

MARS 2023

# **Qu'est ce qu'implique l'indépendance énergétique de la France?**

**Maria Fe Garcia**  
**Elise Thai**





# Sommaire

I) Pourquoi étudier la centralisation de ressources énergétiques?

II) Méthodologie

III) Simulation test

A) Saison Hivernale



1- Témoin Hiver

2- Test 1

3- Test 2

4- Comparaison

B) Saison estivale



1- Témoin Eté

2- Test 3

3- Test 4

4- Comparaison

C) Etude des Mix énergétiques

IV) Pour approfondir...

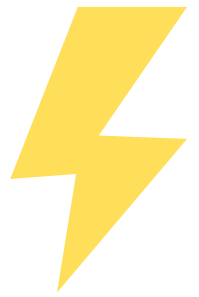
A) Test annuel

B) Pistes de recherche...

V) Conclusion



# I) Pourquoi étudier la centralisation de ressources énergétiques?



Alors que la crise en Ukraine souligne les faiblesses des liens d'interdépendance entre les pays de l'Union européenne, des mouvements de pensée souverainistes apparaissent. L'indépendance énergétique est la capacité d'un pays à satisfaire de manière « autonome » ses besoins énergétiques. On a ainsi tendance à connoter positivement la notion d'autonomie énergétique. En témoigne l'émergence d'articles et de tribunes prônant la souveraineté énergétique de la France, à l'image du titre de presse ci-dessous.

Journal

**F** / FigaroVox

Vox Politique

Vox Société

Vox Économie

Vox Monde

Vox Culture

La question du jour

Accueil > Vox > Vox Politique

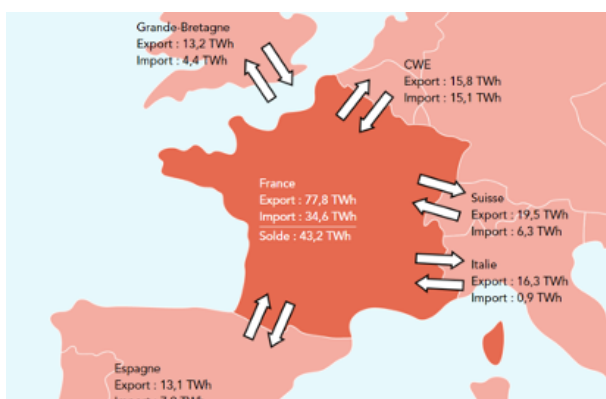
## «Pour la souveraineté énergétique de la France, réformons le marché européen de l'électricité ou quittons-le»

Par Tribune collective

Publié le 07/02/2023 à 11:13, mis à jour le 14/02/2023 à 10:55

Mais qu'est ce qu'implique l'indépendance énergétique de la France?

D'après l'INSEE, le taux d'indépendance énergétique est le rapport entre la production nationale d'énergies primaires (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies renouvelables) et la consommation en énergie primaire, une année donnée. Ce taux peut se calculer pour chacun des grands types d'énergies ou globalement toutes énergies confondues. On s'intéressera ainsi à ce deuxième cas dans le cadre de notre expérience. Rendre la France "autonome" énergétiquement, c'est supprimer et mettre à 0 la puissance importée et exportée des autres pays. A travers le programme, il a été choisi de prendre en compte les échanges avec seulement les pays frontaliers par souci de simplification. On va ainsi s'intéresser à celles ci en particulier.



Comme on peut le voir sur l'image ci-contre, les interconnexions entre les pays frontaliers et la France inclut l'exportation et l'importation d'une certaine puissance qui varie selon le pays et au fil de l'année. Sont pris en compte dans la simulation: l'Allemagne/Belgique, l'Espagne, l'Italie/Suisse et la Grande Bretagne.

# Méthodologie

## Comment “couper” les échanges entre la France et ses voisins?

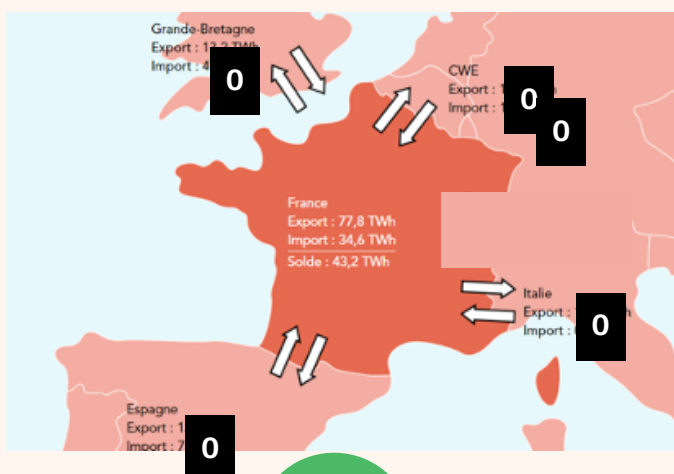
Nous avons décidé d'utiliser 2 méthodes pour “couper” les interconnexions avec les pays frontaliers. Afin de pouvoir comparer d'un point de vue méthodologique ces 2 méthodes, ont reproduit la même expérience, qui consiste à comparer les périodes de hautes et basses saisons avec et sans coupure des interconnexions, avec la méthode 1 et la méthode 2. On tirera ensuite des conclusions sur les éventuelles différences remarquées à la fin des simulations. Concernant les témoins, la méthode avec laquelle ils ont été réalisés n'a pas été spécifié. En effet, comme il s'agit de témoin la méthode est commune, qu'importe le protocole de simulation employé.

**#Méthode 1:** La méthode 1 consiste à supprimer les interconnexions en passant par les paramètres entrants. On va ainsi changer les paramètres de bases du fichier prod\_pilotable afin de mettre les puissances des interconnexions à 0.

**#Méthode 2 :** La méthode 2 consiste à supprimer les interconnexions en passant par le code en lui-même. On va ainsi “désactiver” la partie du code main qui traite les interconnexions en les transformant en commentaire avec #. Comme cela, c'est comme si on coupait une partie du système.

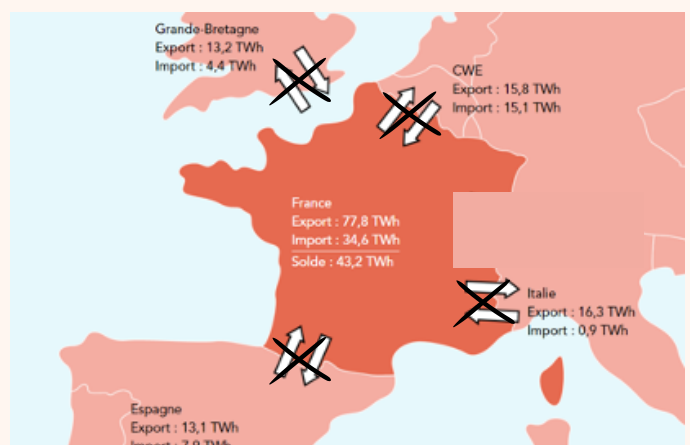
Il est important de noter que s'il est facile de "couper" nos relations avec les autres pays dans la simulation, ce n'est pas le cas en réalité, notamment avec l'Allemagne. En effet, couper les interconnexions avec l'Allemagne entrainerait une coupure de l'électricité dans les villages frontaliers.

### Méthode 1



1

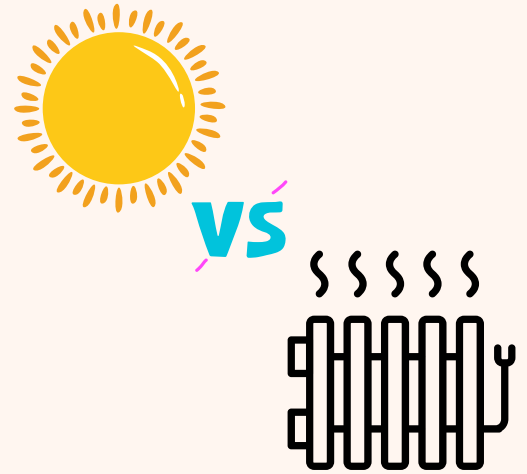
### Méthode 2



2

## Différencier les périodes de l'année pour avoir des bilans d'impact visés

On procède à 2 tests, un en haute et un en basse saison. On choisit de différencier basse et haute saison car cela nous permet de voir l'impact d'une politique souverainiste en fonction de la période de l'année. On s'attend en hiver à une demande plus importante qu'en été, et donc plus de risque de black out en hiver à cause d'une production nationale interne insuffisante. L'été et l'hiver étant les périodes d'extremum minimal et maximal de consommation, on a choisi de les traiter plus en détail.



## Analyser l'impact de l'indépendance énergétique au vu des enjeux



Enfin, pour plus de clarté dans l'analyse, nous nous concentrerons sur les valeurs moyennes sur la période concernée. On va ainsi s'intéresser à 2 variables d'intérêts, le prix et l'export, et comparer leur évolution entre une simulation avec et sans interconnexions. On choisit de se concentrer sur ces 2 variables en priorité car le prix est un indicateur de la relation entre l'offre et la demande. Étant donné que l'offre change puisque l'on a plus accès à l'énergie de nos voisins, le prix va s'en retrouver impacté. L'export quant à lui, nous intéresse parce qu'il va nous donner des indications sur l'état de production par rapport à la demande. La dénomination export désigne en réalité l'état des lieux de la production d'énergie en France: produit on en excès ou à défaut? Si l'on produit assez/voir plus pour le pays, cela signifie que l'export va être positif. Si l'on ne produit pas assez pour le pays, ce chiffre va être négatif.

Ces 2 données permettent d'avoir une vision globale de la situation et d'évaluer la portée des enjeux d'une indépendance énergétique.



# II) Simulations Test

## A) Saison hivernale du 15 décembre 2022 au 15 janvier 2023



TEST TÉMOIN HIVER: SANS COUPURES DES INTERCONNEXIONS, DU 15 DÉCEMBRE 2022 AU 15 JANVIER 2023

**Hypothèse:** On s'attend ainsi à une consommation élevée. Ce test fait office de simulation témoin.



### Interprétation

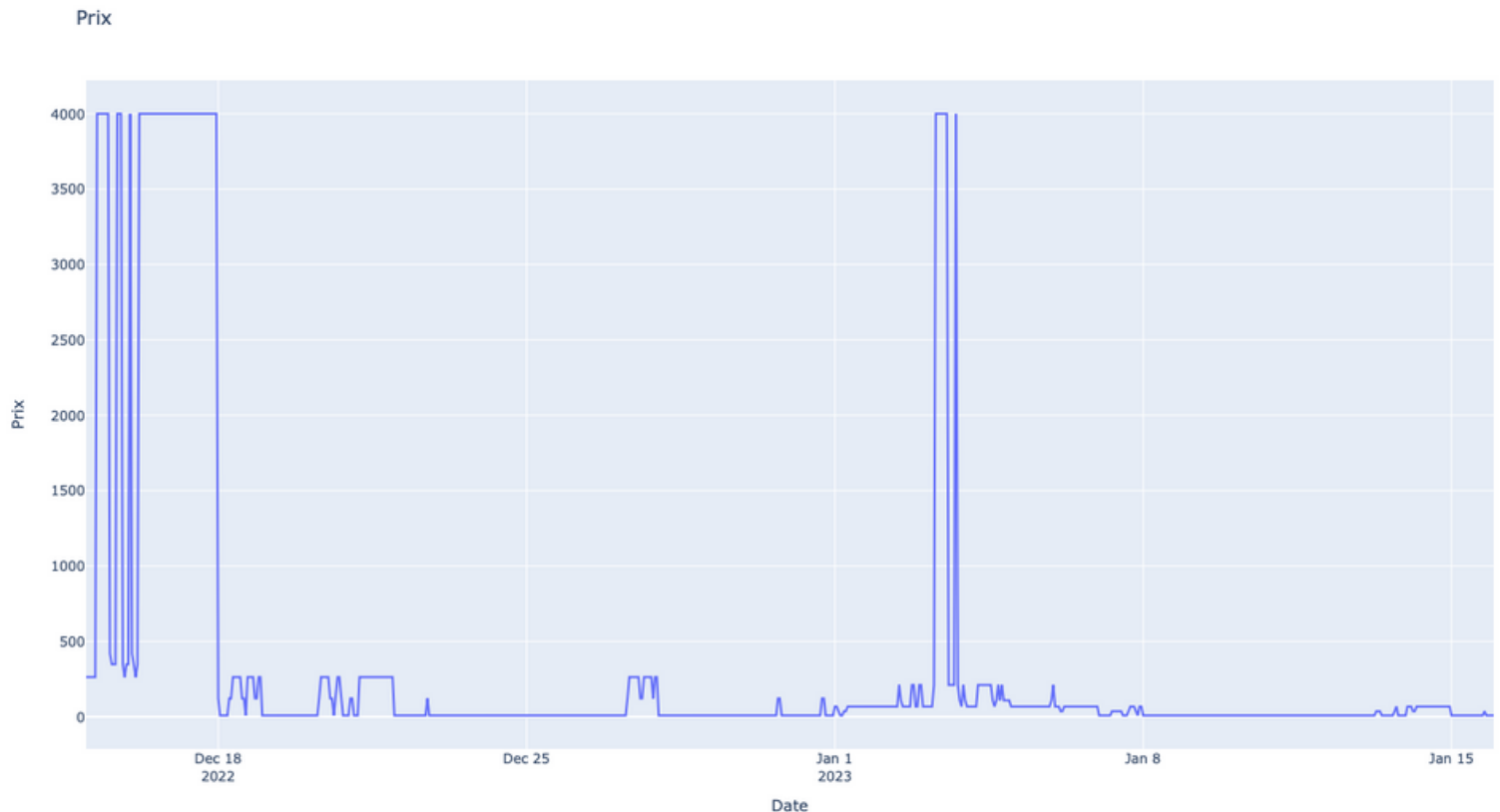
Comme on peut le voir sur ce graphe, le prix de l'énergie en hiver est situé entre 10 et 340 euros. Il n'y a cependant pas de coupure de courant ou black out car on n'atteint pas le plafond de 4 000 euros.

# A) Saison hivernale du 15 décembre 2022 au 15 janvier 2023



**TEST 1 : AVEC COUPURES DES INTERCONNEXIONS, DU 15 DÉCEMBRE 2022 AU 15 JANVIER 2023, SELON LA MÉTHODE 1** ①

**Hypothèse:** Puisque les interconnexions sont mises à 0 selon la méthode 1, nous nous attendons à une hausse dans le prix.



## Interprétation

On observe plusieurs pics à 4000 euros, ce qui signifie qu'il y a des black out puisque c'est la limite du système de la simulation. Ces pics semblent pouvoir durer plusieurs jours, jusqu'à 3 comme on peut le voir du 15 au 18 décembre. L'autre pic du 3 janvier 2023 nous indique que ce n'est pas un événement isolé. On assiste donc à plusieurs black out sur des périodes de consommation d'énergie accrue, comme en hiver, en utilisant la méthode 1.

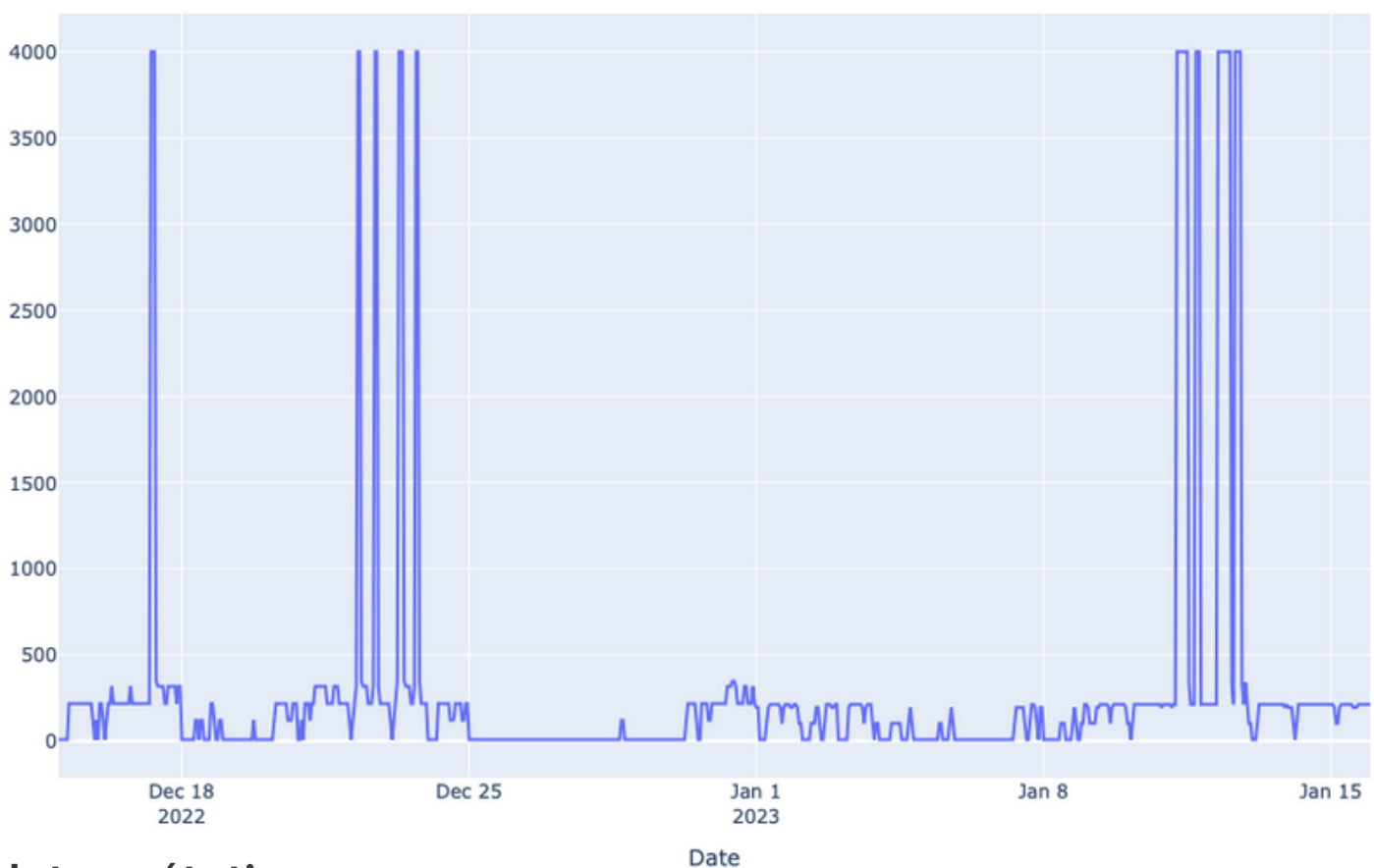
# A) Saison hivernale du 15 décembre 2022 au 15 janvier 2023



TEST 2: AVEC COUPURES DES INTERCONNEXIONS DU 15 DÉCEMBRE 2022 AU 15 JANVIER 2023, SLEON LA MÉTHODE 2 **2**

**Hypothèse:** Puisque les interconnexions sont mises à 0 selon la méthode 2, nous nous attendons à une hausse dans le prix.

Prix



## Interprétation

On observe plusieurs pics à 4000 euros, ce qui signifie qu'il y a des black out. Ces pics semblent courts mais plus fréquents. On peut voir 9 pics à 4000 euros. On assiste donc aussi à 9 black out sur des périodes de consommation d'énergie accrue, comme en hiver, en utilisant la méthode 2.

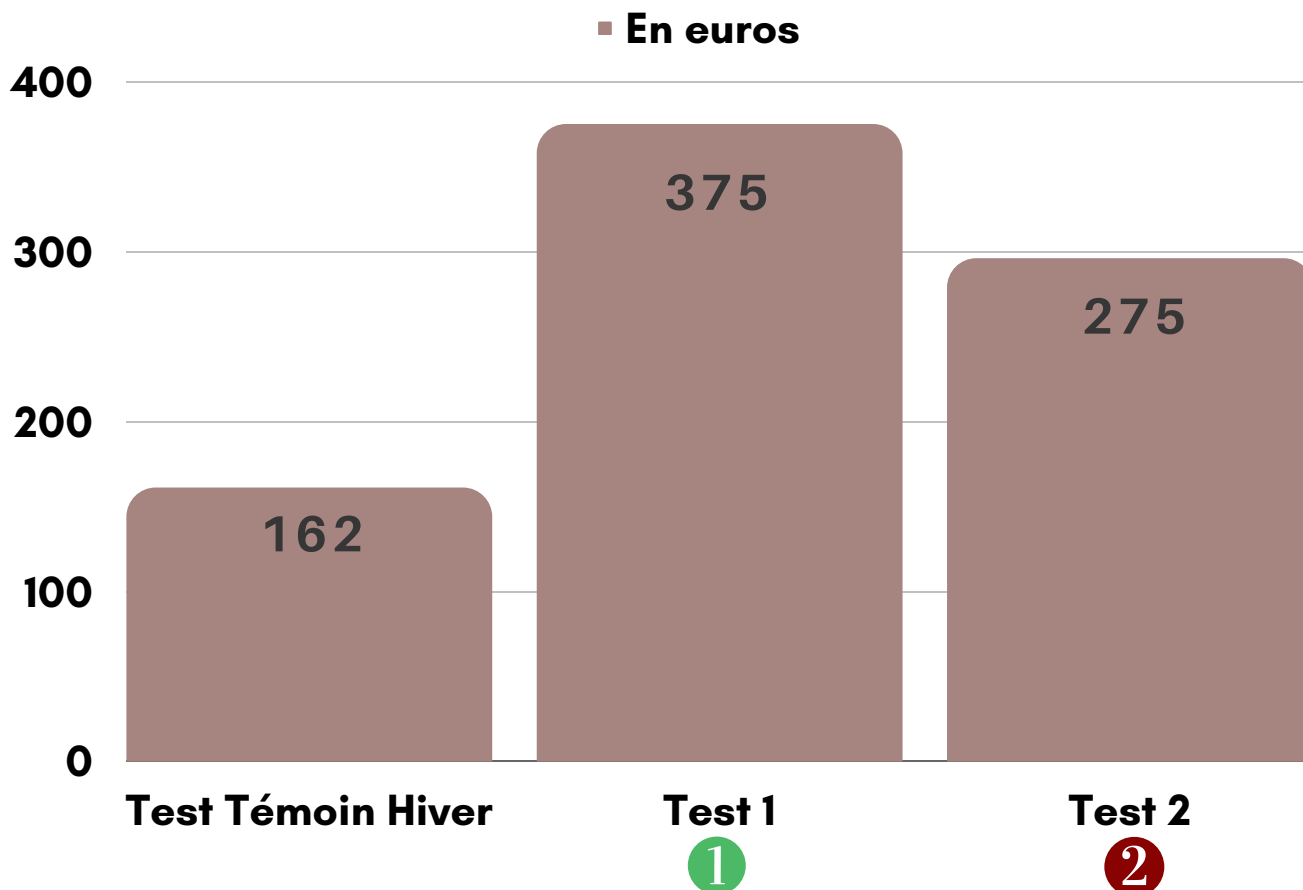


# A) Saison hivernale du 15 décembre 2022 au 15 janvier 2023



## COMPARAISONS

Prix moyen pour la saison hivernale (avant et après coupure des interconnexions)



### Interprétation

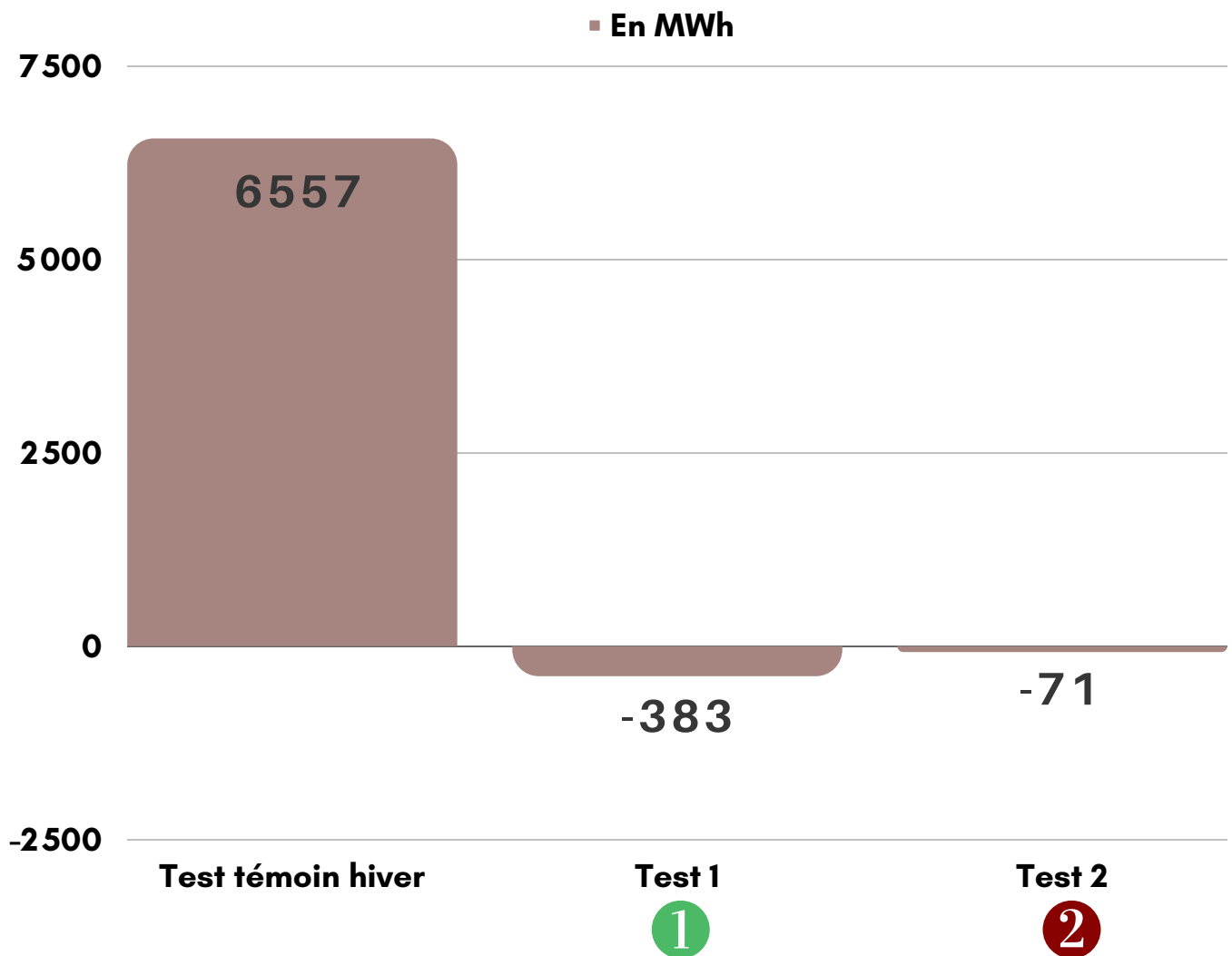
Dans le cadre de notre question de recherche, un des points les plus intéressants à comparer est le prix. Comme on peut le voir ci-dessus, il passe de 162 à 375 (ou 275 selon la méthode) euros lorsque l'on décide de devenir indépendant énergétiquement. Le prix augmente donc de manière conséquente en hiver: en moyenne avec les calculs des 2 méthodes, il double.

# A) Saison hivernale du 15 décembre 2022 au 15 janvier 2023



## COMPARAISONS

Exports moyens pour la saison hivernale (avant après coupure des interconnexions)



### Interprétation

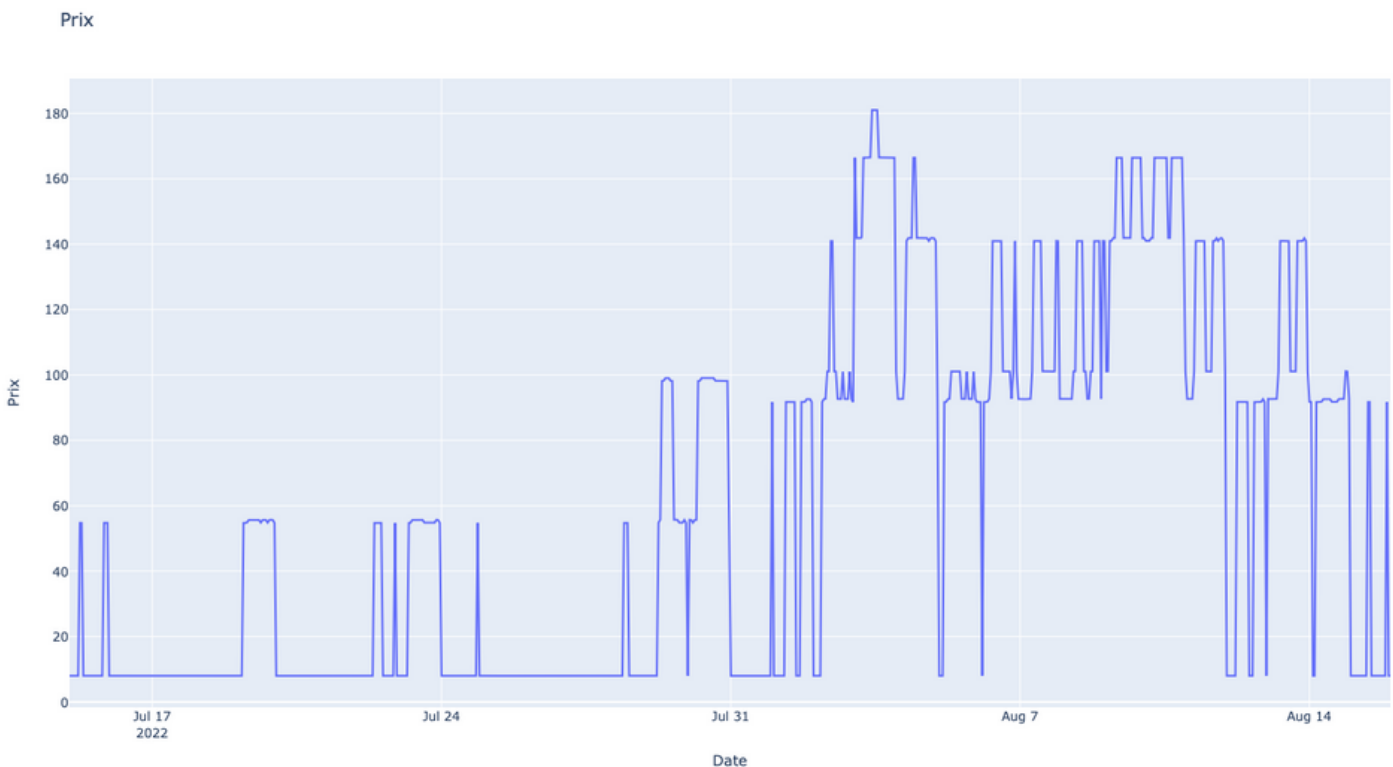
On peut même aller plus loin en analysant les exportations. En effet, si sans coupure le chiffre est positif (6557) ce qui signifie qu'on produit plus d'énergie que nécessaire, avec coupure on peut voir qu'il est négatif (-383 avec la méthode 1 ou -71 avec la méthode 2) ce qui signifie qu'il y a un déficit dans l'énergie nécessaire selon la consommation en hiver. On a donc besoin de nouvelles sources de production d'énergie pour pallier à ça, d'après ce premier protocole de simulation.

## B) Saison estivale du 15 juillet au 15 août 2022



**TEST TEMOIN ÉTÉ: SANS COUPURES DES INTERCONNEXIONS DEPUIS LE 15 JUILLET 2022 AU 15 AOÛT 2023**

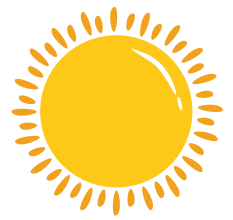
**Hypothèse:** On s'attend ainsi à une consommation moins élevée que pour l'hiver. Ce test fait office de simulation témoin.



### Interprétation

Comme on peut le voir sur ce graphe, le prix de l'énergie en hiver est situé entre 10 et 180 euros. Ces chiffres sont en effet moins élevés que pendant la période hivernale, comme on l'avait envisagé dans l'hypothèse. Il n'y a pas de coupure de courant ou de black out car on n'atteint pas le plafond de 4 000 euros.

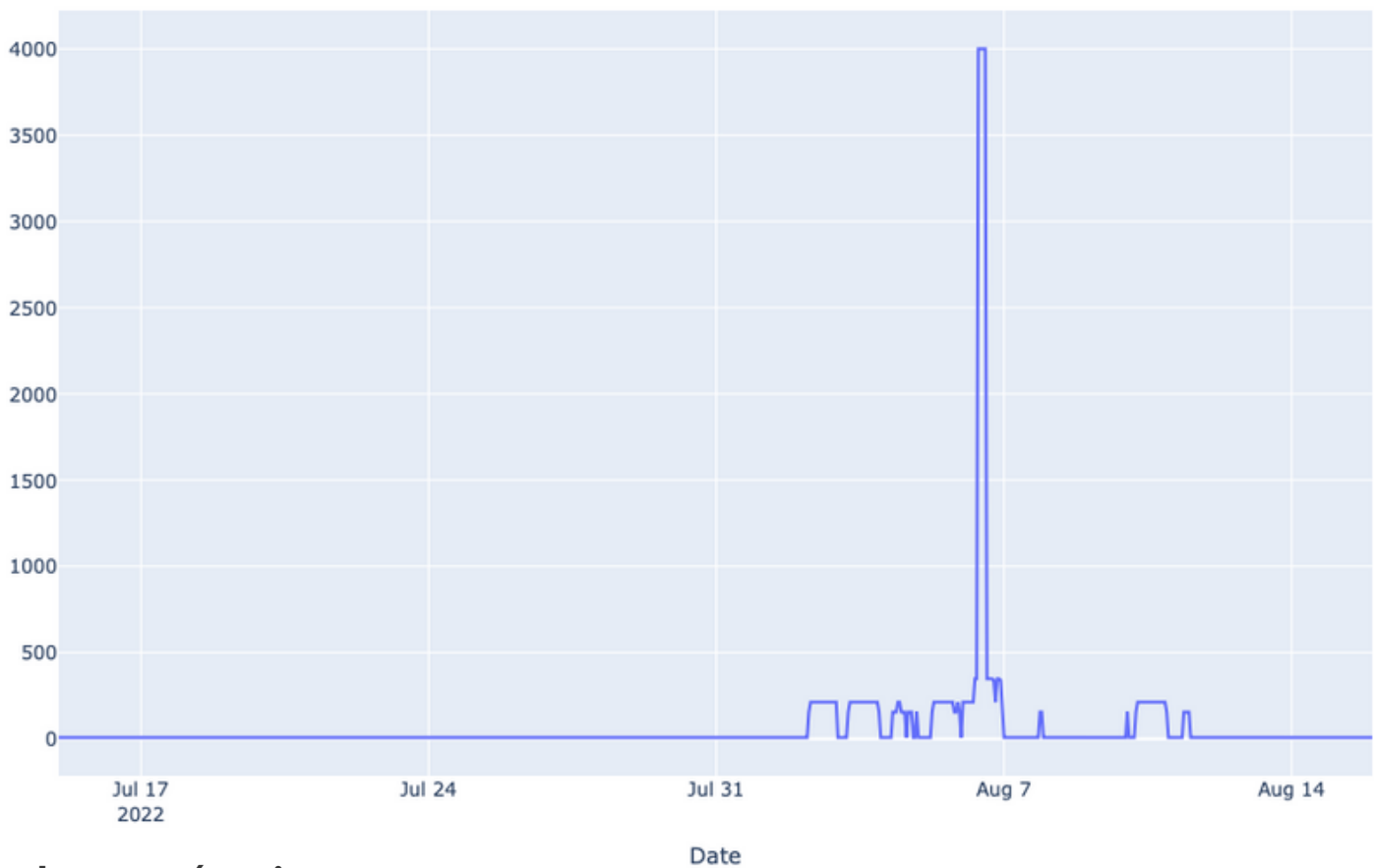
## B) Saison estivale du 15 juillet au 15 août 2022



**TEST 3: AVEC COUPURES DES INTERCONNEXIONS DEPUIS LE 15 JUILLET 2022 AU 15 AOÛT 2023, SELON LA MÉTHODE 1** 1

**Hypothèse:** On s'attend à une hausse de prix mais moins importante que pour l'hiver.

Prix



### Interprétation

Les prix semblent être situés entre 10 et 400 euros. Il y a cependant un pic à 4000 euros vers le 6 août, ce qui signifie qu'il y a un black out sur cette période. Le coupure de courant est moins étalée qu'en hiver et ils sont moins fréquents, ce qui signifie que les black out sont de courtes durées et plus rares. Ce résultat est particulièrement intéressant, car il montre que même en période estivale qui est considérée comme une saison basse, on peut connaître des coupures de courant, selon la simulation faite avec la méthode 1.

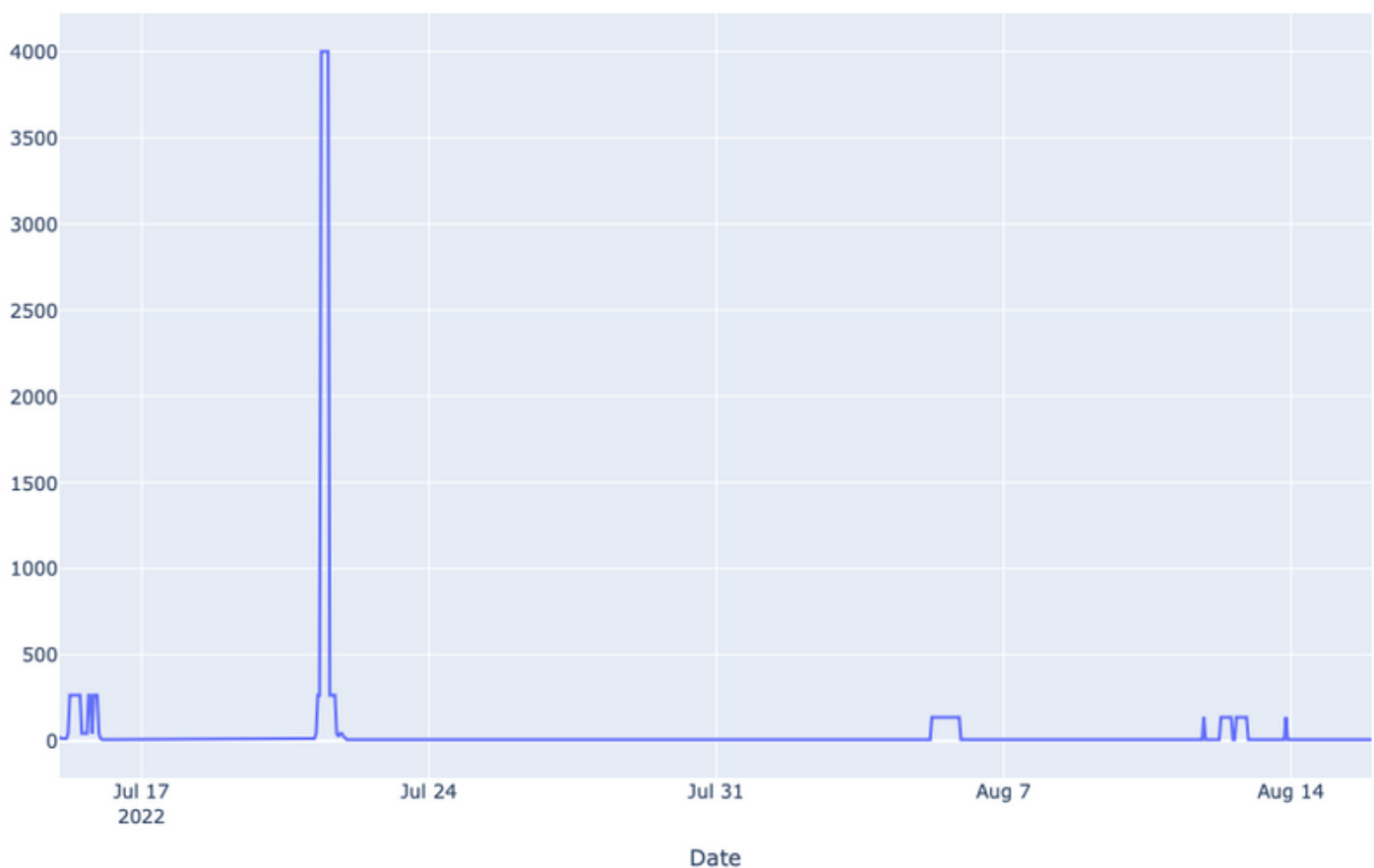
## B) Saison estivale du 15 juillet au 15 août 2022



**TEST 4: AVEC COUPURES DES INTERCONNEXIONS DEPUIS LE 15 JUILLET 2022 AU 15 AOÛT 2023 SELON LA MÉTHODE 2 ②**

**Hypothèse:** On s'attend à une hausse de prix mais moins importante que pour l'hiver.

Prix



### Interprétation

Les prix semblent être situés entre 10 et 300 euros. Il y a cependant un pic à 4000 euros vers le 20 juillet, ce qui signifie qu'il y a un black out sur cette période. Il est là encore court et peut être fréquent. Ce résultat vient appuyer les conclusions de la méthode 1. Même en période estivale qui est considérée comme une saison basse, on peut connaître des coupures de courant, selon la simulation faite avec la méthode 2.

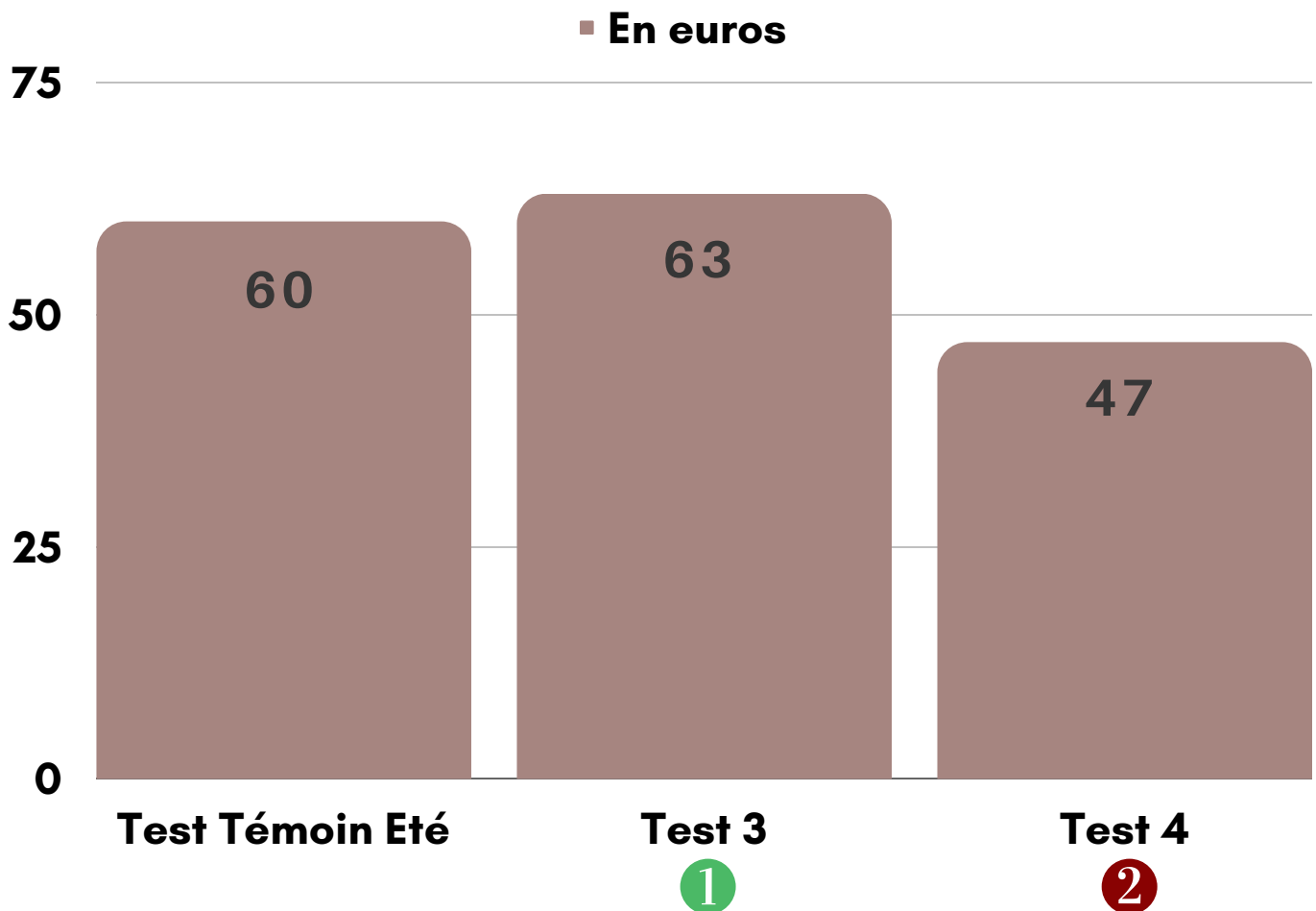
## B) Saison estivale du 15 juillet au 15 août 2022



### COMPARAISONS

Prix moyens pour la saison estivale (avant et après coupure)

**Hypothèse:** On s'attend à une hausse du prix avec les intercoupures.



### Interprétation

Les résultats ne coïncident pas avec notre hypothèse de départ. En effet, les prix ne diffèrent pas ou sensiblement avec ceux de la situation témoin. Avec la méthode 2, on peut même dire qu'ils sont en baisse de 20% lorsque l'on devient indépendant énergétiquement parlant. Cela suppose que la relation production/consommation est équilibrée en été. On produit assez d'énergie en France pour répondre, voir dépasser les besoins, en moyenne.



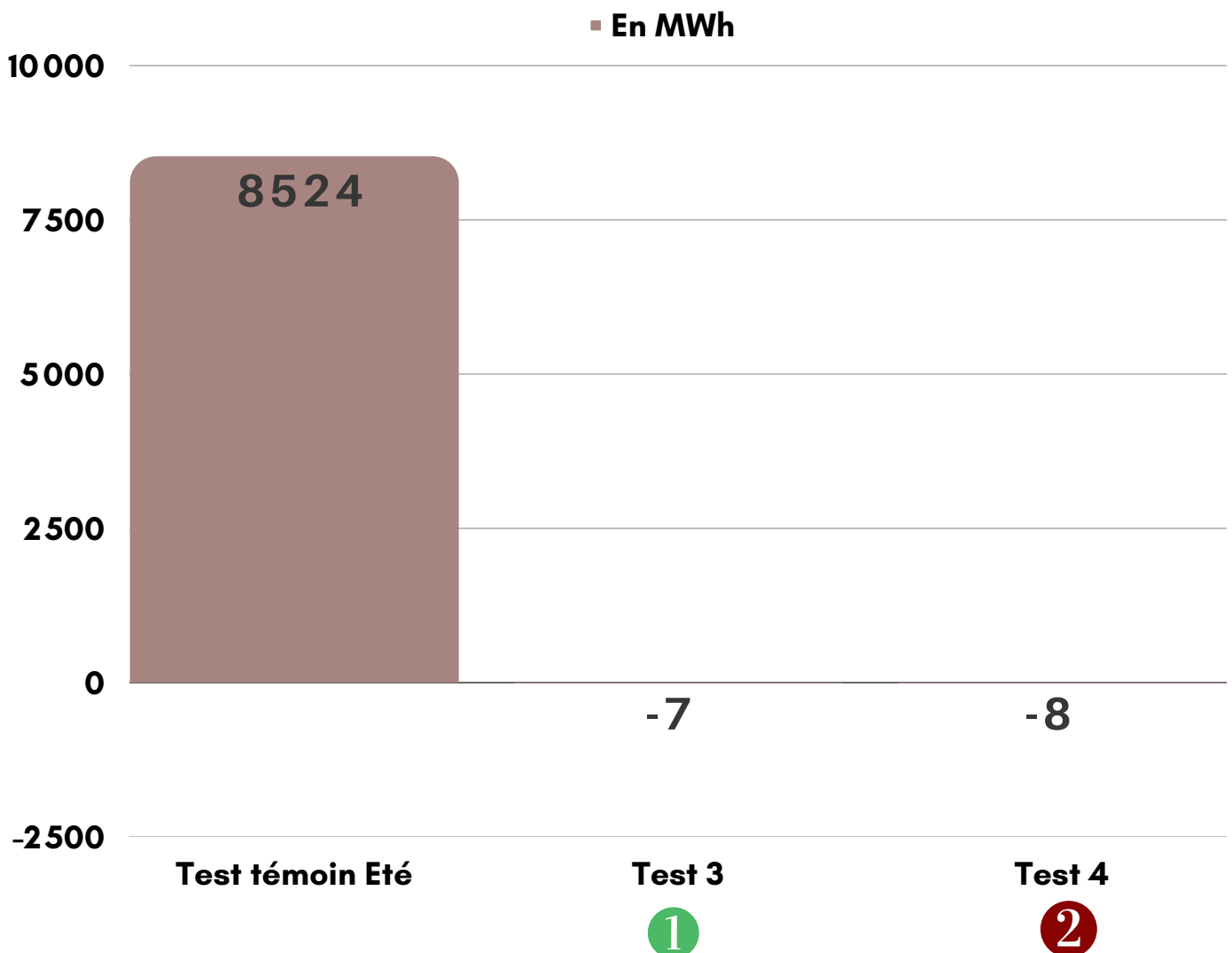
## B) Saison estivale du 15 juillet au 15 août 2022



### COMPARAISONS

Exports pour la saison estivale (avant coupure et après coupure).

**Hypothèse:** On s'attend à une baisse du surplus de production avec les intercoupures.



### Interprétation

Les résultats coïncident avec notre hypothèse de départ et permettent aussi d'appuyer les conclusions précédentes sur le prix. Si, sans coupure des interconnexion on avait un surplus (plus important qu'en hiver), il est quasiment inexistant lorsque l'on coupe celle-ci. Cependant, comme il est tout de même négatif, cela explique le fait qu'on a de temps à autre, même rarement des black out.

# C) Etude des mix énergétiques

## HIVER

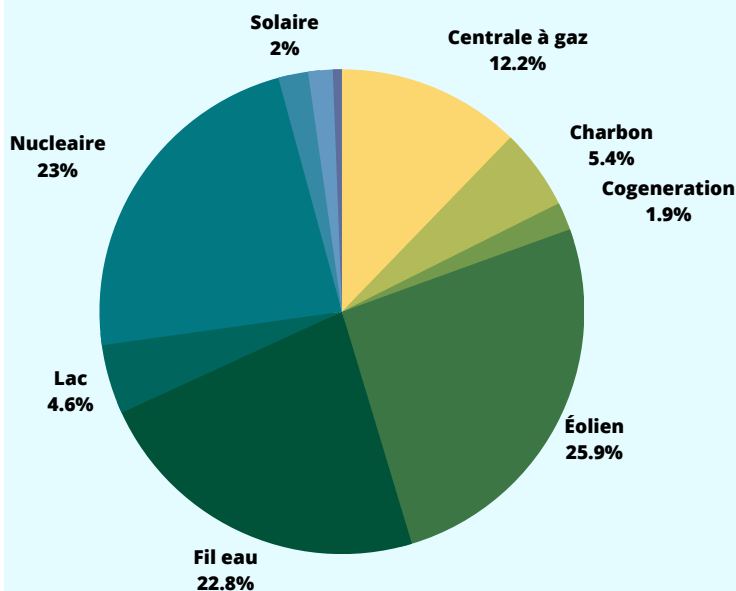


### COMPARAISONS

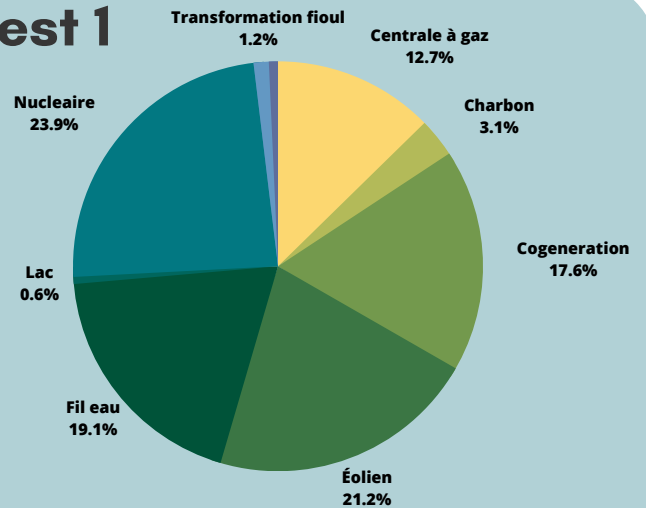
Mix énergétique pour la saison estivale (avant coupure et après coupure)

**Hypothèse:** On s'attend à des modifications du du mix énergétique car on doit rallumer/démarrer des centrales énergétiques, et ce particulièrement en hiver puisque la France a un déficit énergétique.

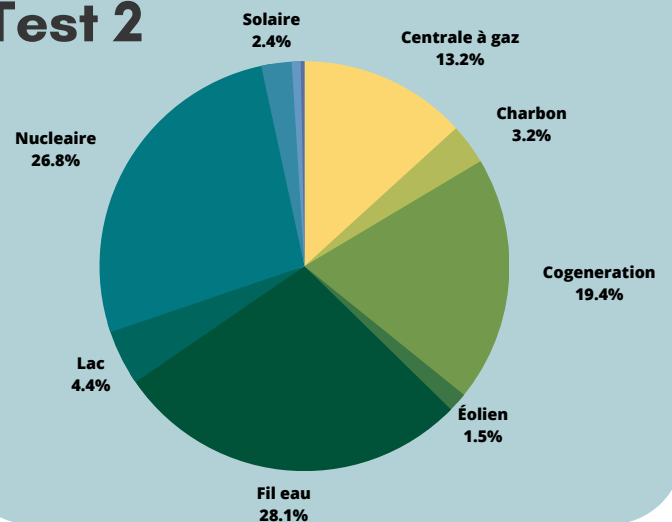
#### Test témoin hiver



#### Test 1



#### Test 2



### Interprétation

Le mix énergétique a en effet changé lorsque l'on a coupé les interconnexions avec les autres pays. Le point le plus intéressant à remarquer est la hausse de la cogénération. Sa part dans le mix énergétique passe de 1,9% à 17,6/19,4% lorsque l'on coupe les interconnexions. La cogénération permet de produire simultanément 2 types d'énergie: de l'électricité et de la chaleur. Elle récupère l'énergie dégagée lors de combustion. Elle permet d'augmenter les rendements de la centrale jusqu'à 90% (contre 33% pour une centrale classique), ce qui est très intéressant lorsqu'on manque d'énergie, comme c'est le cas dans les test 1 et 2. De plus, la cogénération n'est intéressante que si on l'utilise de manière constante et optimale puisque la production de chaleur et d'électricité sont interdépendantes, sinon ce n'est pas intéressant. Pour les test 1 et 2, c'est typiquement la situation: on a besoin d'optimisé au maximum la production d'énergie pendant toute la durée de la saison hivernale.

On remarque qu'il n'y a quasi pas d'éolien dans le test 2, on peut penser que c'est dû au caractère aléatoire de notre expérience (la simulation a peut être considéré qu'il n'y aurait pas de vent pendant le mois du test 2). Les autres énergies gardent une part stable.

# C) Etude des mix énergétiques



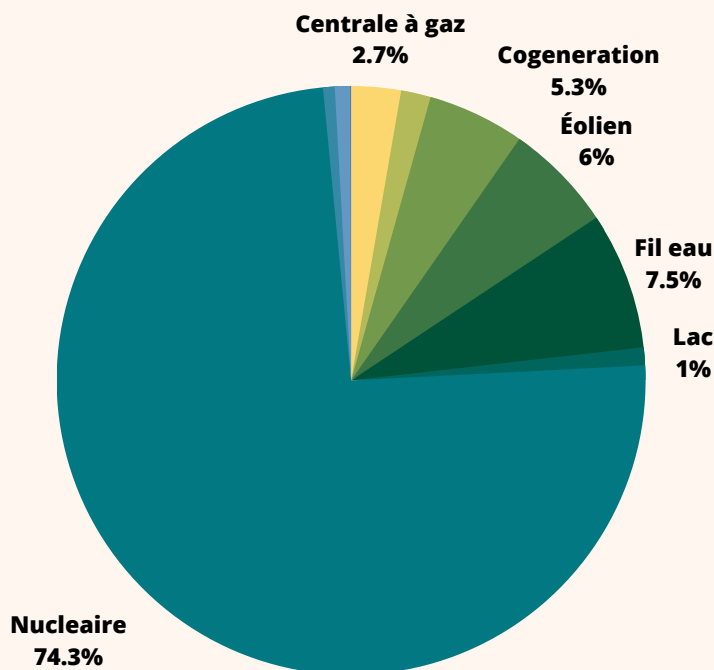
## ETE

### COMPARAISONS

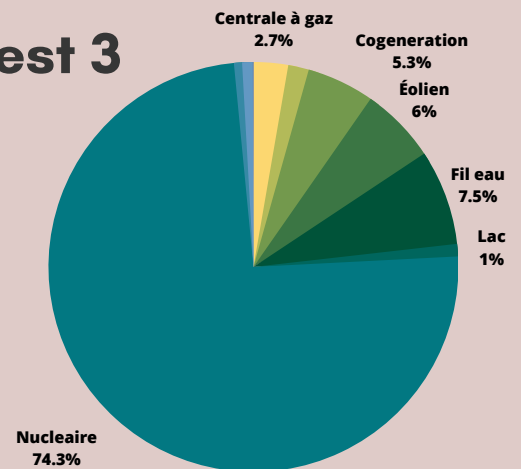
Mix énergétique pour la saison estivale (avant coupure et après coupure)

**Hypothèse:** On s'attend à des modifications du du mix énergétique car on doit rallumer/démarrer des centrales énergétiques.

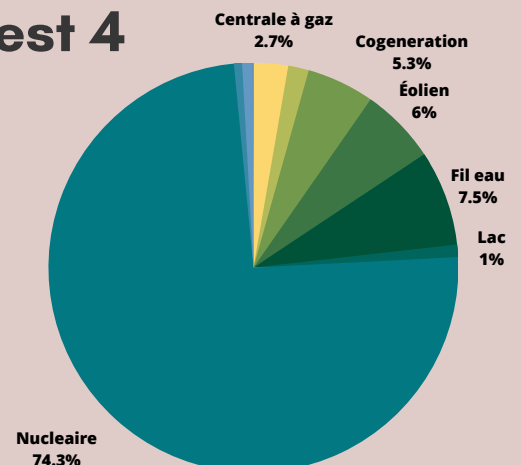
#### Test témoin Eté



#### Test 3



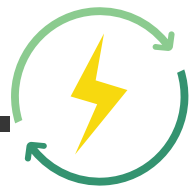
#### Test 4



### Interprétation

Les résultats sont assez étonnants, il n'y a aucun changement entre la simulation témoin et les simulations avec coupures, qu'importe la méthode utilisée. On pourrait penser que c'est lié à la conjoncture spéciale de l'été que nous avons vu précédemment (pas de hausse des prix et export nuls). Cela signifie aussi qu'en été, la France est capable de s'autogérer en reposant majoritairement sur le nucléaire, qui représente 3/4 du mix énergétique.

# IV) Pour approfondir...



## A) Test annuel

Nous avons constaté que la méthode 1 et 2 marche toutes les 2 de manière équivalente. Cependant, on remarque que la méthode 1 nous donne des chiffres plus exacerbés en général. Comme nous souhaitons observer le scénario le plus pessimiste afin de voir les conséquences les plus importantes que l'indépendance énergétique implique, nous avons choisi de mener le test suivant avec la méthode 1. De plus, nous avons préféré n'employer qu'une méthode comme le programme prend du temps à calculer les fluctuations sur une année, par soucis d'échéance. Nous allons ainsi observer quelles sont les conséquences à long terme d'une souveraineté énergétique totale. Nous allons ainsi lancé l'expérience pendant 1 an.

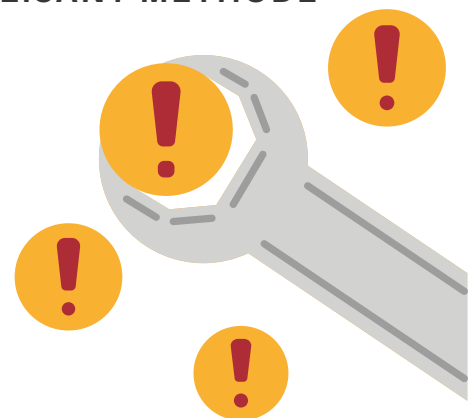
**Hypothèse :** Le coût annuel va augmenter sur l'année. On conjecture aussi un déficit au niveau des export et un mix énergétique qui sollicite la cogénération, à l'image de la saison hivernale

### TEST TÉMOIN ANNÉE: SANS COUPURES DES INTERCONNEXIONS

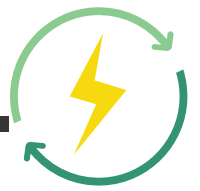


Malheureusement, suite à divers problèmes techniques, nous n'avons pas été en mesure de fournir les graphes voulus à temps. En effet, en plus de n'avoir qu'un ordinateur capable de faire tourner le logiciel (problème dans l'affichage irrésolu en fin de semaine), nous voulions faire tourner l'ordinateur restant pour au moins avoir le test témoin. Cependant, après 3 tentatives infructueuses (crash) sur différents ordinateurs appartenant à nos proches, dont 1 qui avait avancé jusqu'en octobre au bout de 2 jours, nous nous sommes résignées . Nous sommes cependant très enthousiastes à l'idée de voir la fin de ce projet réalisé: une analyse annuelle est très pertinente pour répondre à notre problématique

### TEST 5: AVEC COUPURES DES INTERCONNEXIONS EN UTILISANT MÉTHODE



# IV) Pour approfondir...



## B) Pistes de recherches

Par soucis de temps, nous n'avons malheureusement pas pu compléter notre étude avec des données plus poussées sur d'autres aspects de l'impact d'une souveraineté énergétique totale. Plusieurs pistes avaient été envisagées:

- Notre plus grand regret est l'échec des simulations sur l'année. On imaginait même pouvoir reproduire le test 5 avec la méthode 2 afin de pouvoir avoir plus de simulations pour réduire la part d'aléatoire.
- De plus, nous voulions travailler d'avantage le coût social que représentait une telle politique. Quel public serait plus en mesure de payer le prix de l'électricité et victimes du blackout? Quel serait l'impact dans le marché du travail de la centralisation?
- Etudier l'impact d'une coupure d'interconnexion entre chaque pays étaient aussi une piste abordée. On aurait ainsi pu voir, au vu de la nature des énergies envoyées vers la France, l'impact sur le prix que cela allait avoir. On aurait pu faire un scénario sans l'Allemagne (charbon), comme certains de nos camarades, sans l'Espagne (gaz) etc. Une analyse géopolitique aurait ainsi complété notre analyse statistique.
- D'autres types d'impact que dans le prix et l'export avaient aussi été évoqués lors de la construction du projet. On souhaitait notamment s'intéresser à l'impact carbone, reflété dans le prix CO<sub>2</sub>, directement en lien avec le mix énergétique.
- Une question reste en suspens: existe-t-il un mix énergétique capable de satisfaire l'exigence d'une indépendance énergétique totale. Nous aurons voulu changer de plusieurs manières le mix énergétique (avec par exemple 100% de nucléaire ou de gaz) en coupant les interconnexions pour observer ce que cela représente en terme de coût et d'empreinte carbone.
- Enfin l'étude de scénario plus progressif à l'image du travail du GIEC aurait été intéressante. On aurait diminué de manière progressive les liens avec les autres pays au fil de l'année afin d'observer des conséquences plus graduelles. Ainsi, on aurait eu différent scénarios du plus au moins "extrême"

# Conclusion

En conclusion, la souveraineté énergétique de la France implique de nombreux impacts sur le marché énergétique et sur le secteur. Il est difficile de donner une conclusion globale de ce que serait une France indépendante à 100% énergétiquement parlant car les résultats fluctuent selon la perspective de temps abordé. Seule certitude, au vu de notre consommation actuelle, on ne peut pas se passer des échanges énergétiques avec nos voisins européens sans subir des black out, et ce qu'importe la saison. Cela s'accompagne aussi obligatoirement par un prix de l'électricité multiplié par 2 en hiver, sans forcément de compensation aussi importante en été. L'enjeu n'est finalement pas de savoir l'impact de l'indépendance énergétique totale de la France mais qu'est ce que ça implique de la réussir, et est ce que cela vaut réellement le coût. L'avantage d'une coopération européenne est le partage des risques en mutualisant les ressources, ce qui revient finalement à un coût plus faible.

Alors que les débats sur la question énergétique divise encore la population, il est temps d'adopter une vision plus large du système énergétique prenant en compte des interdépendances politiques... mais aussi sociales: la limite de nos simulations.

