

Garanties d'Origine : Pas mensuel, horaire ou les deux ?

Entre ambitions climatiques, faisabilité technique et cohérence réglementaire, comment avancer ?

Ivan Debay

Président QuiEstVert | CEO Origo

Retour sur le marché des GO et ses impacts sur la transition énergétique

15 . 10 . 2025 | Paris | Inscriptions ouvertes



Ivan Debay

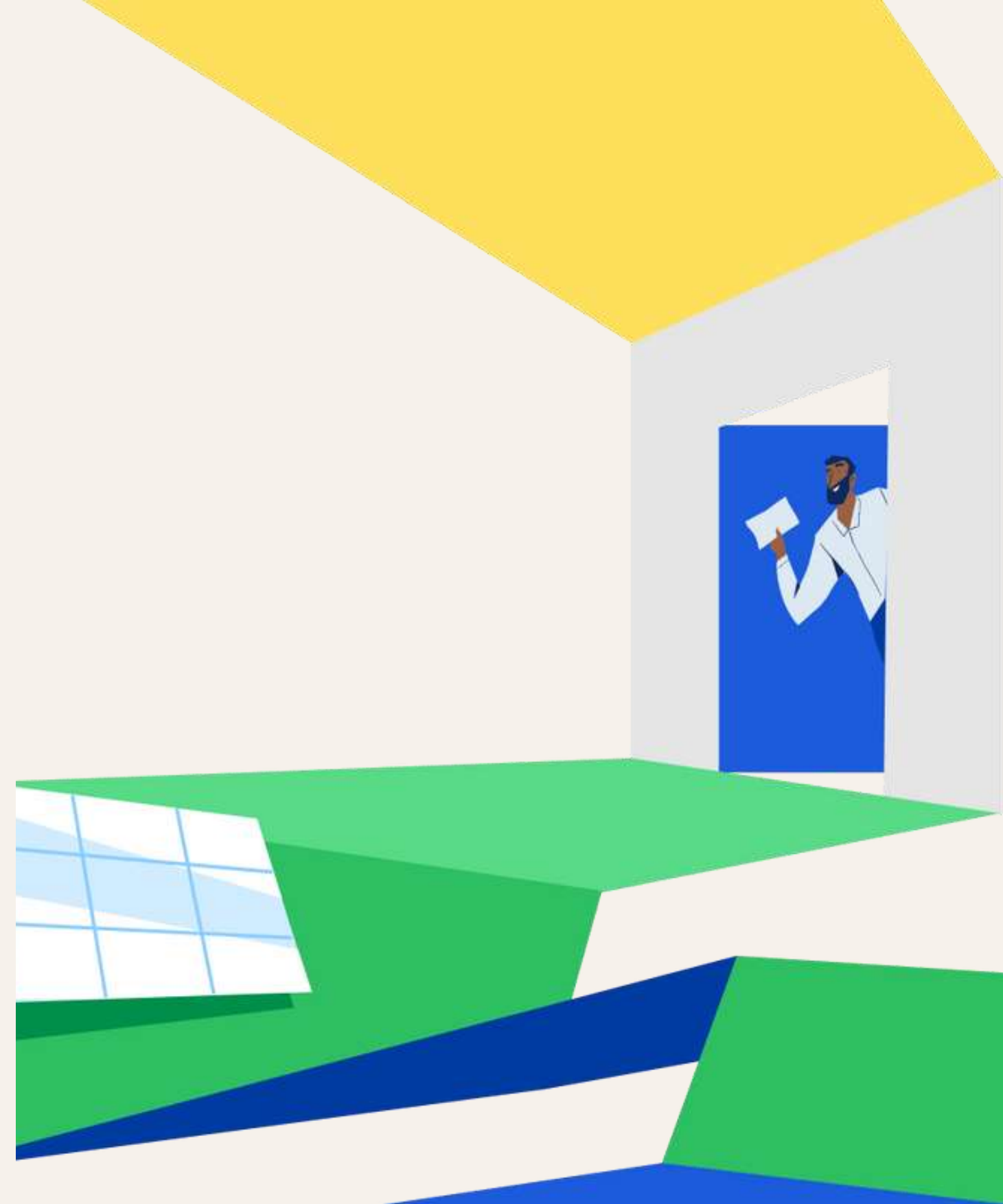
Président d'Origo

Président de QuiEstVert

Membre du conseil d'administration de
RECs Energy Certificate Association



RECS



Programme

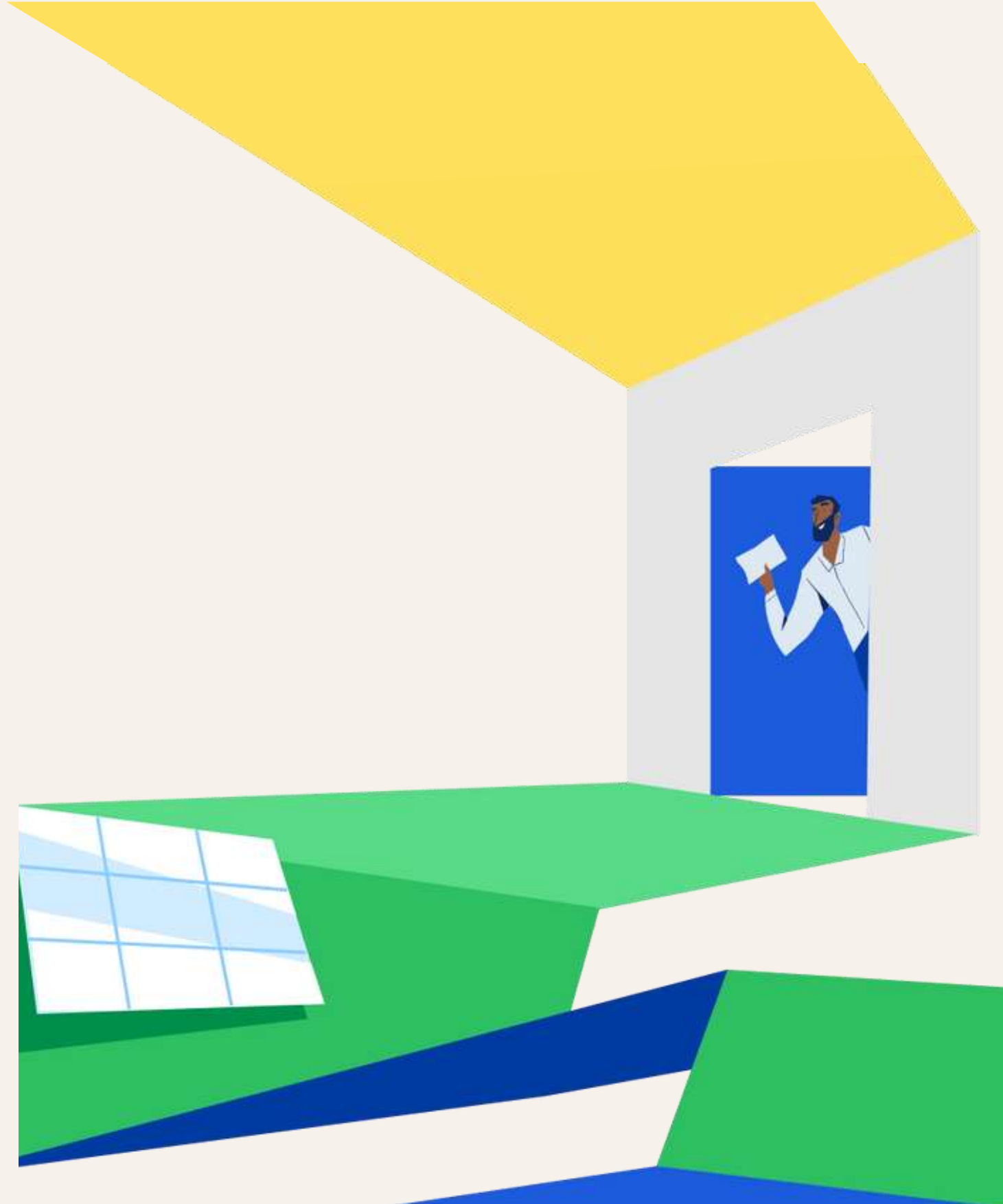
Remarques préalables

I - La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique

II - Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

III - Analyse d'une GO au pas horaire

Conclusion



Remarques préalables

Idées reçues

Il existe un marché de l'électricité physique : **FAUX**

La traçabilité de l'origine de l'électricité représente fidèlement la réalité physique : **FAUX**

Il y a une comptabilité carbone s'appliquant aux consommateurs qui correspond à la réalité physique de l'électricité* : **FAUX**

Systematiquement, se sont des principes d'équilibrage de masse qui s'appliquent.

Équilibrage de masse (mass balancing) : permet de suivre et attribuer les flux d'énergie, de matière ou d'émissions au sein d'un système dont les paramètres sont déterminés en fonction de l'objectif du calcul. Pour être correctement réalisé il doit respecter le principe d'additivité.

Principe d'additivité : comptabilité exhaustive et sans double comptage.

*

Remarques préalables

Quelques éléments clés sur la réalité physique

Vitesse de propagation de l'énergie électrique dans le cuivre :

200 000 km/s (2/3 de la Vitesse de la lumière)

=> en une heure, il est possible d'effectuer **18 000** tours du monde ou la distance soleil-jupiter

Forte interconnexion électrique à l'échelle Européenne avec des zones synchrones pour l'essentiel de l'Europe continentale. Mais des saturations fréquentes au sein des pays et entre les pays.

Faible interconnexion avec le reste du monde :

- fin de l'anneau de BRELL (Russie)
- Interconnexions limitées avec le Maroc, la Tunisie et la Turquie

Émissions de CO₂eq en Europe (Ensto-E + RU) :

3,1 Giga tonnes dont 28% pour la production d'électricité (2022).



Remarques préalables

2 conventions complémentaires pour valoriser l'énergie électrique :

La Responsabilité d'Equilibre (RE)

L'électricité est définie par deux critères exclusivement :

- Critère spatial : périmètre d'équilibre (ex : France, Italie du Nord)
- Critère temporel : quart d'heure

Valorise où et quand l'énergie est livrée (équilibrage)

Impossible de valoriser l'origine (qualité environnementale, lieux de production...)

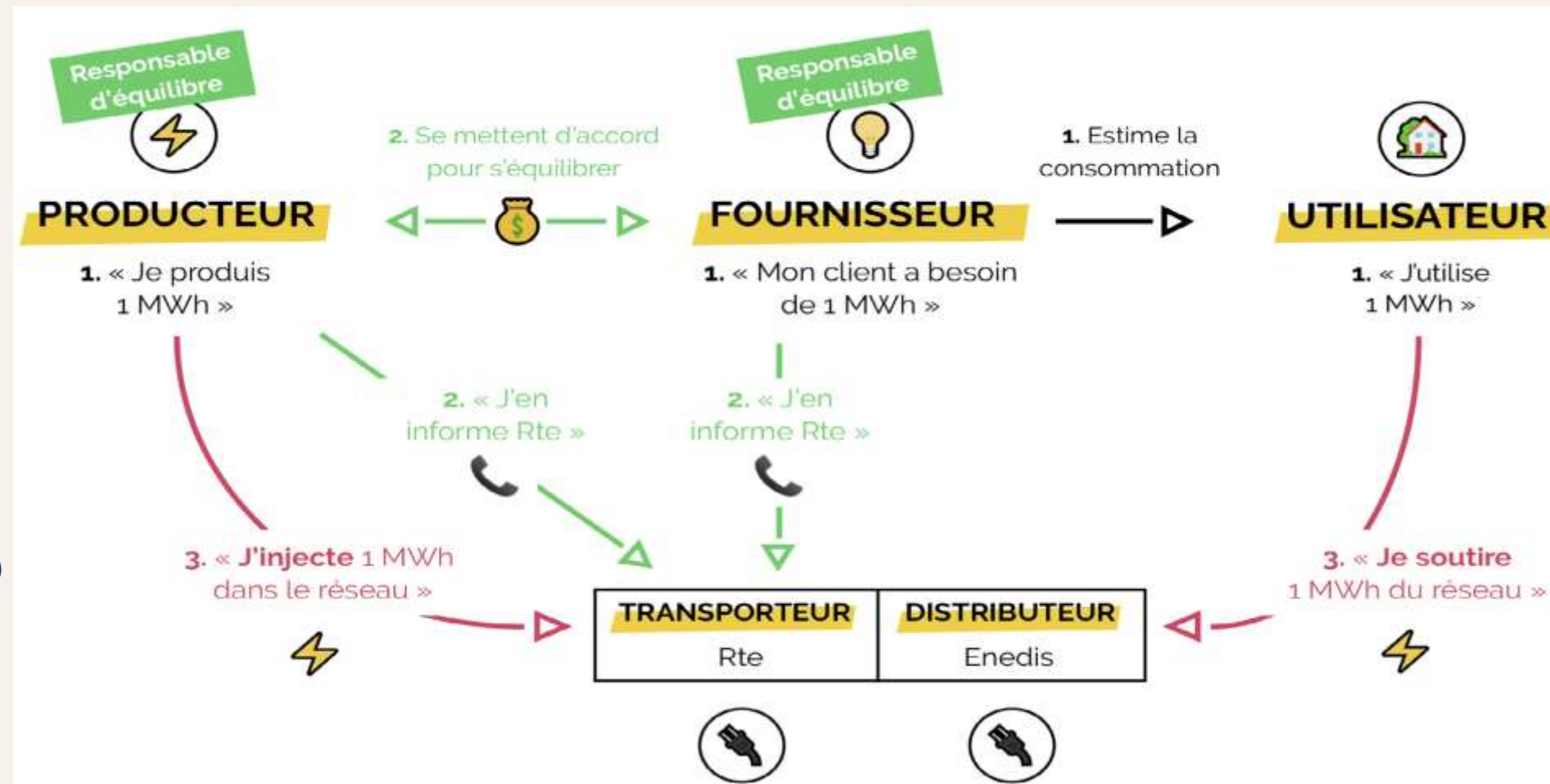
La Garantie d'Origine (GO)

L'électricité est définie par l'origine exacte de sa production mais avec des critères moins contraignants que pour la RE

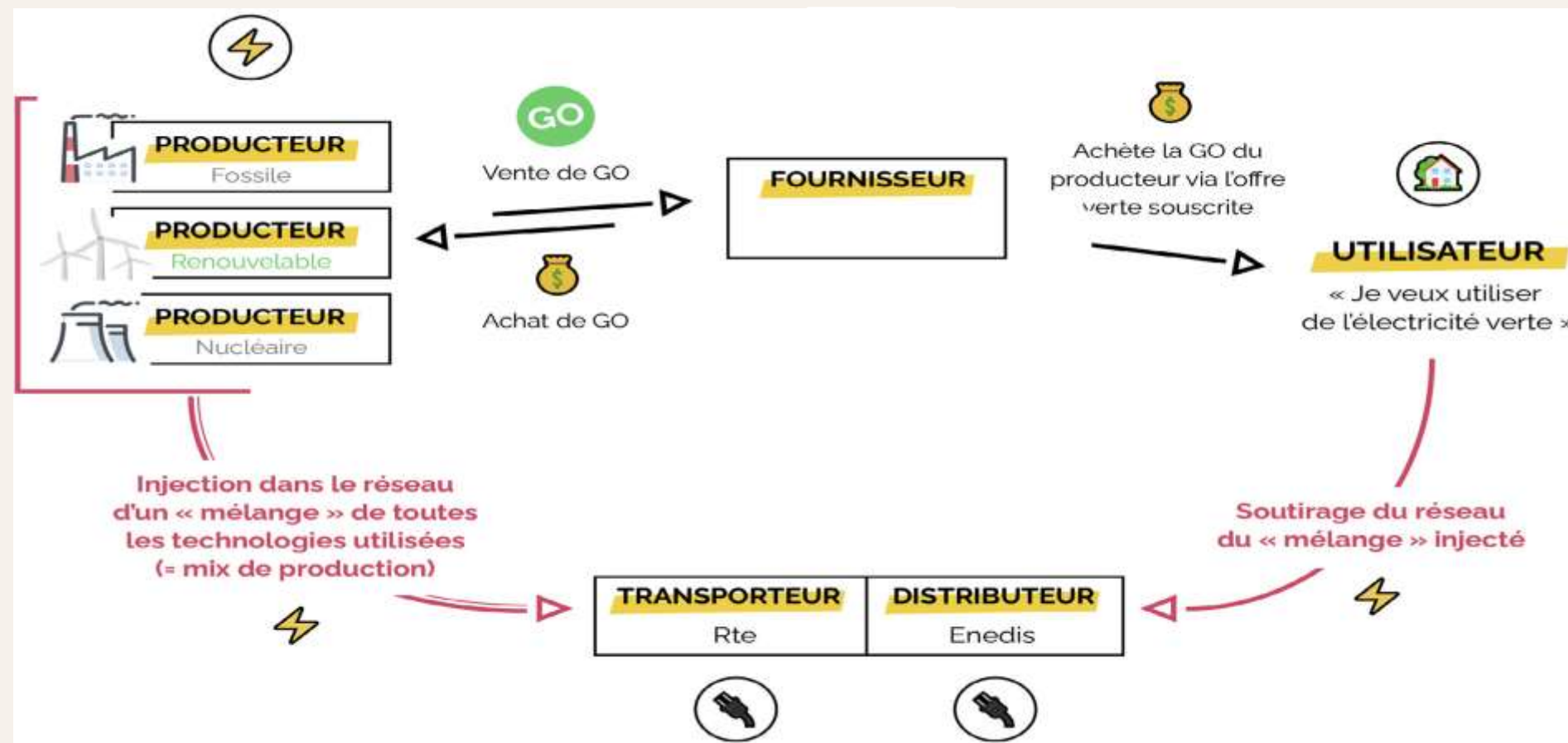
- Critère spatial : Espace Économique Européen
- Critère temporel : 12 mois glissants

Valorise comment l'énergie est produite (origine)

Impossible de valoriser l'équilibrage



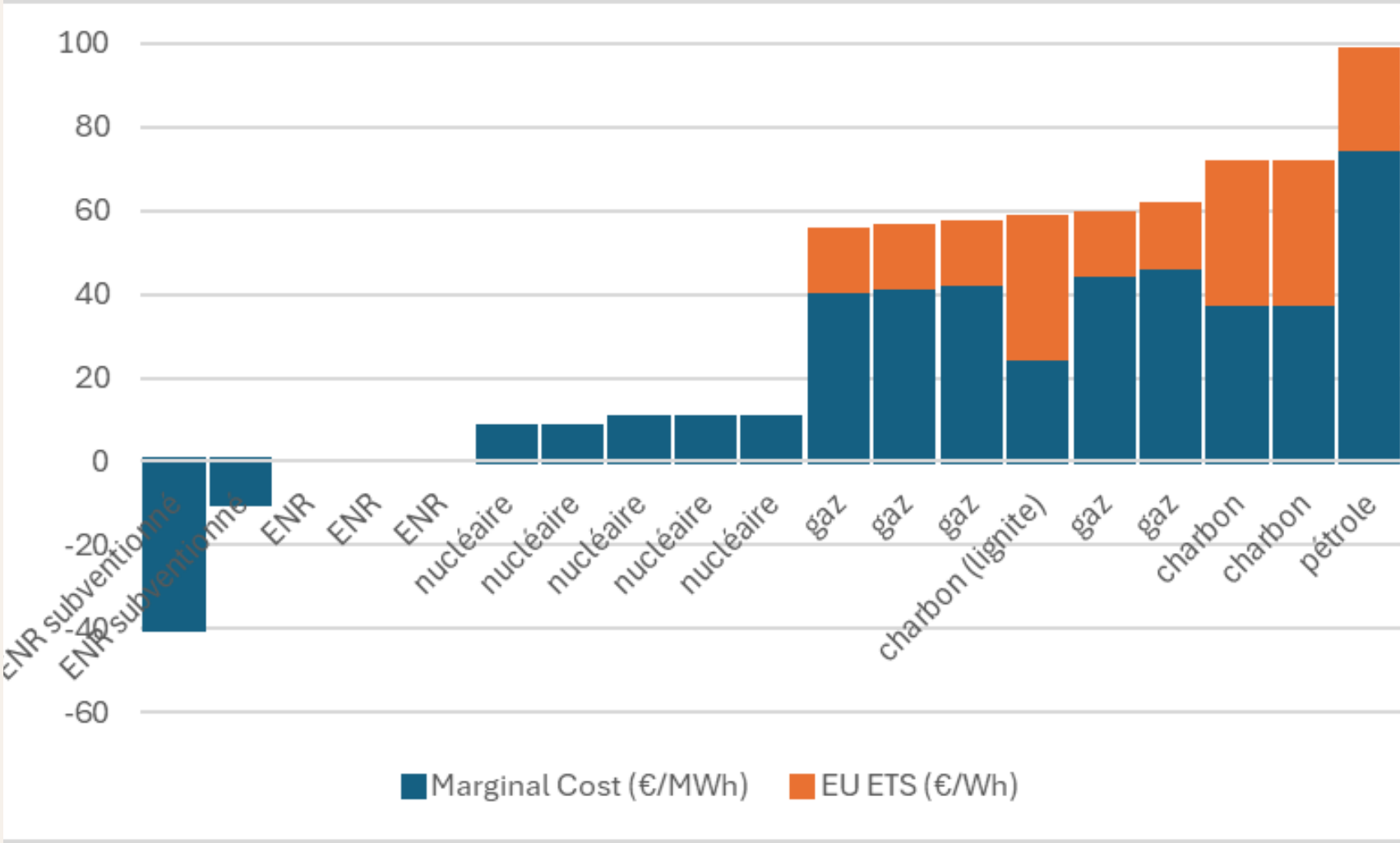
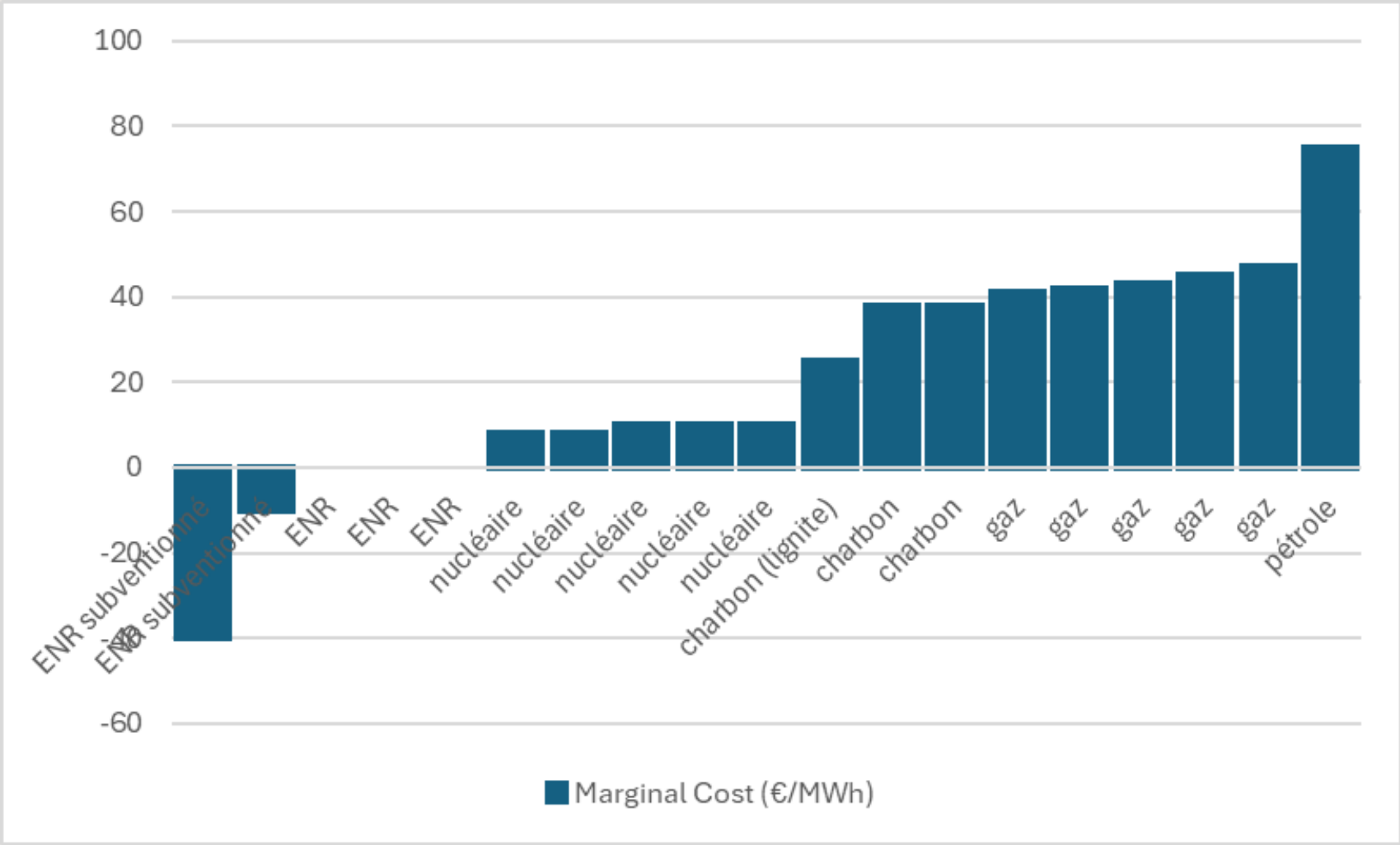
fournisseur de GO ≠ fournisseur d'électricité ≠ distributeur d'électricité



Remarques préalables

La Responsabilité d'Equilibre (marché de l'électricité)

Prix de marché = Coût marginal (Cm) de la centrale activée la plus chère



Remarque 1 : les Cm des moyens de production décarbonés sont nettement inférieurs à ceux des énergies fossiles

Remarque 2 : le marché du CO2 (EU ETS) augmente davantage les Cm des énergies fossiles

Remarque 3 : la propension à payer dépend de la **peur du coût des écarts**, d'où l'atteinte de prix significatifs sur ce marché

Ce marché donne des signaux de prix significatifs pour un équilibrage décarbonné

Remarques préalables

De la réalité physique à la comptabilité carbone en passant par des conventions basées sur la balance de masse

Calcul basé sur la localisation d'un consommateur (location-based) :

1. Détermination d'une zone en fonctions de **divers paramètres** dont :
 - physiques : densité des **interconnexions** électrique sur une zone
 - politiques : **frontières** nationales ou régionales
 - contractuels : zone gérée par une entité juridique ayant mandant contractuel de **gestionnaire de réseau de transport** (GRT)
2. Considération **des flux d'électricité en marge de ces zones** avec les zones voisines *

Calcul basé sur la localisation et les contrats d'un consommateur (market-based**):

3. **attribution égalitaire** du facteur d'émission de CO₂ pour tout consommateur présent sur cette zone***

3. attribution du facteur d'émission de CO₂ en fonction des **instruments contractuels** utilisés (GO, RECs, I-RECs etc) ou, à défaut, sur la base de sa localisation en utilisant un mix résiduel****

* choix discutable d'un point de vue physique : si deux zones ne sont pas saturées physiquement, pourquoi y a-t-il une discrimination entre deux consommateurs présents dans chacune des zones ?

** le terme est market based est inélégant, car c'est l'utilisation d'instruments contractuels dédiés qui permet l'attribution d'un mix énergétique et de son empreinte carbone associée

***Le facteur d'émission est un calcul approximatif basé sur des moyennes par catégories de centrale électrique (éolien, hydraulique, CCGT, nucléaire, lignite, charbon, fioul...)

**** Le calcul du mix résiduel part du mix basé sur la localisation auquel est soustrait les volumes utilisés par les instruments contractuels pour éviter le double comptage et respecter le principe d'additivité

I.

La GO : un mécanisme pour le soutien **volontaire** à la transition énergétique

La présentation analyse uniquement la pertinence d'un mécanisme incitant et démarches volontaires et ne discute pas des financements utilisant des moyens coercitifs (ex : taxation, acheteur obligé etc)

La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique

Le marché **volontaire** peut

- ✓ donner une rémunération supplémentaire à la production d'électricité vertueuse
structure et valeur des PPA (traçabilité légale)
améliorer les budgets des États par le biais d'enchères
donner des signaux d'investissement
structurer des labels...
- ✓ promouvoir des valeurs au sein de la société en communiquant positivement

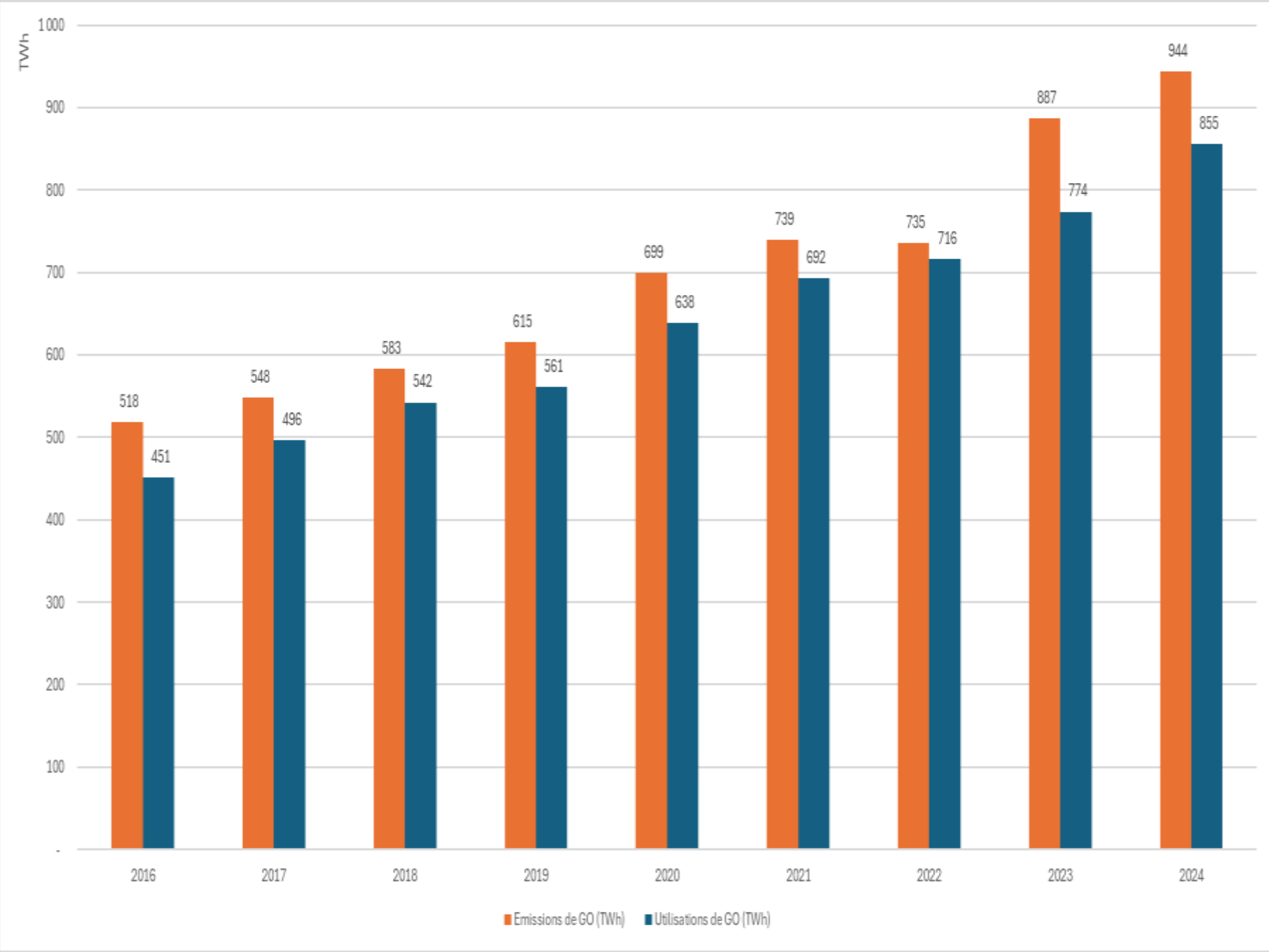
Avantages :

- ✓ plus d'investissements avec une source volontaire qui s'ajoute aux moyens coercitifs
- ✓ moins de pression fiscale sur les contribuables et une communication positive améliorant l'acceptabilité sociale
- ✓ plus de robustesse vis-à-vis de l'incertitude politique

La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique

La GO est plébiscitée

Les volumes de GO sur la zone hub AIB*



Source : AIB

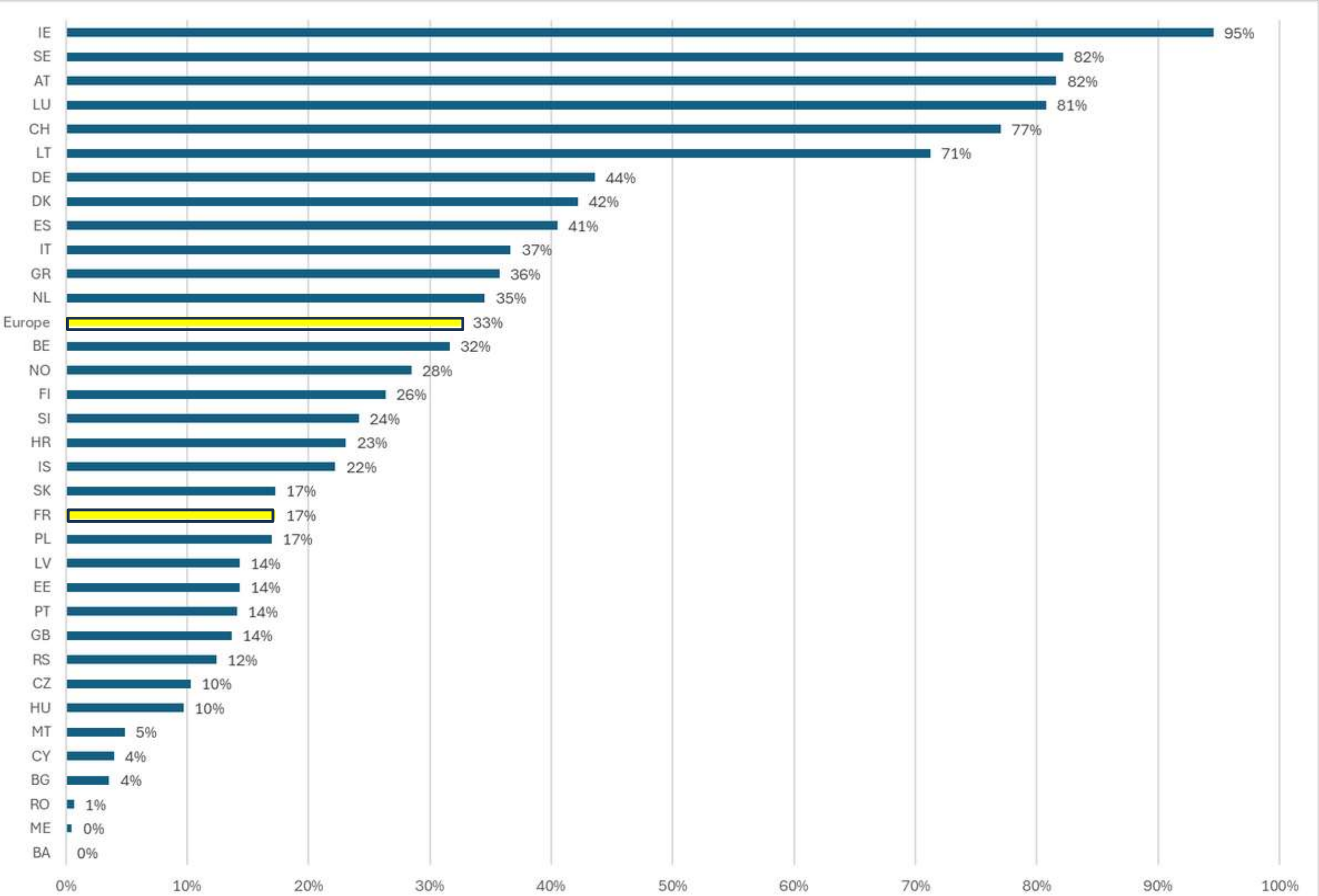
*UE – PL – RO + NO + IS + CH + RS

Les volumes de GO en France



Source : EEX, RTE

La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique



Consommation volontaire d'électricité d'origine renouvelable en Europe en 2024



Europe : 33%

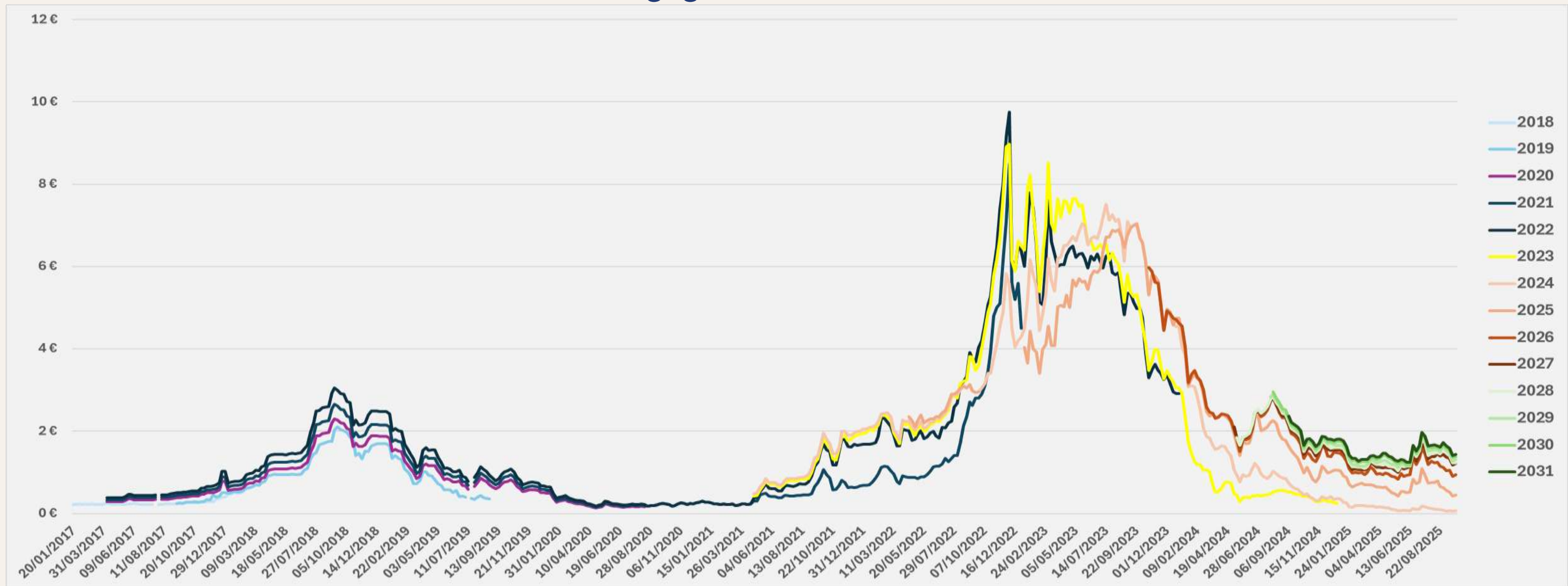


France : 17%

Source : AIB

La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique

Le consommateur assume le coût de son engagement volontaire



Remarque 1 : le prix d'une GO avec des spécificités (technologie, localisation, date de mise en service, label) est supérieur à la GO basique.

Remarque 2 : la propension à payer du consommateur dépend de son **risque réputationnel**

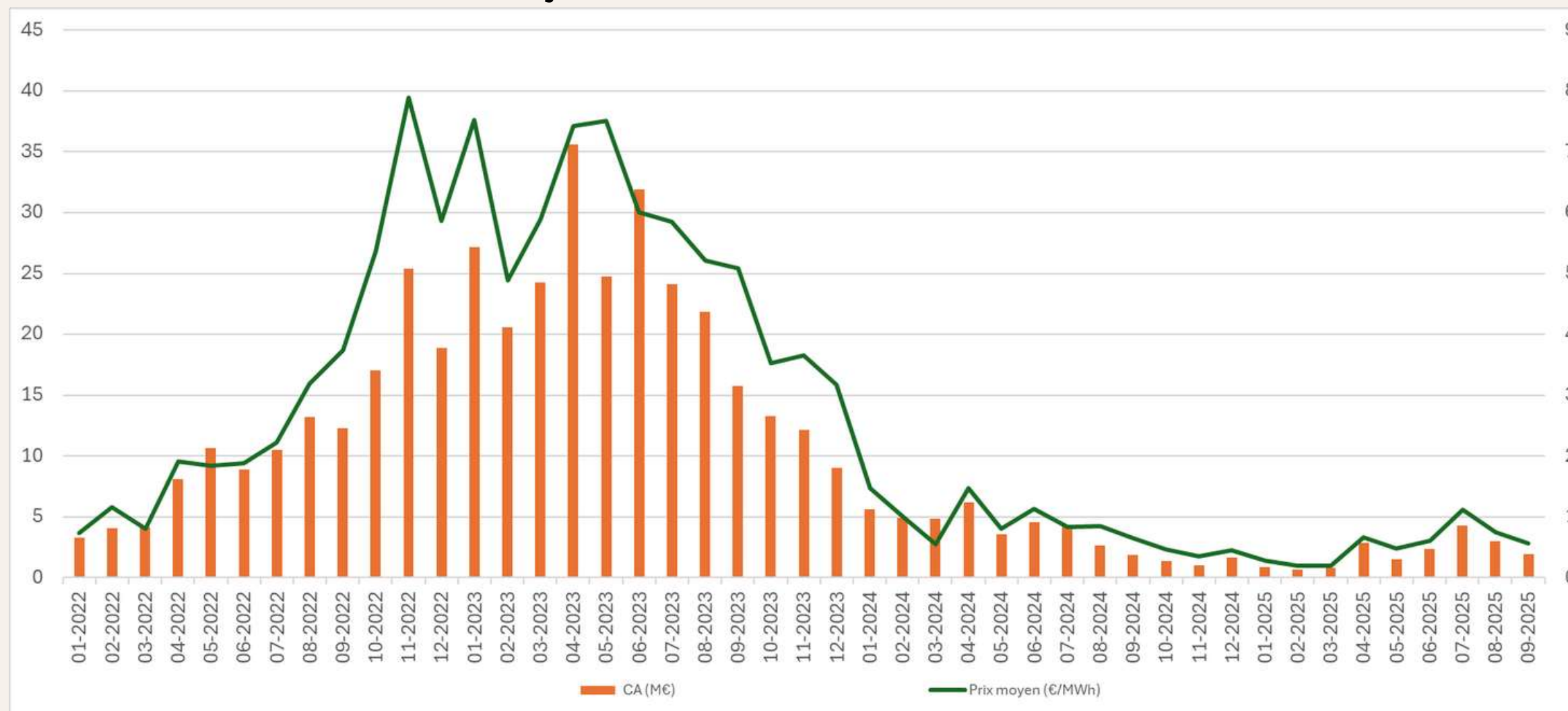
Remarque 3 : **la propension à payer se confirme entre 5 et 10€/MWh** en Europe et sur des marchés locaux où des prix élevés se maintiennent plusieurs années (NL, CH, UK, AT)

Sources :
Icap, Commerç

La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique

Les impacts mesurables : Enchères étatiques de GO : moins de pression sur les contribuables ou plus de moyens pour investir

Résultats des enchères Françaises de GO



France :

Volume vendu : 235 TWh

Bénéfice pour l'Etat : **479 M€**

Portugal :

Volume vendu : 206 TWh

Bénéfice pour l'Etat : **101 M€**

Italie :

Volume vendu : 214 TWh

Bénéfice pour l'Etat : **195 M€**

Autres (HU, HR, LU, SK, GR) :

Bénéfice pour les Etats : **62 M€**

La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique

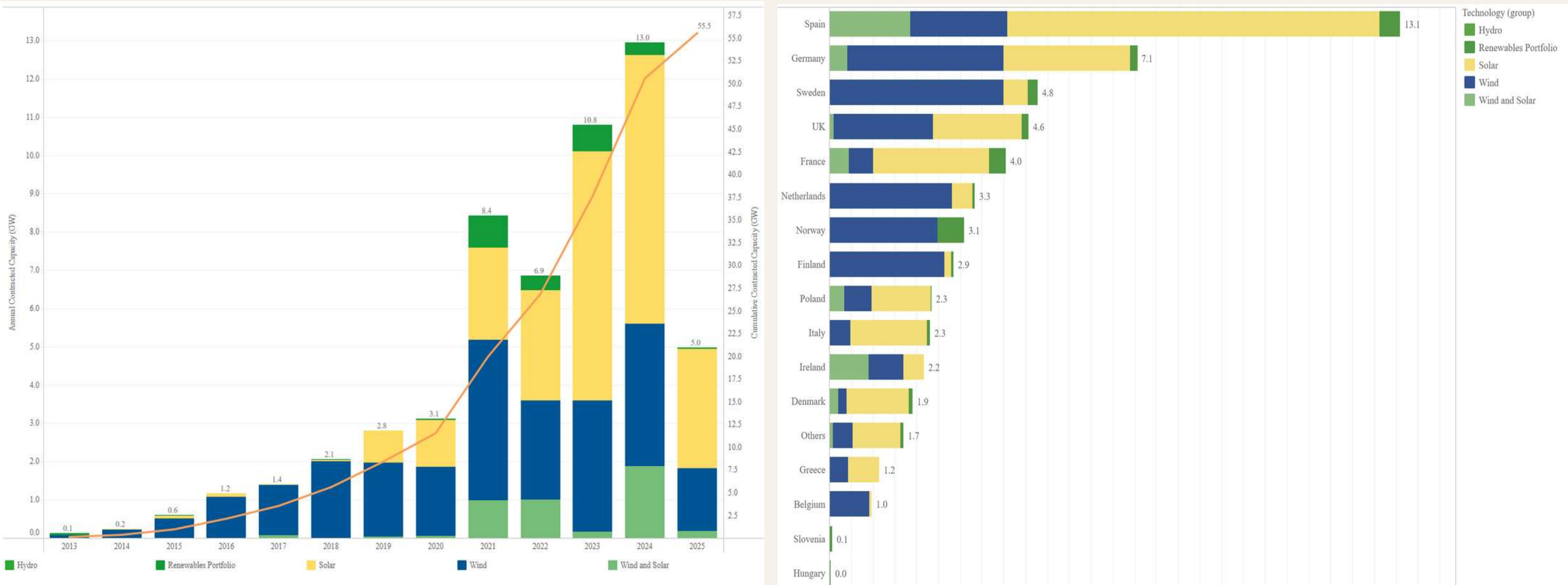
Les impacts mesurables

Financement d'un PPA (éolien, solaire)

Sources de revenu	Détails	Part typique dans financement
Resp d'équilibre (marché électricité)	<ul style="list-style-type: none">défini en fonction du marché de grosprix fixe ou indexé	85 à 95% selon prix marché de gros
GO	défini en fonction du marché de gros avec prime éventuelle pour une qualité spécifique	2 à 10% selon prix marché gros
Autres	Ex : reserve primaire/secondaire, marché de capacité	Marginal si existant
Subventions	Dépend des territoires (difficile en France)	Peut être important (ex : NO/SE avec El cert)

La GO permet la structuration contractuelle de PPA (attribution légale de l'origine)
La GO permet une valeur additionnelle intégrée au financement d'un PPA

La GO : un mécanisme pour le soutien volontaire à la transition énergétique



Source : RE-Source

Les PPA représentent entre 10 et 15% de l'investissement dans le renouvelable sur la période 2013-2025 toutes filières confondues

II.

Critiques et Propositions d'évolution du mécanisme

Critiques :

- C1** Impact économique insuffisant sur la transition énergétique
- C2** Un message parfois mal reçu : la revendication d'une neutralité carbone ne correspondant pas à la réalité physique
- C3** Un laxisme envers les comportements inadéquats
- C4** Des réglementations et normes contradictoires

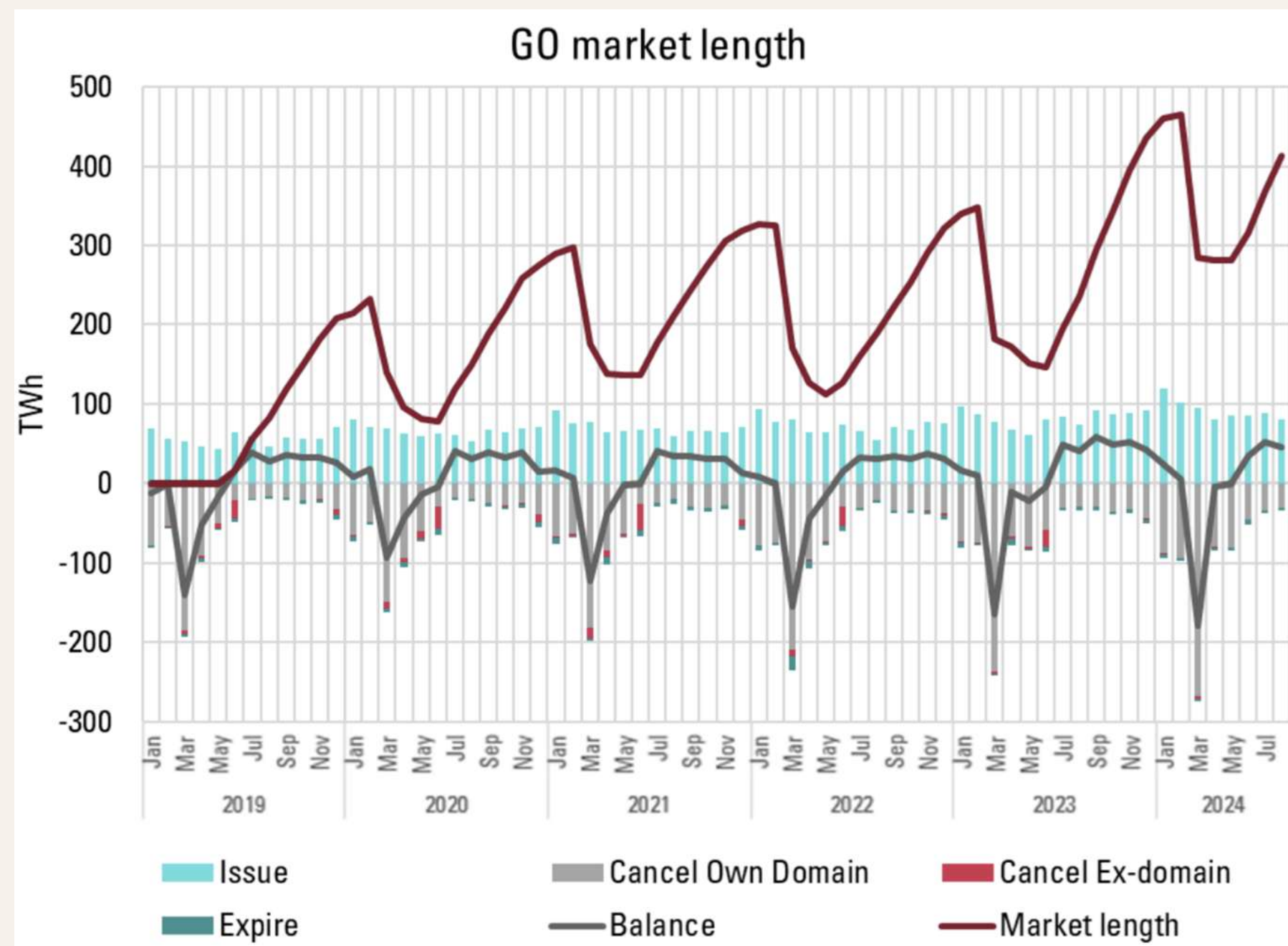
Solutions :

- S1** Des règles plus robustes : pas annuel strict, lien physique (C1, C2, C4)
- S2** Des meilleurs suivis et évaluations du mécanisme et de son impact (C1, C3, C4)
- S3** Des principes de communication clairs : placer la réalité physique au bon endroit, instaurer une double communication sensée (attribution + conséquence) (C2, C3)

Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

S1 Des règles plus robustes : un pas annuel obligatoire **URGENT !**

Pas annuel : une consommation électrique couverte par électricité produite durant la même année calendaire.



Un marché fondamentalement long.

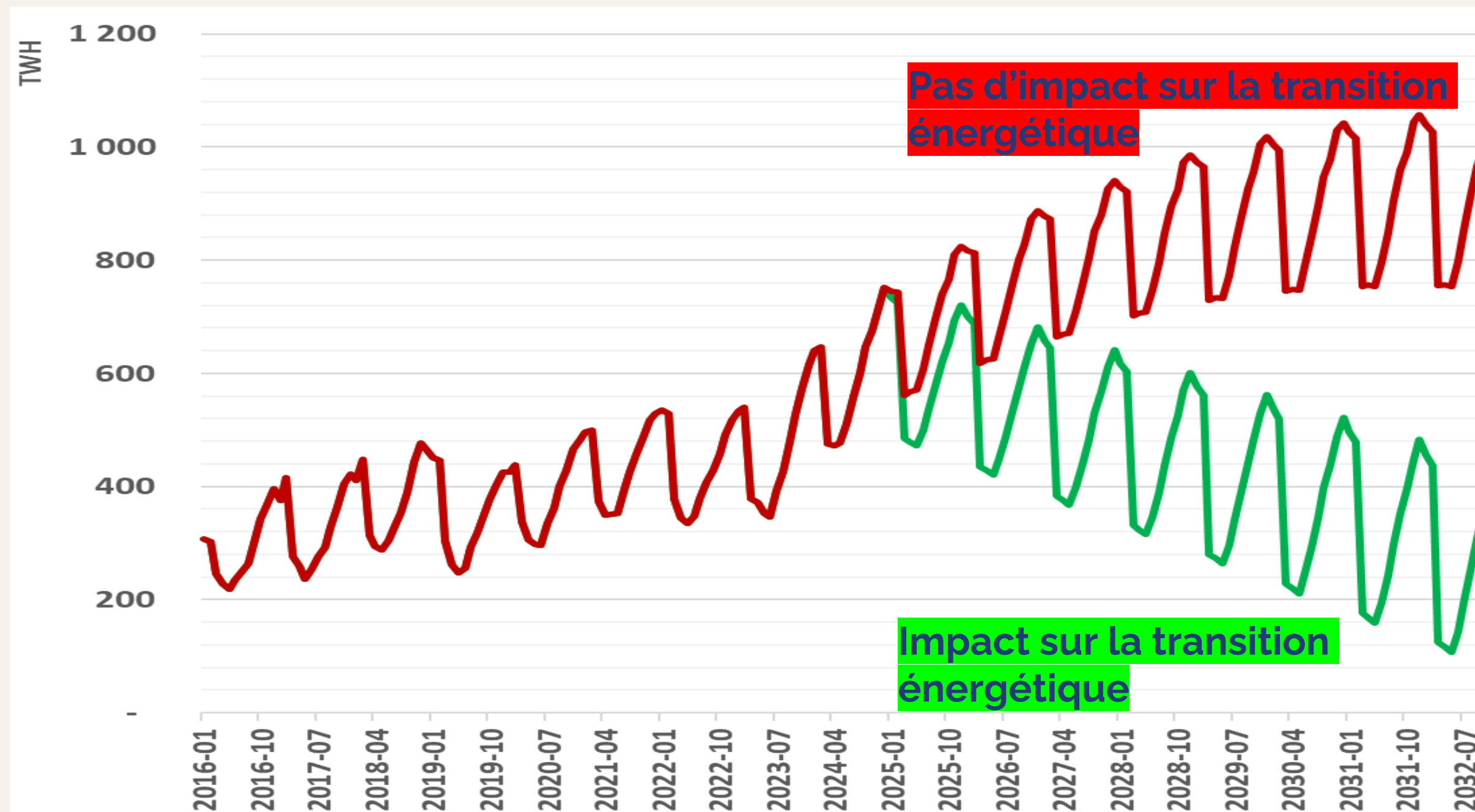
Les volumes restants d'une année sont utilisés pour l'année suivante dans certains pays* (roll-over)

Ainsi, le marché est condamné à être long et sans effets significatifs

Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

S1 Des règles plus robustes : un pas annuel obligatoire **URGENT** !

Pourquoi un pas annuel change tout ?



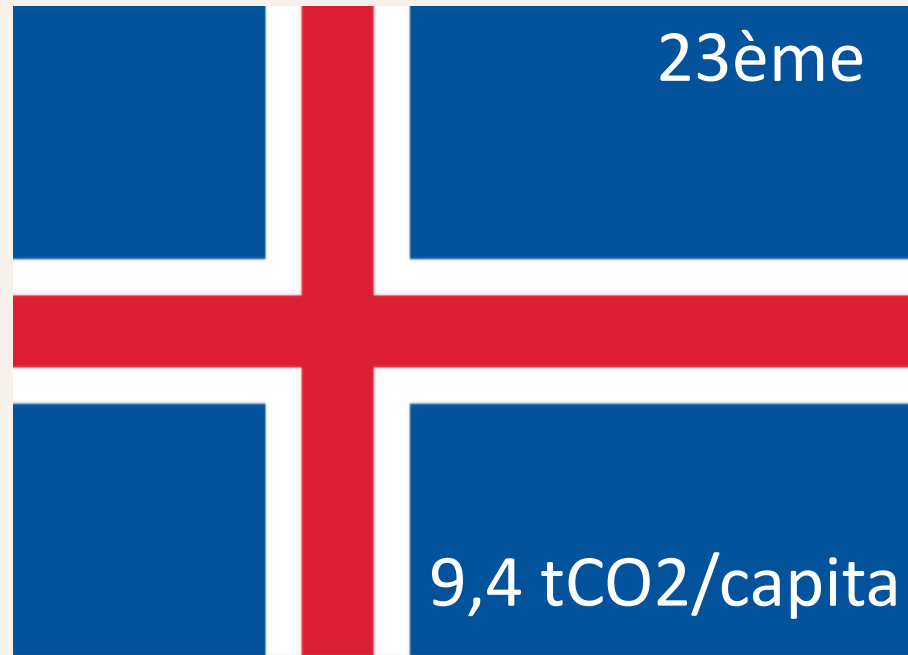
Il y aura un impact direct
sur le marché

et

l'image et la crédibilité
du mécanisme sera
améliorée

Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

S1 Des règles plus robustes : un lien physique obligatoire pour échanger des GO (une connexion électrique)



sources: <https://www.worldometers.info/co2-emissions/co2-emissions-per-capita/>

- Mix de production 2023 : 0,2 gCO₂/kWh
- Mix de consommation 2023: 432,2gCO₂/kWh
- Consommation Electrique 2023: 19,85 TWh
- Population 2022: 380 356
- $(\text{mix C} - \text{mix P}) \times \text{CE} / \text{Pop} = 22,5 \text{ tCO}_2/\text{capita}$
- Empreinte carbone market-based : $9,4 + 22,5 = \mathbf{31,9 \text{ tCO}_2} \Rightarrow \mathbf{3\text{ème}}$



Calcul effectué à partir des données disponibles sur <https://www.aib-net.org/facts/european-residual-mix/2023>

Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

S2 Des meilleurs suivis et évaluations du mécanisme et de son impact

Quels objectifs souhaitons-nous atteindre ?

- en émissions évitées
- en puissance installée
- en argent investi

Il nous faut déterminer des objectifs d'impact et les faire faire suivre par des organismes crédibles.

Quelques propositions de suivi :

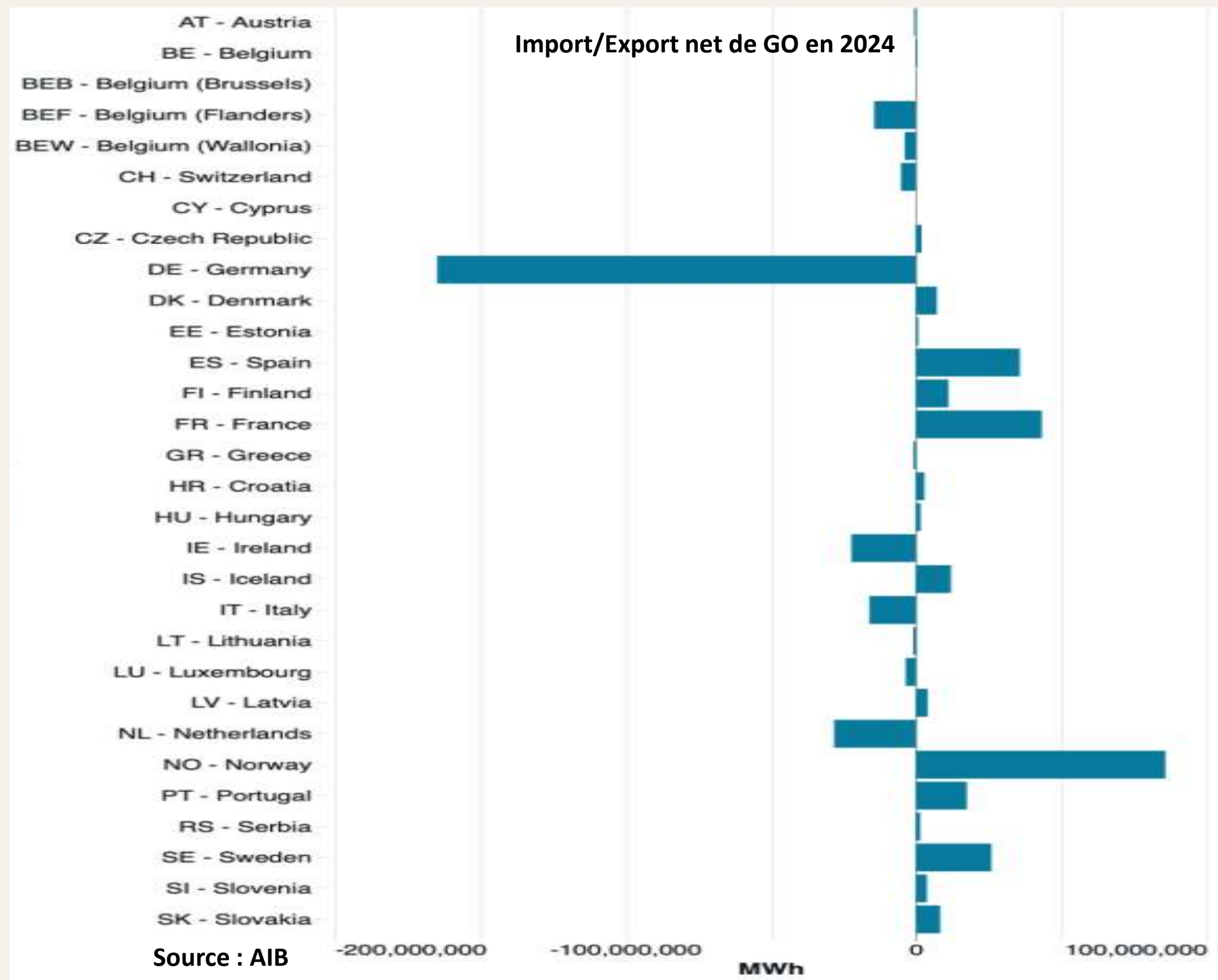
- **Puissance installée grâce aux GO** : investissements dans les ENR grâce aux GO dont les PPA (volume, date, niveau de prix des GO), retour sur investissement de l'argent public dépensé (enchères GO)
- **Emissions évitées grâce aux GO** : conversion des investissements en émissions évitées sur le réseau électrique européen
- **Echange d'émissions de CO₂** : mix énergétique et empreinte carbone par pays avant et après transactions de GO
- **suivi des normes et lois** : listes intégrales des lois européennes et normes internationales sur la traçabilité de l'énergie et pointage des problèmes d'harmonisation

Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

S2 Des meilleurs suivis et évaluations du mécanisme et de son impact

En parlant de transparence !

En inondant le marché européen des GO, la Norvège et la France, bloquent les signaux d'investissement dans les énergies renouvelables partout en Europe.



Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

S2 Des meilleurs suivis et évaluations du mécanisme et de son impact

New measures to preserve Norwegian renewable energy as a competitive advantage for business

Press release | Date: 20.03.2025 | Energidepartementet (<http://www.regjeringen.no/no/dep/ed/id750/>)

The government, in collaboration with the Confederation of Norwegian Industries, the Confederation of Norwegian Industries and the Norwegian Confederation of Trade Unions, has come up with several measures to ensure that clean energy continues to be a competitive advantage for Norwegian business.

– There should be no doubt that Norwegian electricity is renewable. It is crucial that we preserve renewable Norwegian power as a competitive advantage for Norwegian business, says Energy Minister Terje Aasland.

The government has long worked to ensure that the guarantee of origin scheme for electricity does not prevent Norwegian businesses from reporting that the electricity they use is renewable. In collaboration with Norsk Industri, Fellesforbundet and Forbundet Styrke, the government is now introducing several measures to safeguard clean and renewable power as a competitive advantage for Norwegian businesses.

One of the measures is to prepare a guide for Norwegian businesses on methods for calculating greenhouse gas emissions related to electricity use. The guide will help to highlight that Norwegian electricity is emission-free. In addition, the website that shows the product declaration for electricity based on trade with guarantees of origin will be changed so that it also shows the physically delivered electricity in Norway. The government will also work internationally to promote location-based reporting of electricity use, where physically delivered electricity is emphasized in sustainability reporting.

Pour mettre en lumière des comportement inadéquats :

Le gouvernement norvégien de M. Støre soutient officiellement une communication basée sur le calcul “location-based” pour valoriser son industrie nationale tout en participant au marché de l’UE pour récupérer l’argent des consommateurs européens.

	Export net (TWh)	Import de CO2 (Mtonnes)	Prix moyen GO (moyenne 3 ans, en €/MWh)	Gain approximatif (M€)
2015	93	51	0,25	23
2016	91	51	0,25	23
2017	101	51	0,47	48
2018	53	26	0,62	33
2019	66	27	0,73	48
2020	51	21	0,42	22
2021	66	29	1,00	66
2022	90	48	3,21	289
2023	89	53	3,34	296
2024	91	49	2,50	228
Total	791	405		1 076

Critiques et propositions d'évolution du mécanisme

S3 Des principes de communication claires : passer à une communication positive sur l'attribution et les conséquences

Location-based VS Market-based

=>

Attribution et Conséquence

Méthode d'attribution* : répartition des émissions de CO2 afin de déterminer les responsabilités et d'avoir collectivement un impact sur la transition énergétique.

Grâce à cette méthode :

- les consommateurs sont comparés sur des bases transparentes (clarté de la méthode, respect de l'additivité, pas de double comptage)
- les consommateurs contribuent collectivement à faire pression pour investir dans la transition énergétique (signal prix puissant)

Méthode de consequence* : évaluation de l'impact sur la baisse d'émissions de CO2 d'une action direction imputable à un acteur (émission évitée sur le réseau).

Grâce à cette méthode, le consommateur peut être valorisé pour la réalisation d'actions significatives dites additionnelles (investissement dans de nouveaux moyens de production) et plus généralement permettant de réduire l'émission du réseau.

L'un stimule l'autre : besoin de cohérence

C'est quand on a fait la base qu'on cherche à se distinguer.

*Définitions de l'auteur

III.

Analyse d'une GO au pas horaire

Analyse d'une GO au pas horaire

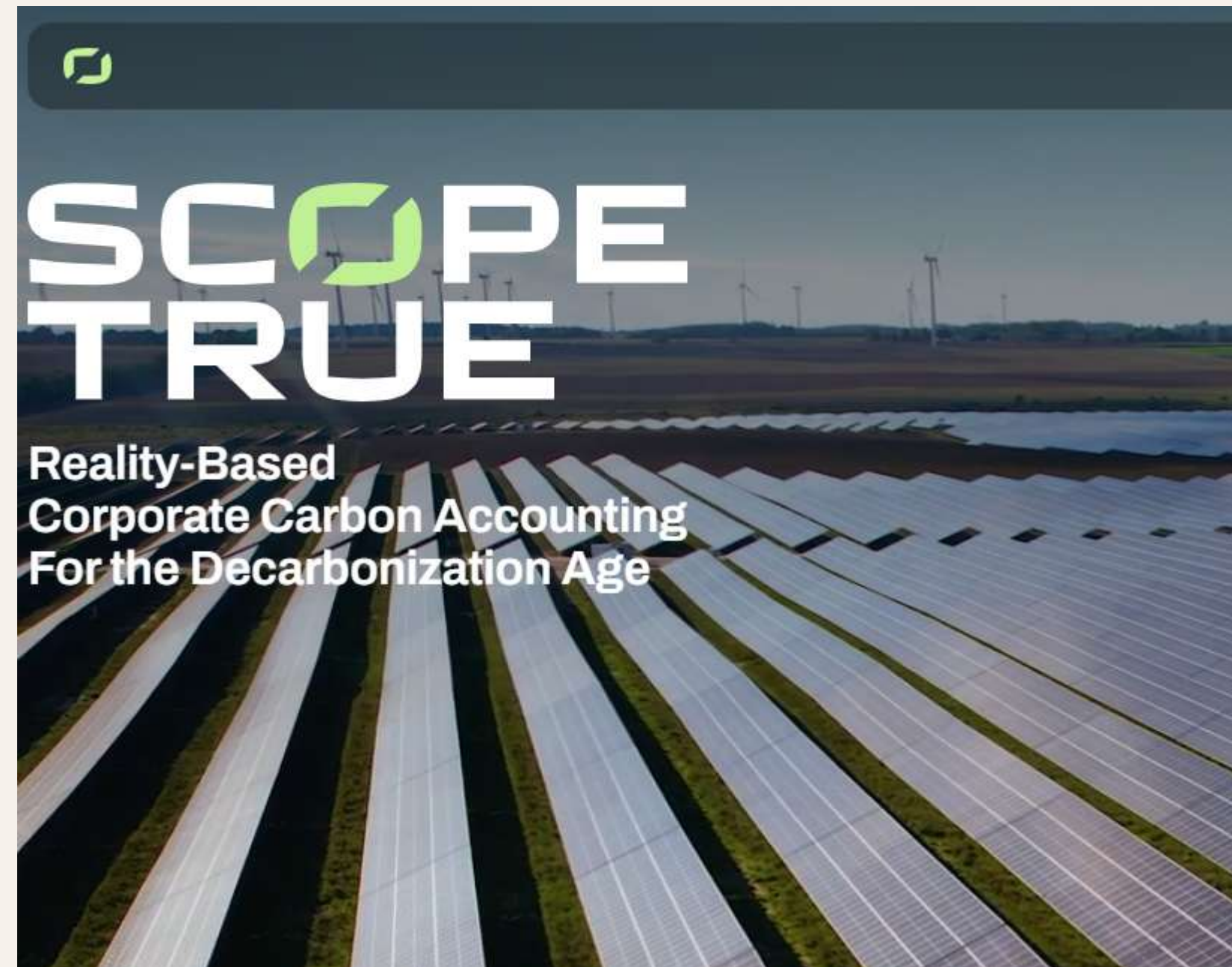
C'est quoi ? Une consommation électrique couverte par électricité produite la même heure.

Pourquoi ? Mieux coller à la réalité physique, soutenir la l'équilibrage décarboné du réseau électrique

Pourquoi en parler ? Il y a un lobby et une propagande pour imposer le pas horaire dans les lois et les normes internationales.

Les points abordés :

- **architecture de marché**
- **soutien académique**
- **réalité physique**

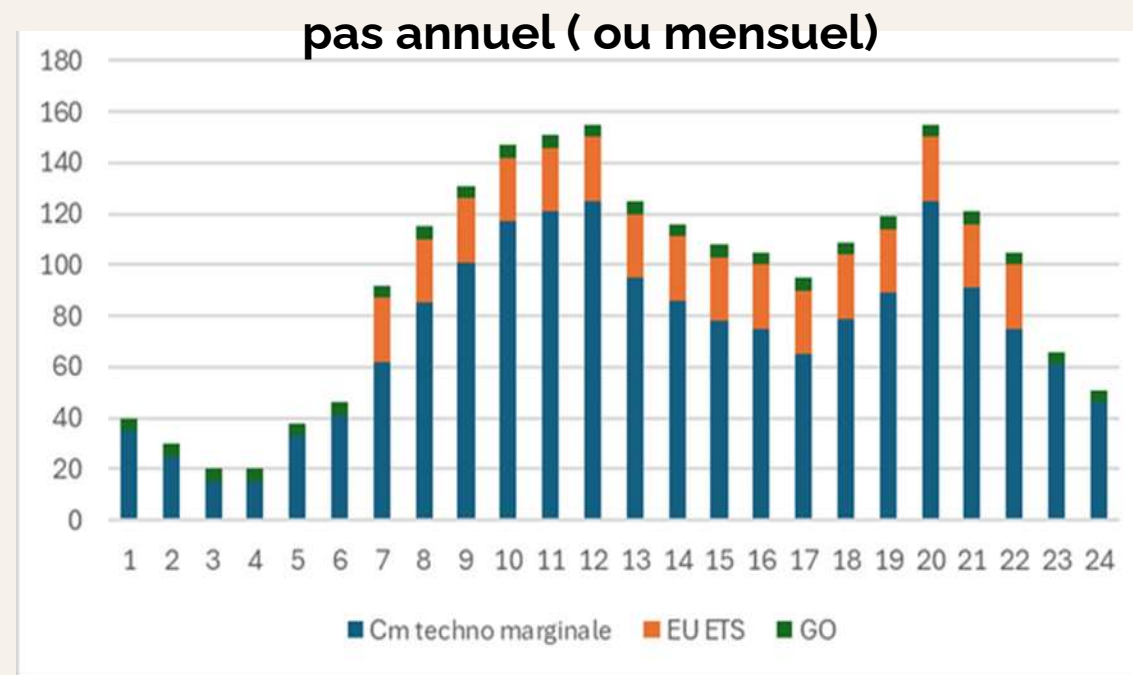


Source : EnergyTag

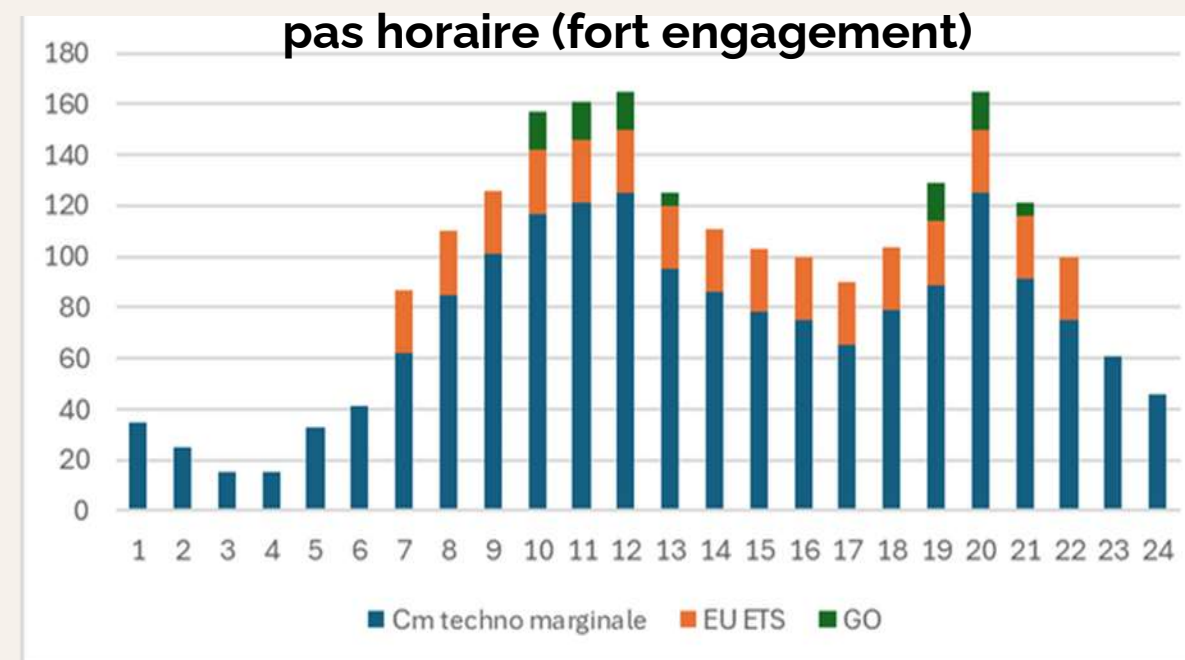
Analyse d'une GO au pas horaire

Erreur d'architecture de marché : deux faiblesses majeures (cibles manipulables et cherry picking)

1. Cherry picking : choisir de couvrir ou pas chaque heure en fonction de son prix ou difficulté d'accès (liquidité)

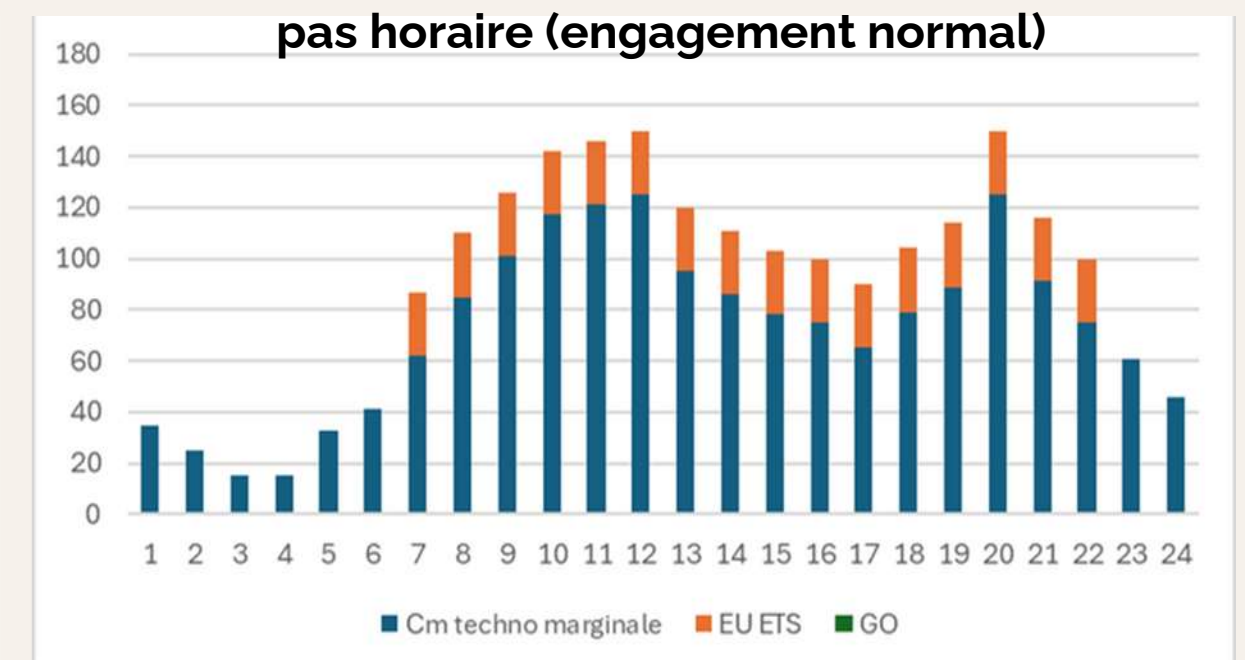


La GO valorise au même prix à toute heure



La GO valorise à un prix différent selon heure

- . **faible contrainte** (légère hausse d'empreinte CO2) donc tentation d'éviter les heures compliquées.
- . si engagement normal, aucun prix significatif n'émerge en raison des possibilités d'évitement.
- . le coût moyen des GO baisse quoi qu'il arrive (engagement fort ou normal)
- . pas de révolution dans le signal prix horaire (Cm+EU ETS)



2. Cibles manipulables : possibilité d'être couvert à 80%, 85%, 88,5%...

GO au pas annuel (mensuel) : une cible claire et engageante => 100%

GO au pas horaire : il sera possible de faire varier la cible à la marge en fonction du coût hors une faible variation engendre une forte augmentation du coût (cf études ci-dessus)

Analyse d'une GO au pas horaire

Erreur d'architecture de marché : cibles manipulables et cherry picking

Points d'attention :

Il faut analyser le potentiel d'une GO horaire en considérant l'existence du marché de l'électricité et de l'EU ETS :

- Resp d'équilibre valorise les technologies les plus aptes à équilibrer le réseau
- l'EU ETS sanctionne les technologies émettrices de CO₂

La formation d'un prix significatif au sein d'un marché volontaire est un équilibre fragile :

- Il dépend de l'existence de cibles claires et comparables.
 - ex : 100% vert (RE 100 : 446 entreprises ayant cette cible dont 279 avant 2030, pour une conso estimée à 570 TWh)
- Il dépend de l'absence d'échappatoire (risque de cherry picking)
 - ex : prix unique incontournable du pas annuel (ou mensuel)
- Si le pas horaire devient la norme c'est pour faire émerger des prix significatifs pour inciter à l'investissement dans l'équilibrage horaire décarboné.
Cela est impossible du fait :
 - De la baisse de volume de GO utilisées en raison de suppression de la cible de couverture à 100%, du temps de mise en place de la nouvelle norme ou encore des coûts associés à cette nouvelle pratique.
 - De la baisse du prix moyen en raison de la tentation de cherry picking horaire
 - De l'important volume de production hydraulique, nucléaire et d'ENR existant disposant d'un volume de GO à un coût marginal à 0€/MWh.



Impact d'une GO horaire comme norme

le pas horaire est un outil inadapté pour valoriser l'équilibrage décarboné : pas de nouveaux effets positifs à attendre

Une telle norme détruira les acquis du mécanisme actuel : signatures de PPA éolien et solaire, valeurs des GO aux enchères etc.

Il y a un **risque de dépendance** des consommateurs vis-à-vis des entreprises de service 24/7 et un sujet de transmission d'information

Analyse d'une GO au pas horaire

Un soutien académique limité mais intéressant

Points critiques :

Peu d'études essentiellement financées ou soutenues par Google*

Les méthodes d'analyses sont très similaires avec les mêmes biais et les comptes rendus sont exagérément favorables au pas horaire au vu des résultats des simulations.

Dans ces études, un impact significatif du pas horaire sur la décarbonation du réseau s'accompagne systématiquement des primes importantes. Mais la propension à payer **volontairement** ces primes par les consommateurs n'est pas étudiée.

Un processus d'achat LT base sur les coût moyens des installations sur leur cycle de vie. Cette logique est applicable aux plus gros consommateurs ayant une consommation concentrée sur un nombre limité de sites et pouvant lever les fonds nécessaires. Cette ne correspond pas à la majorité des consommateurs achetant sur le marché de l'électricité avec éventuellement une GO pour tracer l'origine.

Points positifs :

Des simulations favorables au pas annuel pour une première phase de décarbonation impliquant un grand nombre de participants.

Des travaux ouvrant des perspectives pour l'application de GO au pas horaire pour des secteurs industriels spécifiques : **data centers**, electro-intensifs, entreprises ferroviaires...

* Selon Energy Tag (organisme de lobby pro pas horaire) : 16 publications académiques présentées, 11 soutiennent l'intérêt du pas horaire pour la décarbonation du réseau. 10 proviennent soit de l'équipe du Dr Jenkins (Princeton), soit du Dr Riepin (TU Berlin), deux équipes dont les travaux sont financés et soutenu par Google. La onzième publication est un article de synthèse des travaux précédent rédigé par la Denmark TU.

System-level Impacts of 24/7 Carbon-free Electricity Procurement

Tableau pour une participation de 10% de consommateurs en Californie

C&I Cost Increase Compared to the Reference in California (2020US\$/MWh)					
Reference Reference California Participating C&I Cost = \$48.7/MWh		100% Annual Matching (<i>ex post</i> CFE = 75%)	24/7 Hourly Matching (Target CFE = 88%)	24/7 Hourly Matching (Target CFE = 98%)	24/7 Hourly Matching (Target CFE = 100%)
Available Technology	Current Technologies	1.4 (+3%)	10.3 (+21%)	19.2 (+39%)	31.0 (+64%)
	Advanced Technologies, No Combustion	1.4 (+3%)	10.1 (+21%)	18.9 (+39%)	29.1 (+60%)
	Advanced Technologies, Full Portfolio	1.4 (+3%)	8.0 (+16%)	14.3 (+29%)	18.8 (+39%)

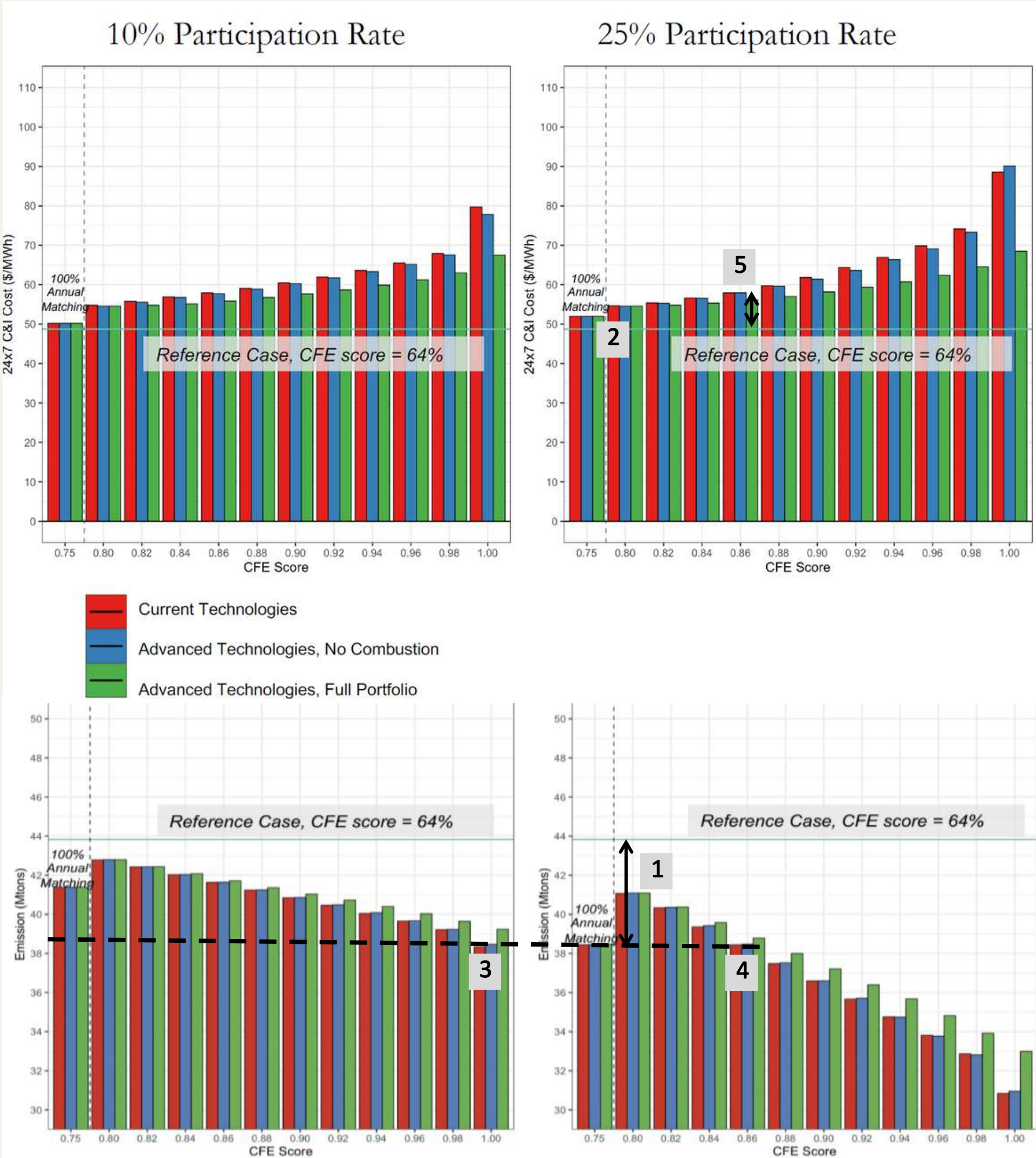
Si 25 % des consommateurs se couvrent à 100% au pas annuel, 5 millions de tonnes d'émissions sont évitées sur le réseau (1) pour un coût d'environ 52 \$/MWh soit une prime inférieure à 3\$/MWh (2).

Il faut que 10% des consommateurs soient couvert à 100% au pas horaire pour atteindre un niveau similaire de réduction d'émissions (3) ce qui, en théorie, couterait entre 18,8 et 31\$/MWh selon les technologies disponibles (cf tab).

Il faut que 25% des consommateurs soient couvert à 86% au pas horaire pour atteindre un niveau similaire de réduction d'émissions (4) ce qui, en théorie, ajoute une prime d'environ 9\$/MWh selon les technologies disponibles (5).

Conclusion : Le pas annuel semble avoir un impact plus direct et avec une prime limitée quand il y a une participation significative (25%) à une couverture à 100% au pas annuel. A noter que ces niveaux sont déjà atteint dans la réalité.

Commentaires additionnelles :
Les primes sont basées sur des coûts moyens par technologies ce qui sous-entend un processus d'achat limité à des gros consommateurs avec une capacité de financement initial (trésorerie, crédit).
Les primes sont estimées à long terme ce qui induit une forte incertitude sur la réalisation de ces primes et une confiance nécessaire dans les modèles.



Analyse d'une GO au pas horaire

Un soutien académique limité mais intéressant

System-level Impacts of 24/7 Carbon-free Electricity Procurement
Auteurs : Qingyu Xua, Aneesha Manocha, Neha Patankarc, Jesse D. Jenkins
Financement : Google

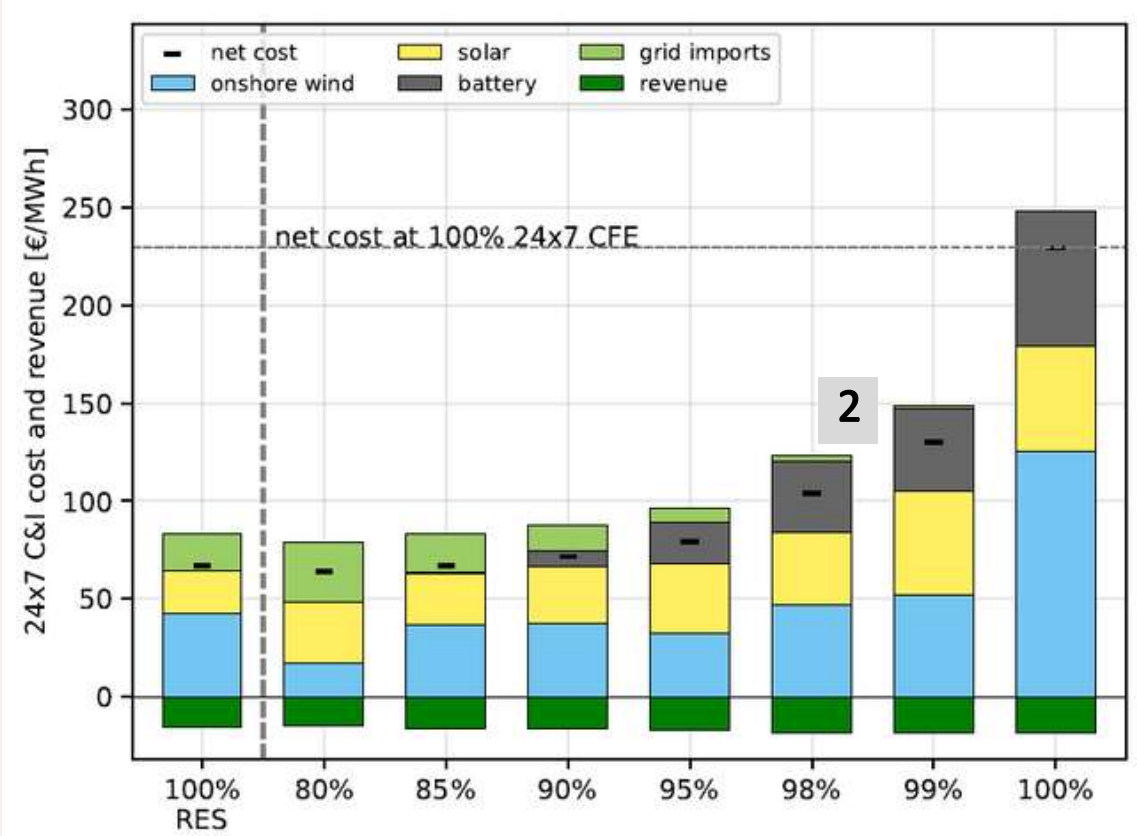
“The authors wish to acknowledge members of the Google energy team for thoughtful comments and inputs on earlier drafts of this report.”

Synthèse des auteurs (key findings) et commentaires :

Un approvisionnement en électricité décarbonée (CFE) 24h/24 et 7j/7 :	Commentaires
Peut éliminer les émissions de CO2 associées à la consommation d’électricité d’un acheteur, allant au-delà de l’impact de l’achat d’énergie au pas annuel.	Il est démontré qu’une couverture à 100% au pas annuel ne correspondra à la moyenne horaire qu’à une partie du profil de consommation (environ 75%).
Peut entraîner des réductions d’émissions plus importantes à l’échelle du système qu’une couverture au pas annuel à 100 % si l’objectif d’une énergie décarbonée est suffisamment élevé.	Cette idée semble intuitive. Tout dépend de la capacité du mécanisme à inciter un consommateur à se tenir volontairement à un objectif suffisamment élevé. Cette capacité n’est pas testée dans l’étude.
Favorise le déploiement précoce d’une production d’énergie avancée et « propre » et/ou d’un stockage d’énergie de longue durée, créant ainsi des marchés initiaux pour le déploiement, l’innovation et la réduction des coûts qui permettent à l’ensemble de la société de suivre plus facilement la voie vers une électricité 100 % sans carbone.	Cela dépend toujours de la capacité à ce tenir à un objectif significatif ce qui est tout l’enjeu d’un mécanisme volontaire.
Répond mieux à la demande pendant les périodes d’approvisionnement limité et entraîne donc une réduction beaucoup plus importante de la capacité de production de gaz naturel qu’une couverture à 100 % au pas annuel.	Encore une conséquence logique d'un mécanisme plus contraignant. Quid de la motivation a se tenir à l'objectif
S’accompagne d’une prime de coût plus importante par rapport au pas annuel à 100 %; cette prime est considérablement réduite si un portefeuille complet de ressources d’entreprises propres est disponible et que les cibles inférieures à 100 % sont sélectionnées.	Si le coût est fortement réduit en baissant la cible c’est que cette cible ne devient plus incitative pour la transition énergétique (voir slide suivant)

Les primes des différents scenarii

Zone	Palette	100% RES	98% CFE ²	100% CFE
IE	Palette 1	67.1	104.2(+55%)	229.4(+242%)
IE	Palette 2	67.1	84.6(+26%)	98.6(+47%)
IE	Palette 3	67.1	81.0(+21%)	88.1(+31%)
DE	Palette 1	80.5	98.3(+22%)	193.5(+141%)
DE	Palette 2	80.5	92.2(+15%)	113.5(+41%)
DE	Palette 3	80.5	82.9(+3%)	88.6(+10%)
DK1	Palette 1	56.0	70.3(+26%)	153.7(+175%)
DK1	Palette 2	56.0	65.2(+16%)	84.7(+51%)
DK1	Palette 3	56.0	62.7(+12%)	77.1(+38%)
NL	Palette 1	63.7	91.1(+43%)	172.1(+170%)
NL	Palette 2	63.7	78.6(+23%)	92.2(+45%)
NL	Palette 3	63.7	73.5(+15%)	82.5(+29%)



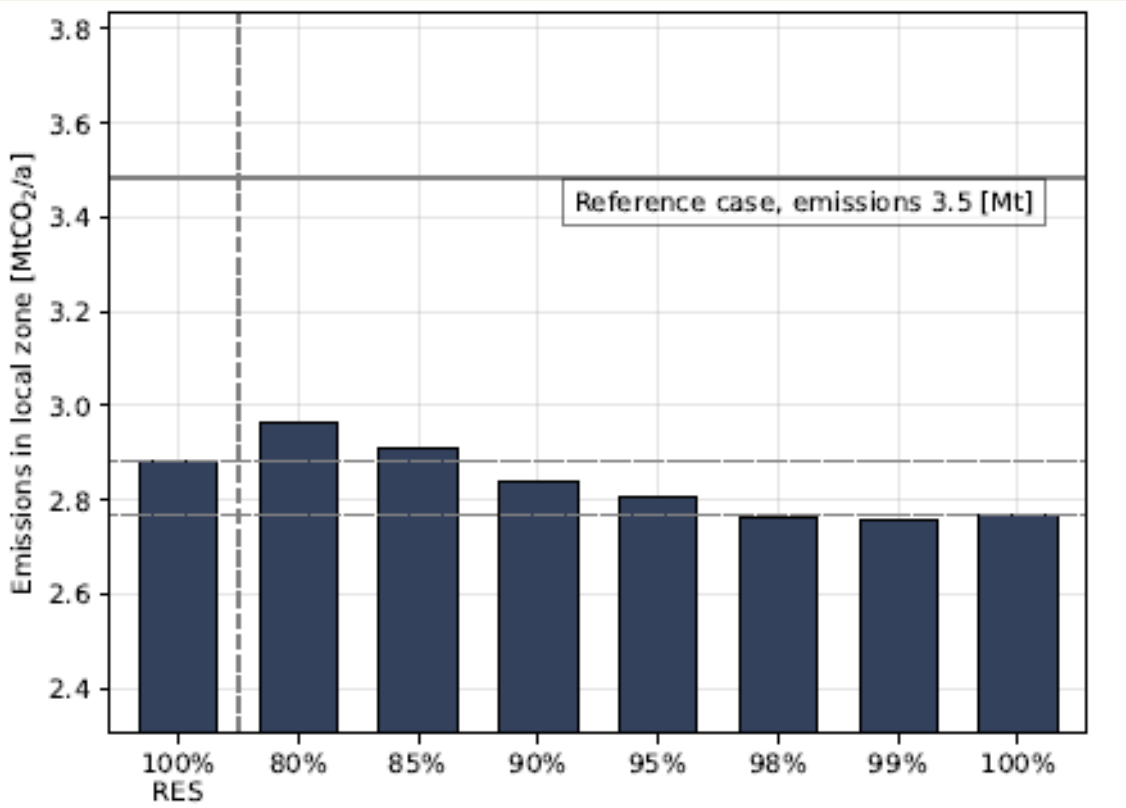
Irlande – Palette 1 – 2025

taux de participation des consommateurs : 10%

Commentaires :

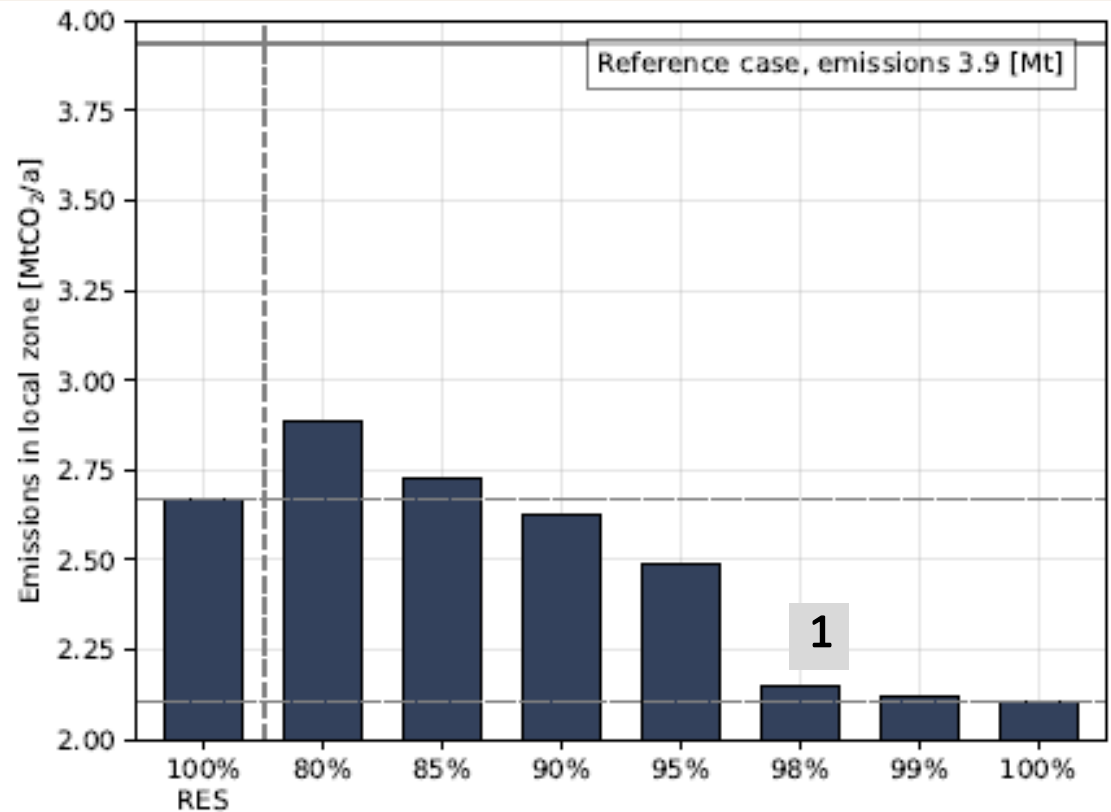
- Un effet significatif d'une couverture au pas annuel
- Peu de difference ⁷ d'impact entre un pas annuel à 100% et un pas horaire jusqu'à cible 95% de couverture
- Un effet notable à partir d'une cible du pas horaire de 98% (1) mais avec des primes significatives

L'impact des scenarii sur la décarbonation d'une zone



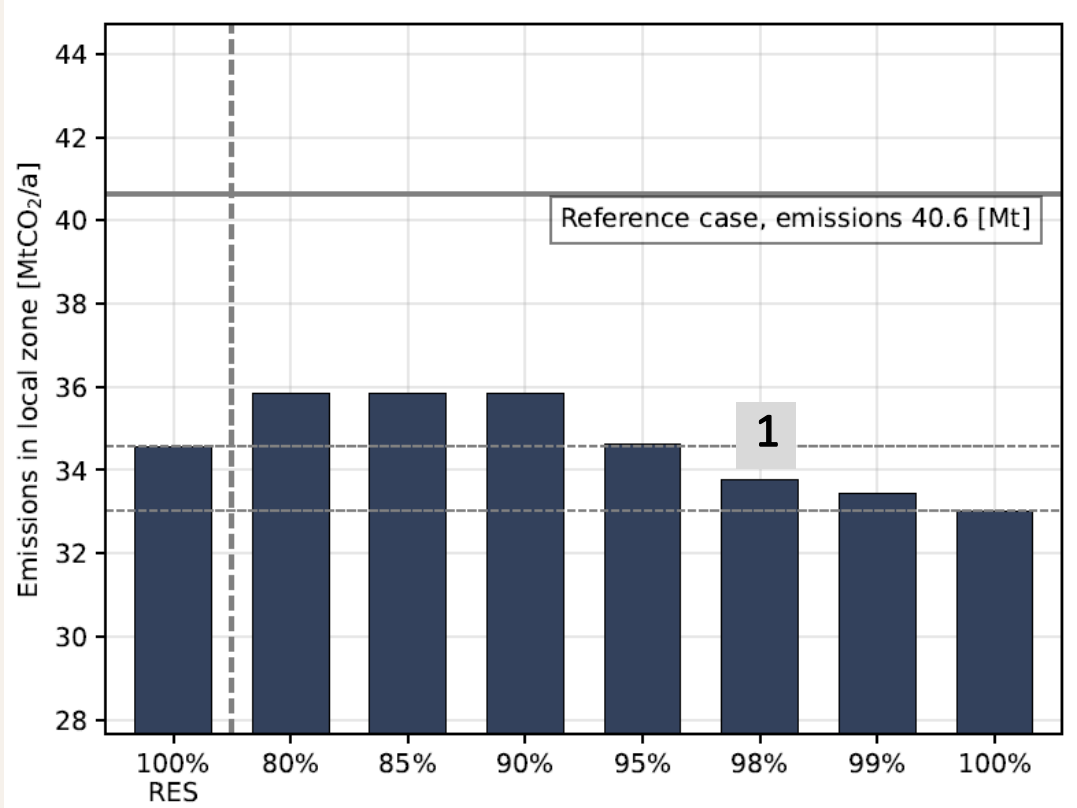
Irlande – Palette 1 – 2025

taux de participation des consommateurs : 10%



Irlande – Palette 1 – 2025

taux de participation des consommateurs : 25%



Allemagne – Palette 3 – 2025

taux de participation des consommateurs : 25%

Analyse d'une GO au pas horaire

System-level impacts of 24/7 carbon-free electricity procurement in Europe

Auteurs : Iégor Riepin, Tom Brown

Financement : Google

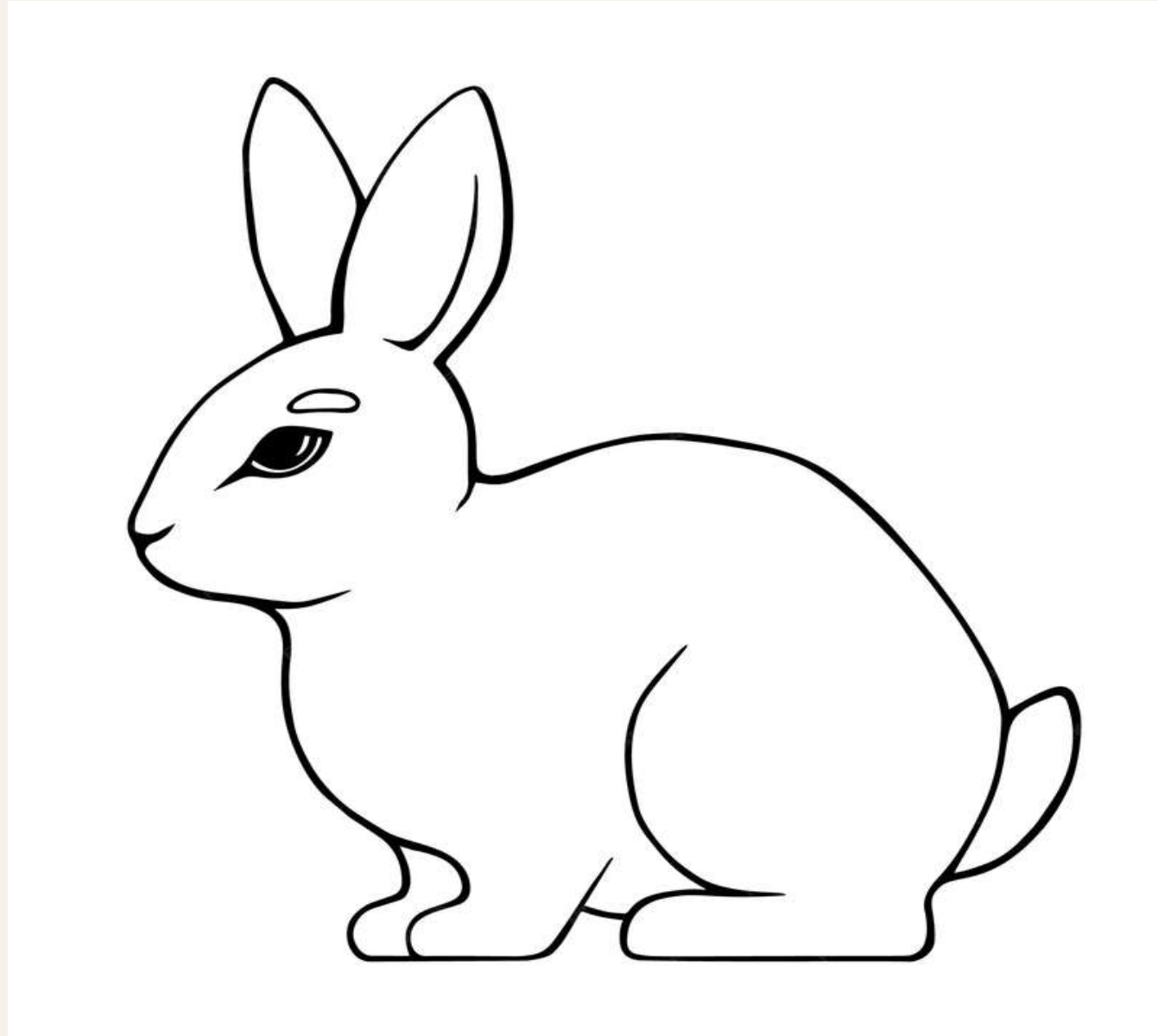
“Acknowledgements: The authors thank members of the Google energy markets and policy team for their feedback and inputs on earlier drafts of this report.”

Synthèse des auteurs (key findings) et commentaires :

Un approvisionnement en électricité décarbonée (CFE) 24h/24 et 7j/7 :	Commentaires
L'approvisionnement en énergie décarbonée en 24/7 permet de réduire les émissions pour l'acheteur et le système, ainsi que pour réduire les besoins de flexibilité dans le reste du système	Cela est assez intuitif mais nécessite d'être confronté à la propension à payer volontairement des consommateurs, propension qui doit inclure l'organisation en interne pour la gestion de ce mécanisme.
Atteindre une énergie décarbonée entre 90 à 95 % du temps peut se faire avec seulement une petite prime par rapport à une énergie 100 % renouvelable au pas annuel. L'objectif peut être atteint en complétant l'éolien et le solaire par le stockage sur batterie.	Oui effectivement, mais l'étude montre des résultats limités sur la décarbonation des réseaux lorsque les consommateurs atteignent ces pourcentages.
Atteindre l'objectif de 100 % d'énergie décarbonée est possible, mais coûteux avec les technologies existantes d'énergie renouvelable et de stockage, les coûts augmentant rapidement au-delà de 95 %.	Effectivement (cf diapositive suivante). Nous observons que l'impact significatif sur les baisses d'émissions démarrent à ce moment.
L'objectif de 100 % d'énergie décarbonée pourrait avoir une prime beaucoup plus faible si le stockage de longue durée ou les technologies de distribution propres comme la géothermie avancée étaient disponibles.	Oui mais elle ne le sont pas. Ce n'est pas des GO au pas horaire qui vont régler ce problème d'ordre industriel.
L'approvisionnement 24/7 créerait un marché précoce pour les technologies de pointe, ce qui stimulerait l'innovation et l'apprentissage, ce dont l'ensemble du réseau électrique bénéficierait.	Pas de lien clair entre cette conclusion et l'étude. C'est étrange que le marché de l'électricité avec le mécanisme EU ETS ne suffise pas à donner ce signal. Il faudra une grosse propension à payer des consommateurs pour de la GO spécifiquement horaire.

Analyse d'une GO au pas horaire

Une propagande abusive en utilisant l'argument de la réalité physique



Scope 2



Scope « True »

Laquelle de ces images est la plus proche d'un vrai lapin blanc ?
Si vous voulez un vrai lapin blanc, et qu'on vous propose une de ces images pour vous satisfaire,
le seriez-vous ?

Conclusion Générale

Principes pour une norme internationale

ATTRIBUTION

(distribution des responsabilités)

Cadre robuste

- Registre mandaté par l'Etat
- Calcul de mix résiduel ou « Full Consumption Mix Disclosure »



calcul market-based

Cadre incomplet

- Absence de cadre législative ou cadre incomplet = absence de mix résiduel



calcul market-based
et
calcul location-based

CONSEQUENCE

(impact direct sur la baisse d'émissions)

Exemple d'actions :

- Signature d'un PPA greenfield
- GO labellisée dont le cahier des charges a un impact direct sur l'investissement
- Couverture par des GO horaires engendrant un impact direct de baisse d'émissions de CO2 (adaptation de la consommation, investissement dans stockage etc)

Principes de calcul : mass balancing, pas annuel strict, zones connectées physiquement

Merci beaucoup pour votre attention !

ivan@quiestvert.fr