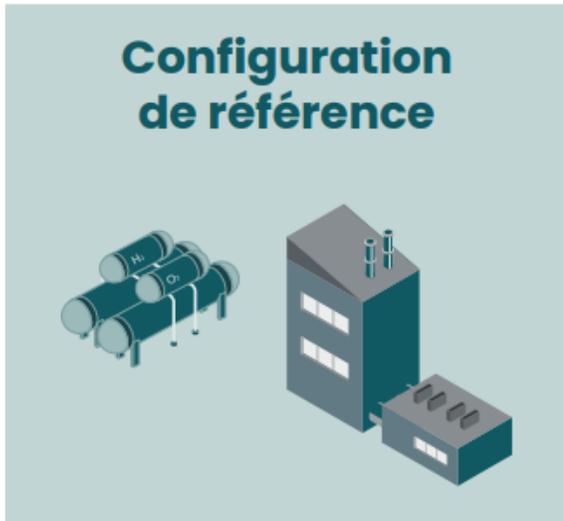


Client consommateur

 Canalisation H<sub>2</sub>



# Les différentes configurations analysées



Stockage en cavité d'Etrez



Electrolyseur (en bande dans la configuration de référence et flexible dans les autres configurations)

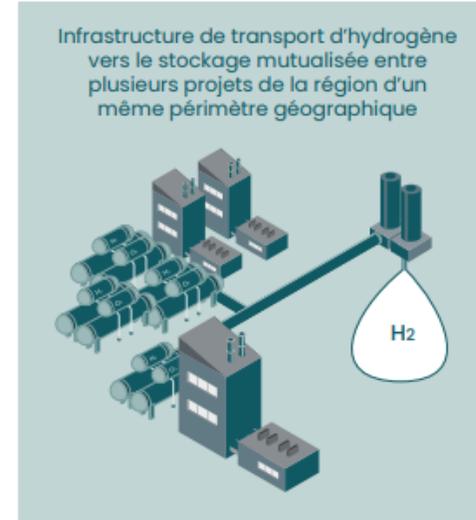
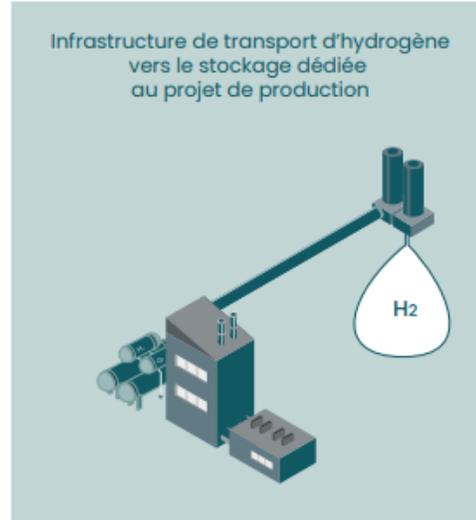
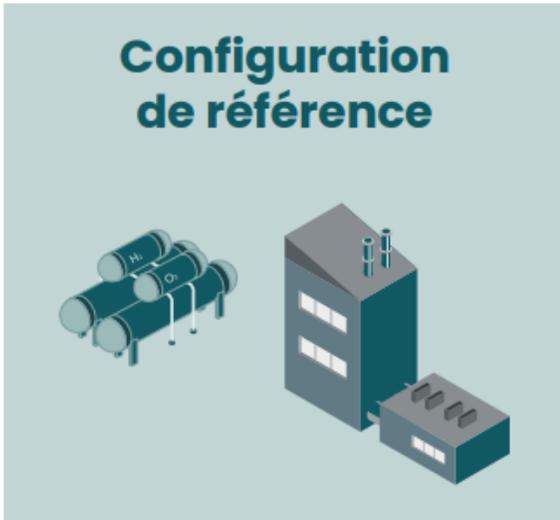


Client consommateur

Canalisation H<sub>2</sub>



# Les différentes configurations analysées



Stockage en cavité d'Etrez



Electrolyseur (en bande dans la configuration de référence et flexible dans les autres configurations)



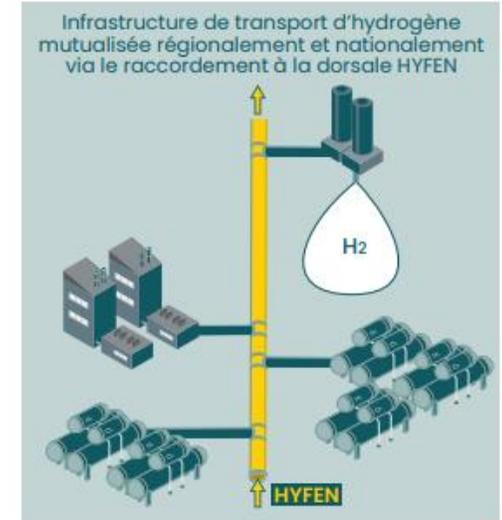
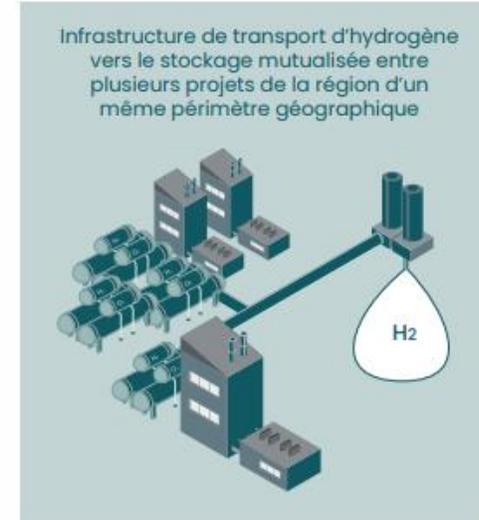
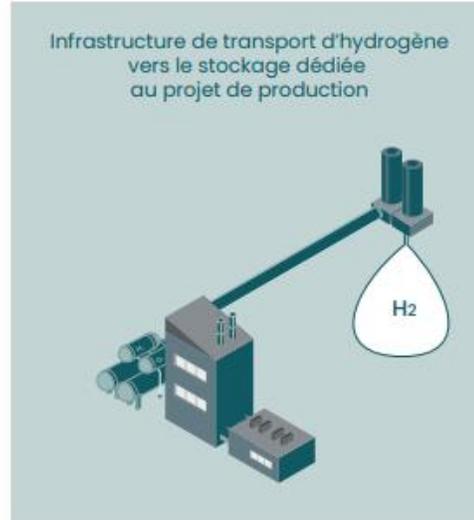
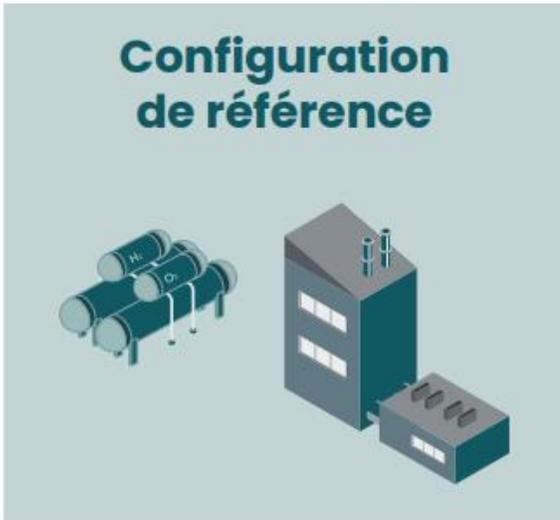
Client consommateur



Canalisation H2



# Les différentes configurations analysées



Stockage en cavité d'Etrez



Electrolyseur (en bande dans la configuration de référence et flexible dans les autres configurations)



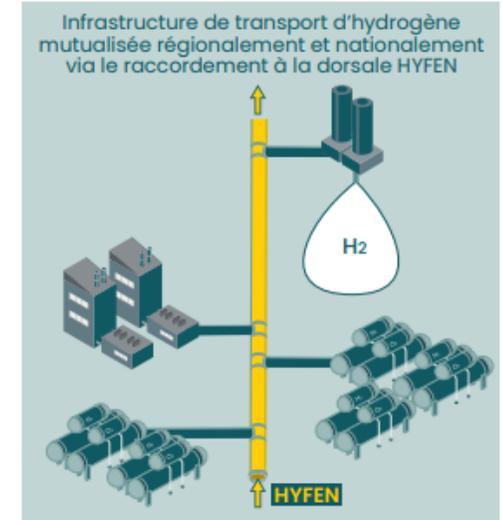
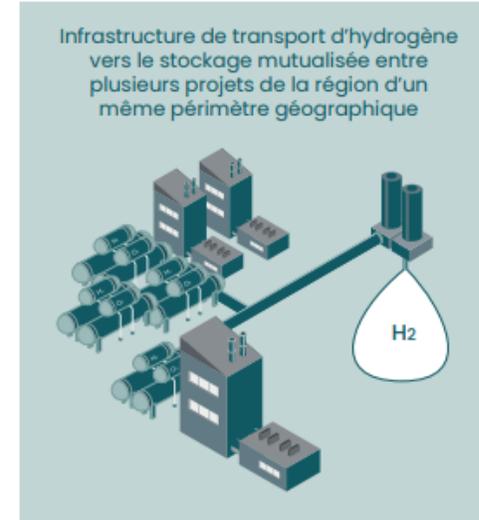
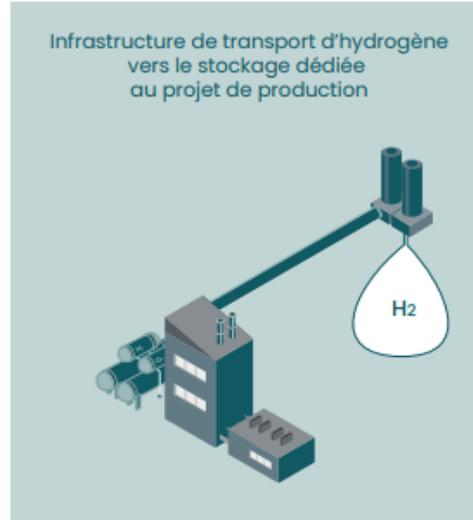
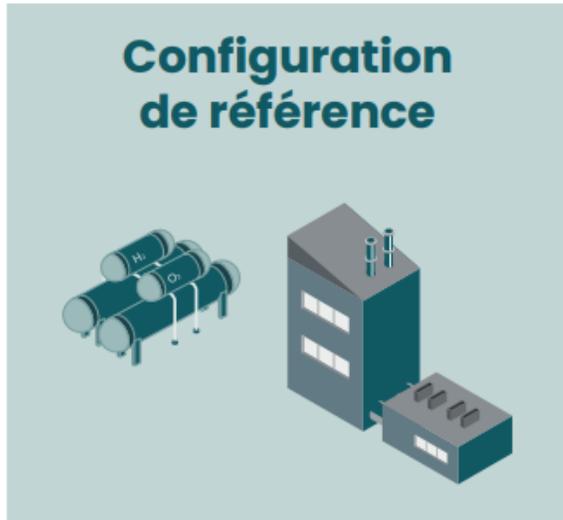
Client consommateur

Canalisation H<sub>2</sub>



# Les différentes configurations analysées

## Sensibilités sur le niveau de mutualisation des infrastructures de transport d'H<sub>2</sub>



Stockage en cavité d'Etrez



Electrolyseur (en bande dans la configuration de référence et flexible dans les autres configurations)

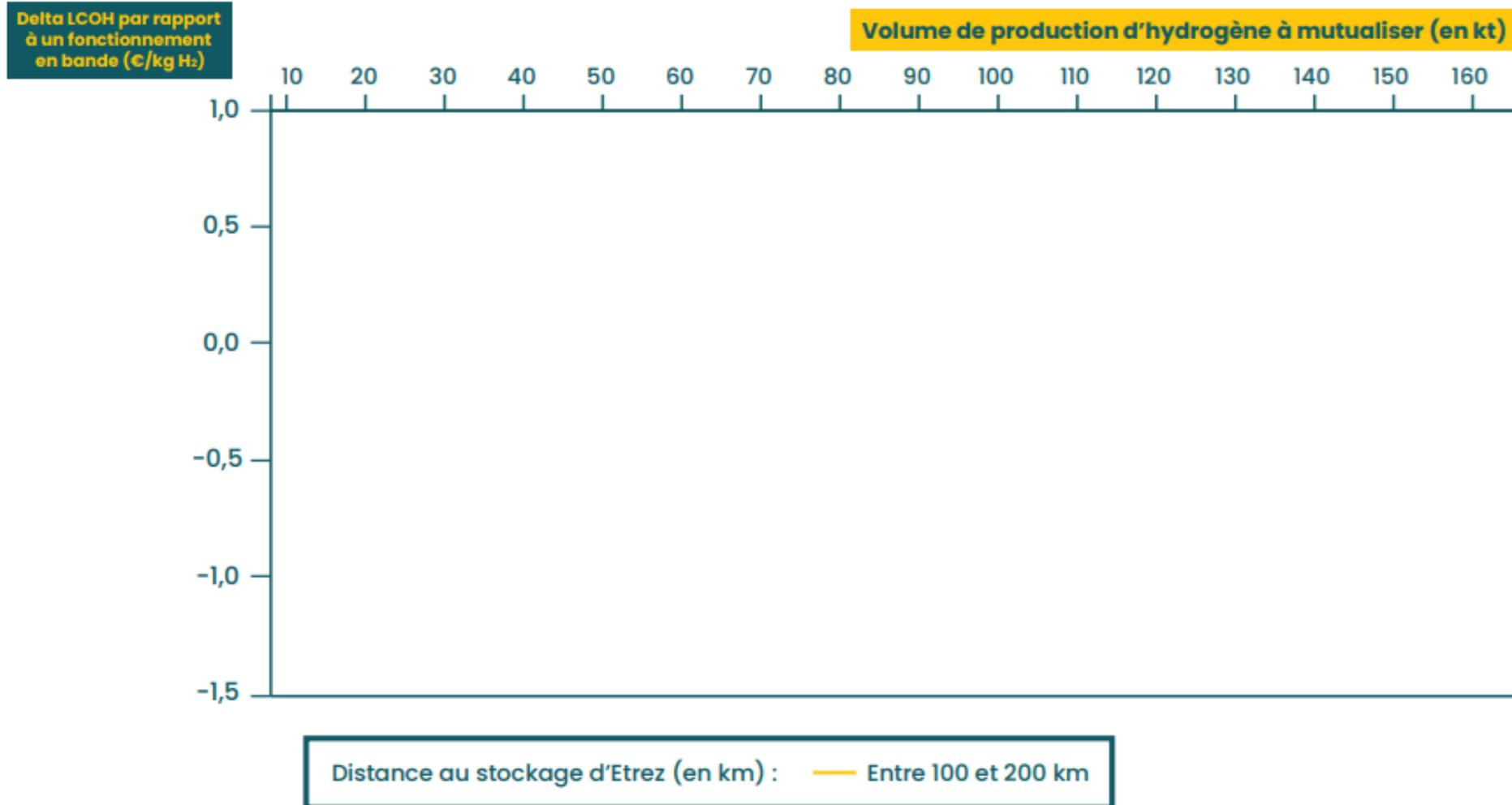


Client consommateur

Canalisation H<sub>2</sub>

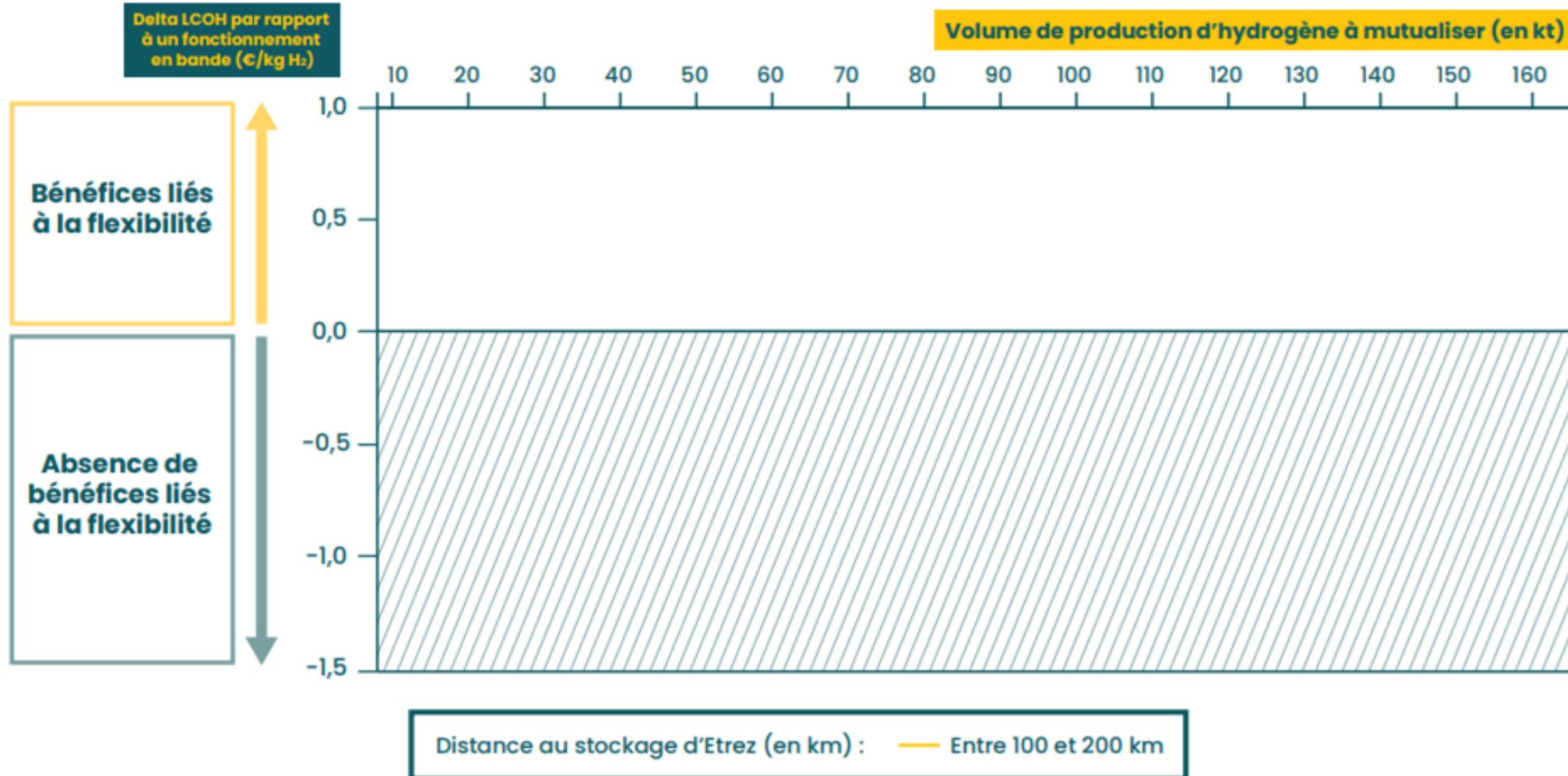


La flexibilisation des projets de production d'hydrogène par électrolyse peut générer une économie allant jusqu'à 0,9 €/kgH<sub>2</sub>, soit ~18 % du coût complet de production pour un électrolyseur fonctionnant en base.



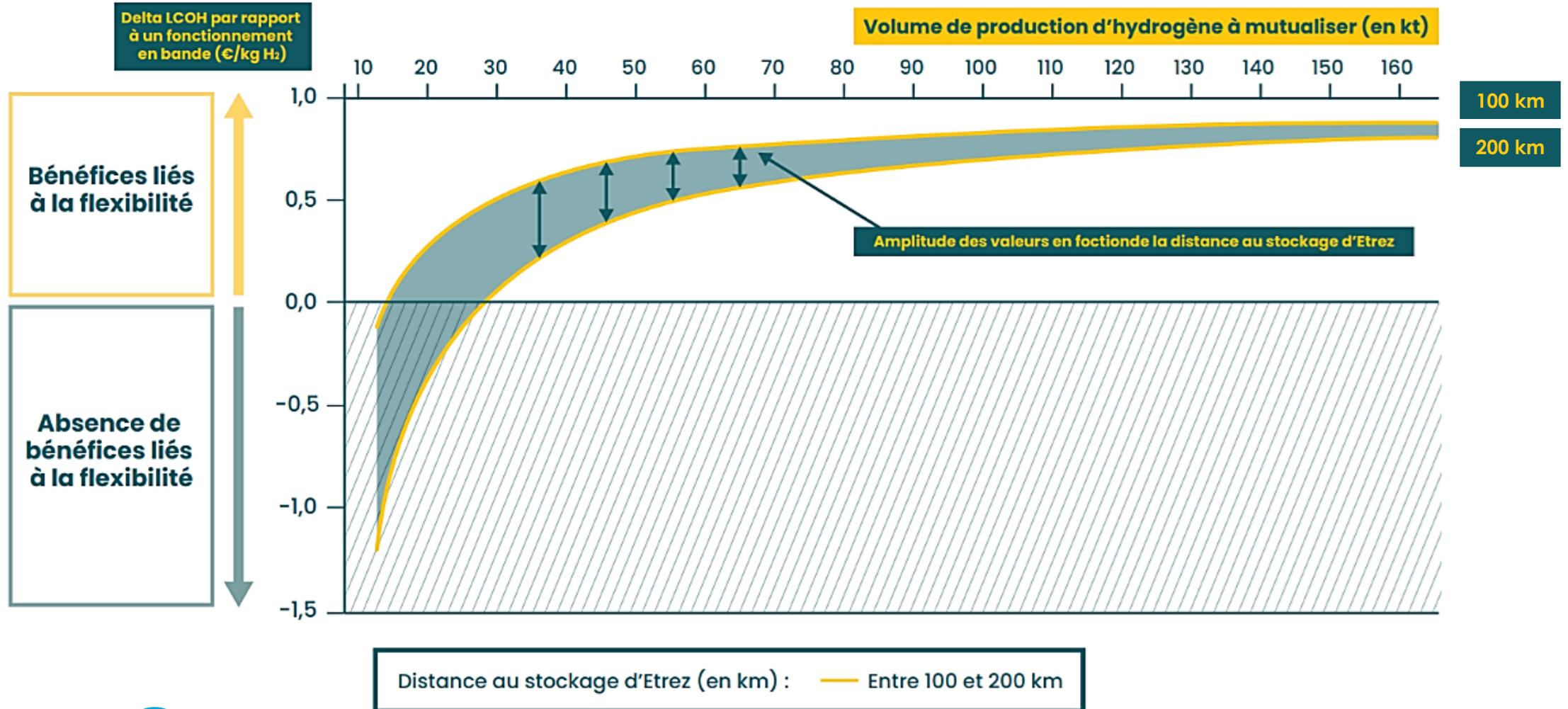


La flexibilisation des projets de production d'hydrogène par électrolyse peut générer une économie allant jusqu'à 0,9 €/kgH<sub>2</sub>, soit ~18 % du coût complet de production pour un électrolyseur fonctionnant en base.





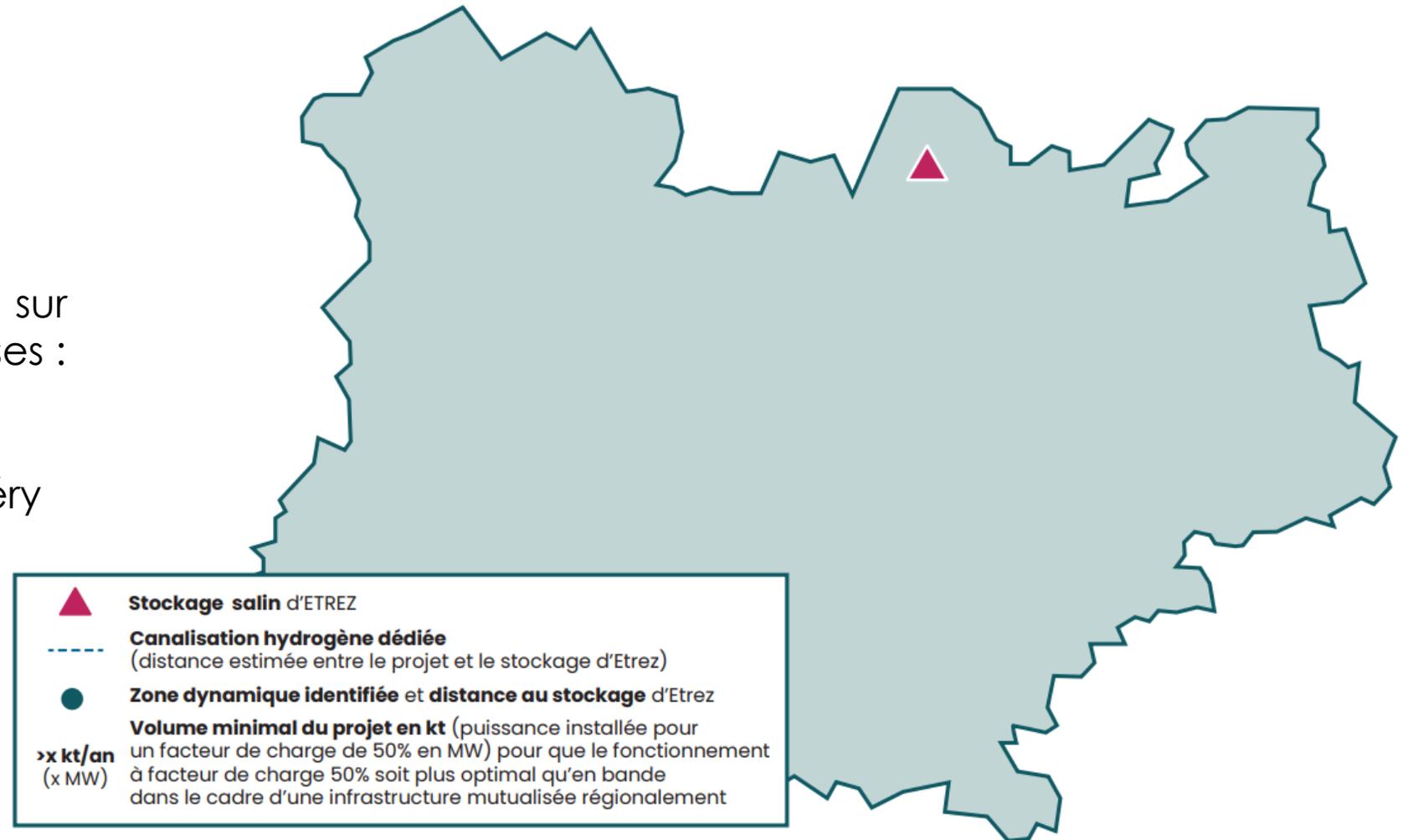
La flexibilisation des projets de production d'hydrogène par électrolyse peut générer une économie allant jusqu'à 0,9 €/kgH<sub>2</sub>, soit ~18 % du coût complet de production pour un électrolyseur fonctionnant en base.





# La mutualisation régionale des infrastructures constitue un premier levier pour capter les gains économiques liés à la flexibilité

3 zones de chalandise sur lesquelles reposent les analyses :  
- Vallée de la chimie  
- Roussillon  
- Ugine, Grenoble et Chambéry

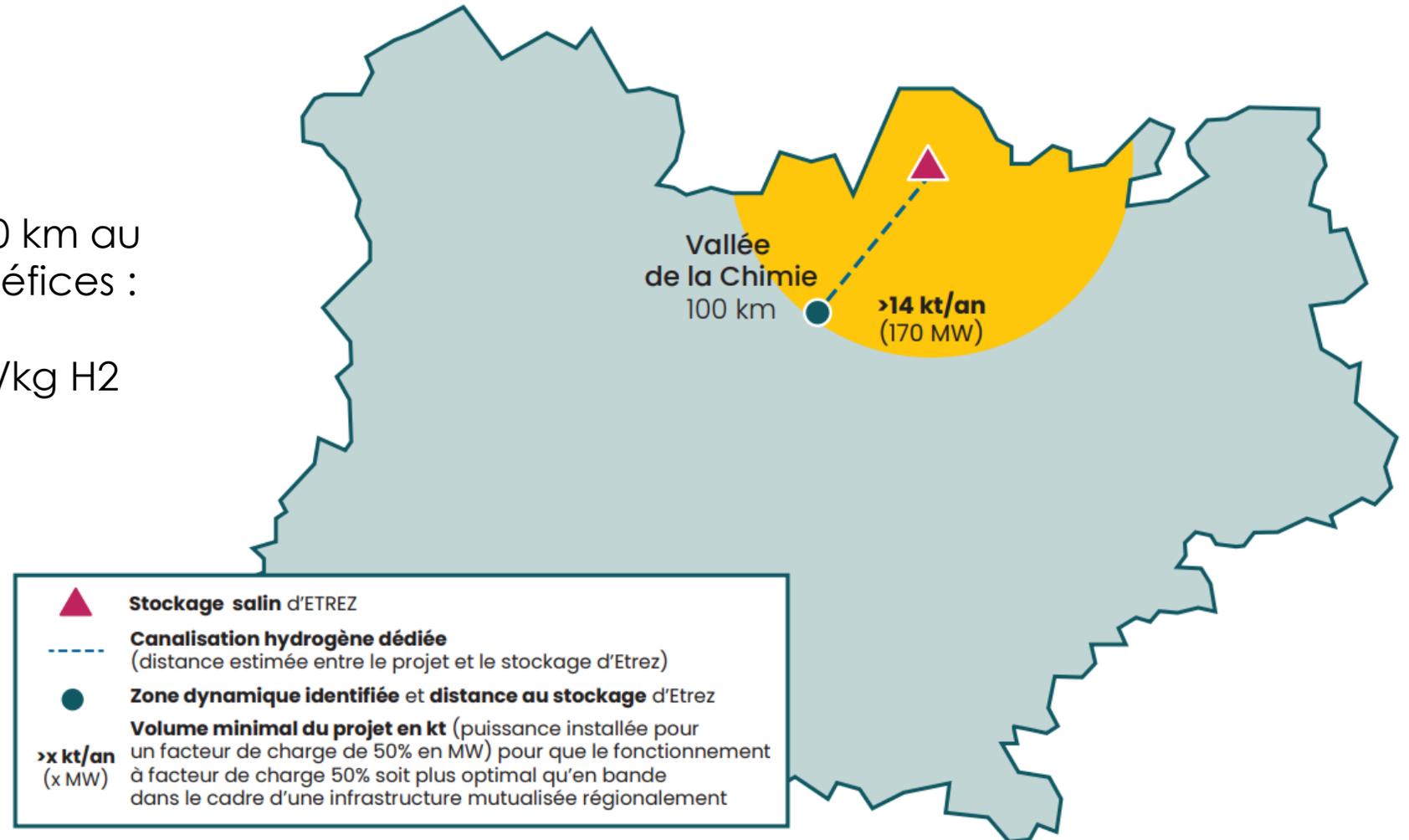




# La mutualisation régionale des infrastructures constitue un premier levier pour capter les gains économiques liés à la flexibilité

Pour une distance de 100 km au stockage d'Etrez, les bénéfices :

- sont visibles dès 14 kt/an
- peuvent atteindre 0,90€/kg H<sub>2</sub>

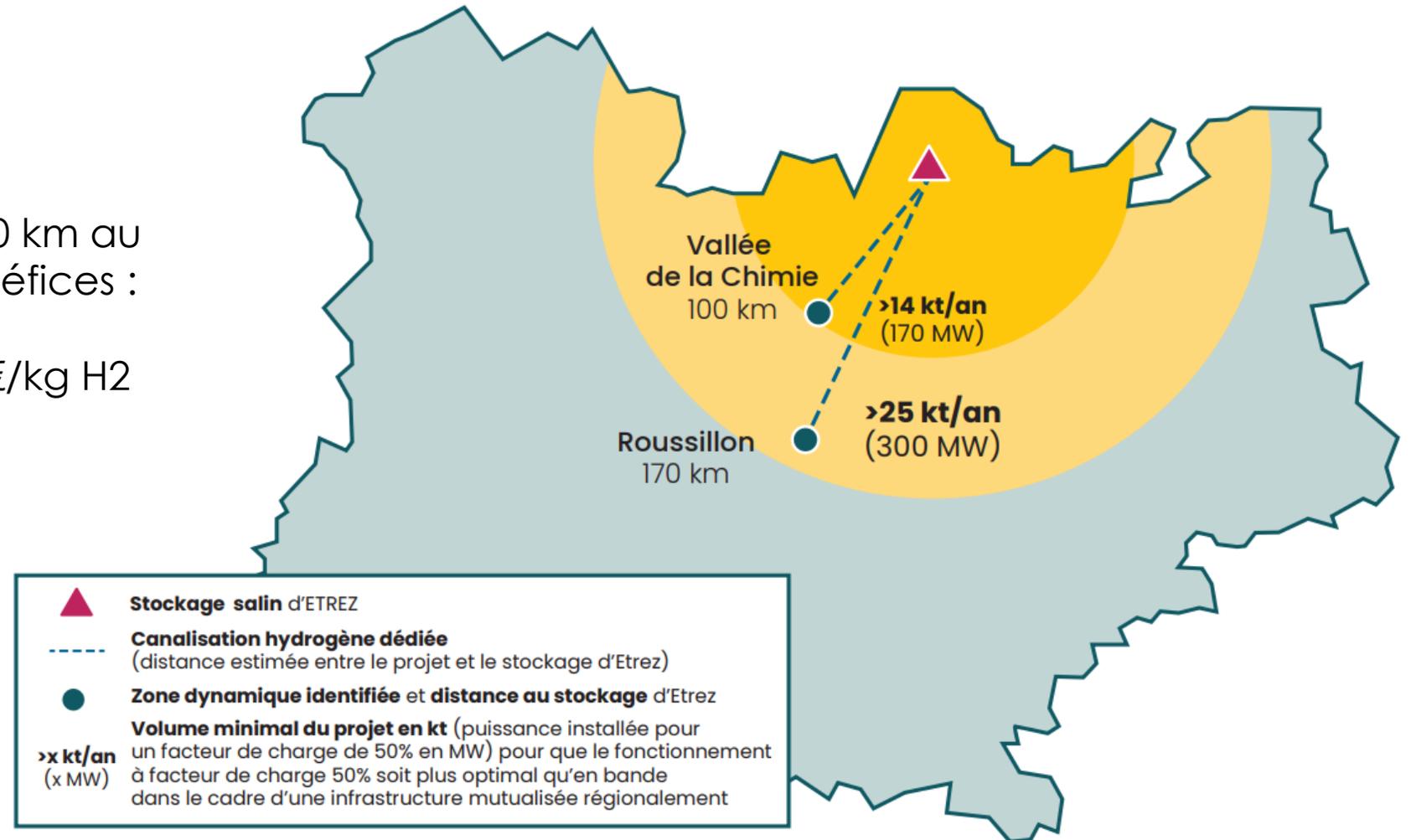




# La mutualisation régionale des infrastructures constitue un premier levier pour capter les gains économiques liés à la flexibilité

Pour une distance de 170 km au stockage d'Etrez, les bénéfices :

- sont visibles dès 25 kt/an
- peuvent atteindre 0,85 €/kg H<sub>2</sub>

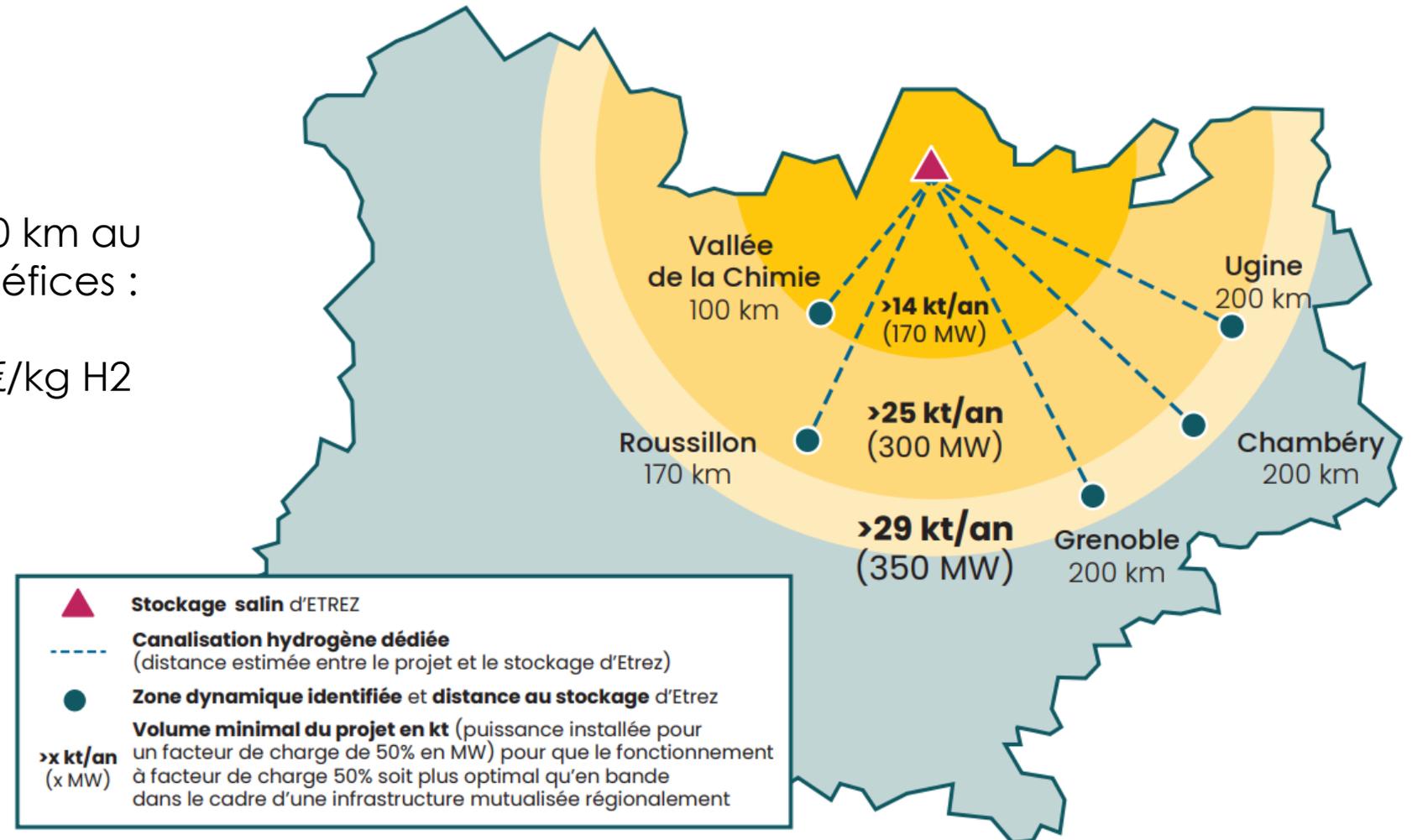




# La mutualisation régionale des infrastructures constitue un premier levier pour capter les gains économiques liés à la flexibilité

Pour une distance de 200 km au stockage d'Étrez, les bénéfices :

- sont visibles dès 29 kt/an
- peuvent atteindre 0,82 €/kg H<sub>2</sub>

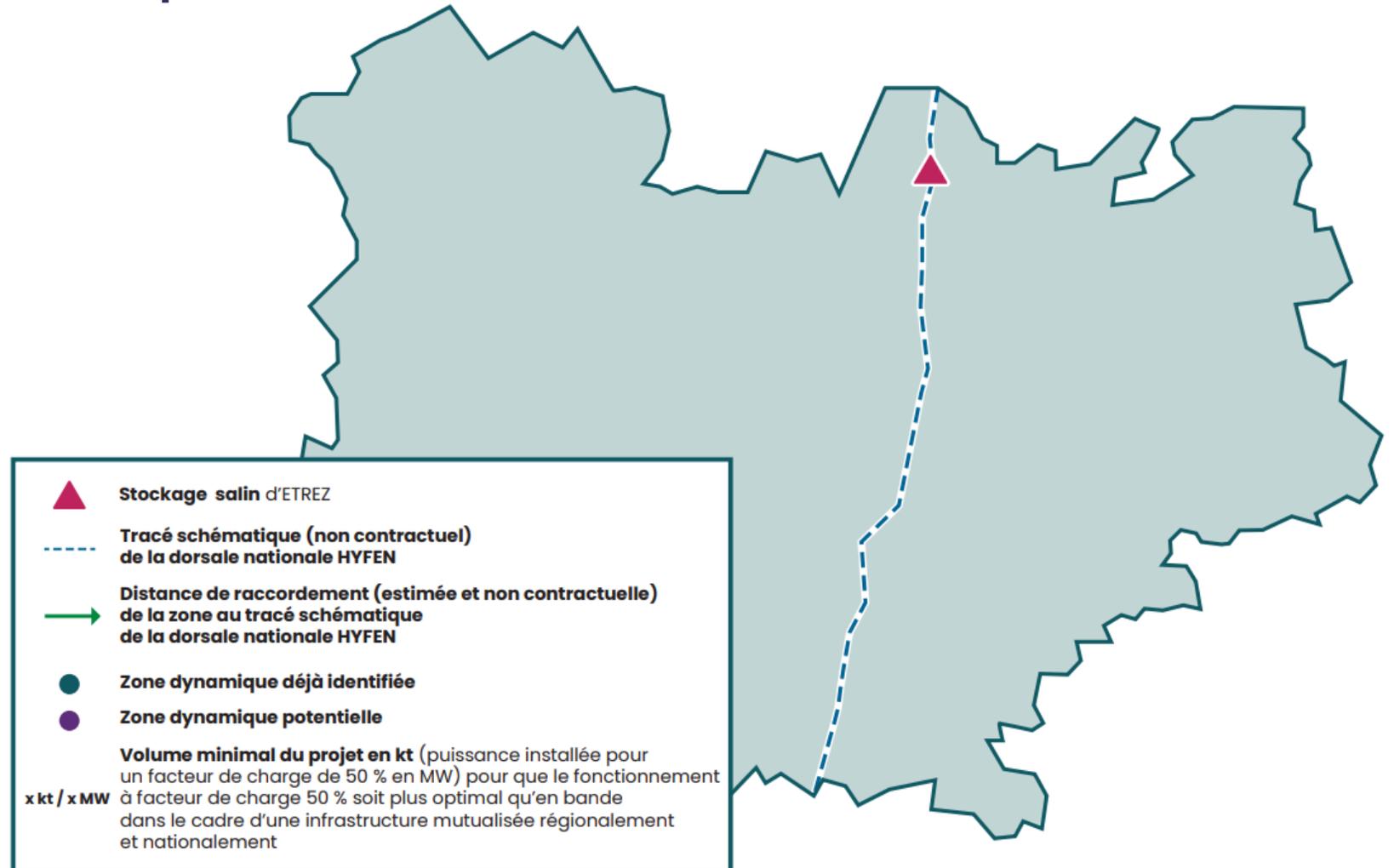




# La mutualisation des infrastructures à l'échelle nationale ouvre aux projets régionaux de taille modeste la possibilité de capter des gains importants liés à la flexibilité

3 principales zones de chalandise sur lesquelles reposent les analyses (avec un raccordement à la dorsale nationale HYFEN) :

- Vallée de la chimie
- Roussillon
- UGINE, Grenoble et Chambéry

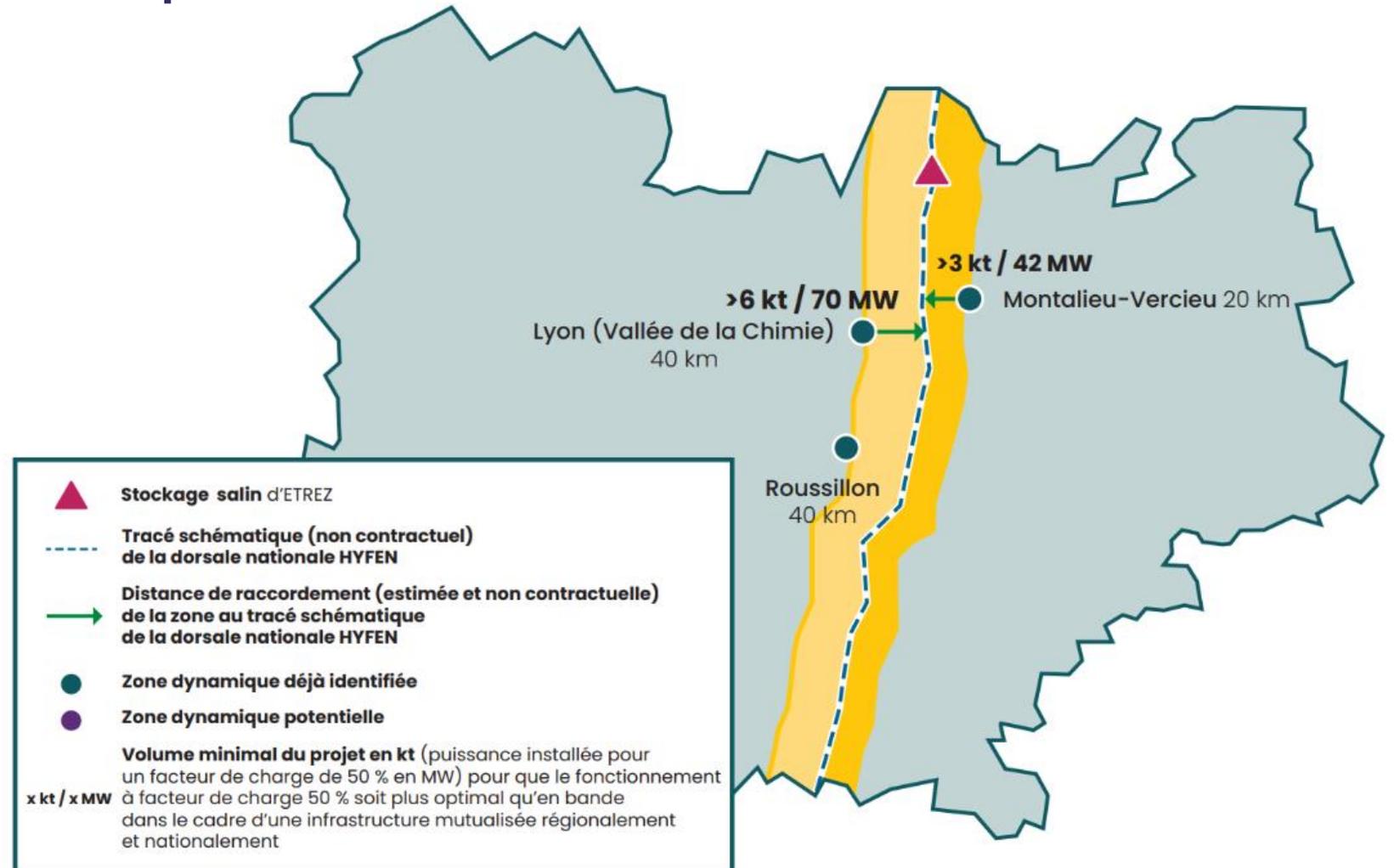




## La mutualisation des infrastructures à l'échelle nationale ouvre aux projets régionaux de taille modeste la possibilité de capter des gains importants liés à la flexibilité

Pour un raccordement de 40 km à la dorsale HYFEN, les bénéfices :

- sont visibles dès 6 kt/an
- peuvent atteindre 0,92 €/kg H<sub>2</sub>
- peuvent augmenter au maximum de 0,50 €/kg H<sub>2</sub> (respectivement 0,70 €/kg H<sub>2</sub>) en passant d'une mutualisation régionale à nationale dans la Vallée de la Chimie (resp. dans la zone de Roussillon)

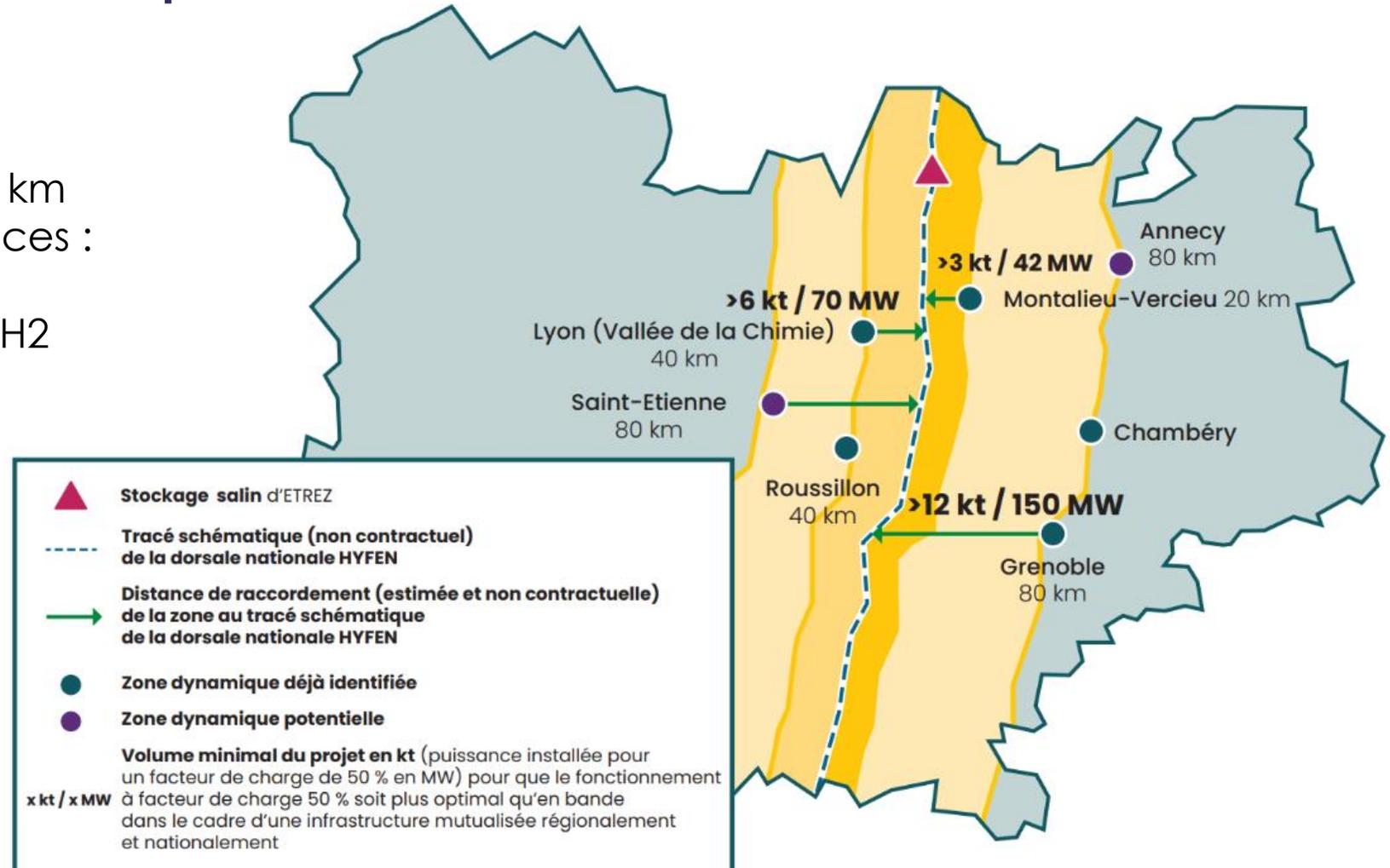




# La mutualisation des infrastructures à l'échelle nationale ouvre aux projets régionaux de taille modeste la possibilité de capter des gains importants liés à la flexibilité

Pour un raccordement de 80 km à la dorsale HYFEN, les bénéfices :

- sont visibles dès 12 kt/an
- peuvent atteindre 0,88 €/kg H2
- peuvent augmenter au maximum de 0,53 €/kg H2 en passant d'une mutualisation régionale à nationale

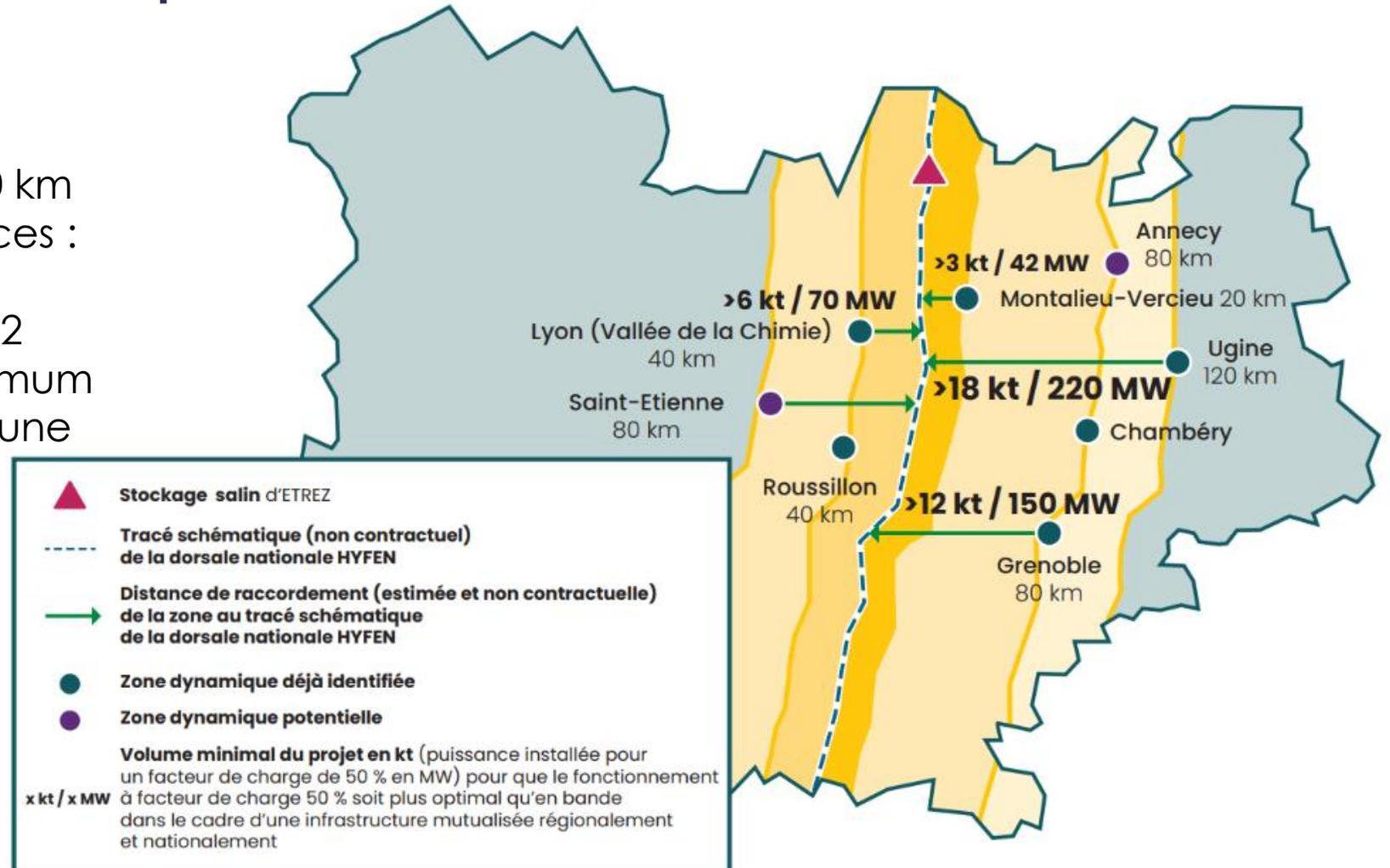




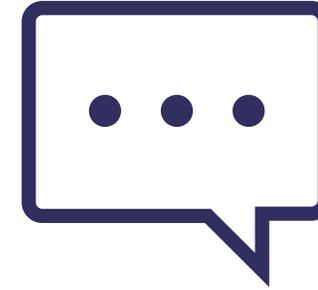
# La mutualisation des infrastructures à l'échelle nationale ouvre aux projets régionaux de taille modeste la possibilité de capter des gains importants liés à la flexibilité

Pour un raccordement de 120 km à la dorsale HYFEN, les bénéfices :

- sont visibles dès 18 kt/an
- peuvent atteindre 0,85€/kg H2
- peuvent augmenter au maximum de 0,34 €/kg H2 en passant d'une mutualisation régionale à nationale



# Questions & Réponses



## A vous la parole !



Posez vos questions dans la rubrique Q&R : précisez dans la question « NOM Prénom, entité, votre question ».



Les questions n'ayant pas fait l'objet de réponses écrites ou orales et ne trouvant pas réponses dans le rapport complet de l'étude pourront faire l'objet d'échanges plus approfondis via les emails partagés en fin de présentation

# En conclusion

- L'étude RTE-NaTran de 2023 a quantifié le **bénéfice économique lié à la flexibilité** de l'électrolyseur pour le système énergétique à l'horizon 2050 à 1,5Mds€/an. Le BP 2023 de RTE confirme ce bénéfice et l'évalue à 1,2Mds€/an dès 2035
- L'étude RTE-NaTran-Storengy en **Auvergne-Rhône-Alpes** ne se substitue pas à une planification territoriale mais vient l'alimenter en **enrichissant les analyses nationales**
- **2 zones prioritaires d'accélération** identifiées en Auvergne-Rhône-Alpes dans le Schéma Décennal du Réseau (SDDR) de RTE, dont la Vallée de la Chimie, avec le poste Rhôna à l'étude (non confirmé à ce jour)

**SDDR de RTE** : Les grandes orientations stratégiques du SDDR (plan-programme sur l'avenir du réseau de transport d'électricité) sont soumises à un débat public mené par la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) depuis le 4 septembre 2025. Ce débat permet de sensibiliser et d'associer le grand public aux enjeux liés au développement du réseau public de transport d'électricité et aux grandes orientations proposées par RTE à l'horizon 2040.

- **La mutualisation des infrastructures** de transport et de stockage d'hydrogène est un **levier essentiel pour rendre économiquement viable la flexibilité** offerte par l'électrolyse au système électrique
- Sans cette mutualisation, le coût supporté par chaque projet pourrait devenir prohibitif, **freinant les investissements et privant le système énergétique** d'une source précieuse de flexibilité.
- Une **planification coordonnée à l'échelle nationale et territoriale des infrastructures de transport et de stockage d'hydrogène** en cavité saline et des **infrastructures électriques** est indispensable.

**Cette étude s'inscrit pleinement dans le contexte de planification multi-énergies actuel et à venir**

- Elle permettra d'alimenter les exercices de planification mentionnés dans la **stratégie nationale H<sub>2</sub>**
- Ainsi que les travaux du dispositif **Zones Industrielles Bas Carbone (ZIBaC)** démarrées récemment, notamment le projet **DeClyc (DECarboner LYon vallée de la Chimie)**
- Dans le cadre des concertations « Perspectives d'avenir » actuellement menées par NaTran et Teréga, elle constituera une brique importante dans nos réflexions et analyses pour la **mise à jour du schéma directeur prospectif hydrogène**
- Ces travaux marquent les prémices des analyses approfondies qui devront être menées dans le cadre de la **transposition de la quatrième directive européenne sur le gaz et l'hydrogène**

- La région Auvergne-Rhône-Alpes se trouve au cœur **d'enjeux stratégiques en matière de compétitivité et d'optimisation des systèmes énergétiques:**
  - Potentiel de stockage d'hydrogène en cavité saline le plus important de France dont 3 cavités salines existantes disponibles pour la conversion
  - se situe sur le tracé du projet HYFEN, une infrastructure de transport d'hydrogène visant à connecter les sites de production, de consommation et de stockage en France, tout en assurant le transit d'hydrogène entre la péninsule ibérique, la France et l'Allemagne
  - Besoins industriels, en particulier dans la Vallée de la Chimie
- Ces éléments en font une zone **d'opportunité d'accueil des projets d'électrolyse**
  - pour alimenter les consommateurs d'H<sub>2</sub> de la région, ainsi que des autres régions accessibles via HYFEN
  - exploiter pleinement le potentiel de l'électrolyse, au bénéfice de la **compétitivité de l'hydrogène français et de la performance du système électrique.**

# Merci !

**Le rapport complet de l'étude sera disponible dans la journée sur les sites de NaTran, RTE et Storengy**

**Vos contacts pour tout échange ou complément d'information**



**oumou.ly@natrangroupe.com**



**ony.rabetsimamanga@storengy.com**



**timothee.david@rte-france.com**