Groupe de travail sur la « base climatique »

Réunion du 21 juin 2019



1

Contexte et objectifs

L'horizon 2050 : enjeu actuel du débat public sur l'évolution du mix énergétique

- La politique énergie-climat de la France est aujourd'hui axée sur la réduction des émissions de GES avec un objectif de neutralité carbone à horizon 2050, découlant de l'accord de Paris.
- Il s'agit également d'un horizon central de la politique climatique à l'échelle européenne (cf. communication de la Commission, appel de 9 états membres à atteindre la neutralité carbone…) et internationale (GIEC…). Nombre d'acteurs contribuent au débat sur les mesures à mettre en place d'ici 2050.
- Jusqu'à 2035, la trajectoire du mix électrique français est aujourd'hui balisée par la PPE, et des scénarios précis et chiffrés existent à cette échéance (BP 2017).
- À horizon 2050, la SNBC donne des mesures permettant d'atteindre la neutralité carbone, ainsi que des trajectoires globales d'évolution de la demande en énergie mais pas de trajectoires détaillées sur l'évolution du mix électrique.





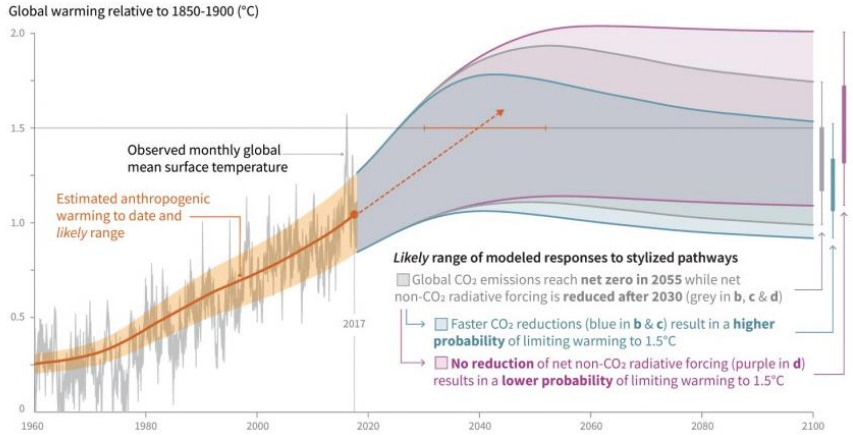
→ **RTE est régulièrement interrogé sur le fonctionnement du mix à horizon 2050 : pour y répondre, les prochains scénarios de long terme iront jusqu'à 2050.**

7 éléments de cadrage des scénarios 2050

1. Scénarios basés sur un principe d'atteinte de la neutralité carbone en 2050 et articulés autour de la SNBC
2. Construction de trajectoires (points 2030, 2040 et 2050) et identification des « jalons clés »
3. Prise en compte des couplages avec les autres vecteurs
4. Modélisation du système à l'échelle européenne intégrant explicitement 18 pays (voisins et leurs voisins)
5. **Prise en compte des effets du changement climatique sur le fonctionnement du système électrique**
6. Identification des problématiques d'acceptabilité sociétale (modes de vie, situations de tension…)
7. Deux familles de scénarios : avec l'option nucléaire ouverte ou fermée

Rappel de l'élément de cadrage n°5 : les effets du changement climatique sur le fonctionnement du système électrique

- Les travaux du Bilan prévisionnel s'appuient sur une base de 200 chroniques météorologiques, permettent une description détaillée des grandeurs physiques pertinentes pour le fonctionnement du système électrique (température, hydraulicité, vent, etc.) et une prise en compte de leur corrélation.
- **À horizon 2050, les effets du changement climatique auront une influence notable sur certains paramètres du mix électrique** : vague de froid, canicule, productible hydraulique et éolien…
- Afin d'intégrer ces enjeux, les futurs scénarios de long terme utiliseront **une nouvelle base climatique**, issue de 3 ans de travail avec Météo-France et intégrant l'effet du changement climatique.
- **2 variantes seront notamment examinées, issues de 2 méta-scénarios de changement climatique à l'horizon 2050.**



La gouvernance des travaux pilotée par l'exigence de l'exercice

Lancement d'une large concertation sur la scénarisation et les hypothèses des scénarios

pour cibler les point d'intérêt du débat public, renforcer la pertinence et la légitimité des scénarios, et accroître la transparence sur les hypothèses

La CPSR

Une instance de cadrage stratégique des travaux et d'arbitrage des orientations

Des groupes de travail

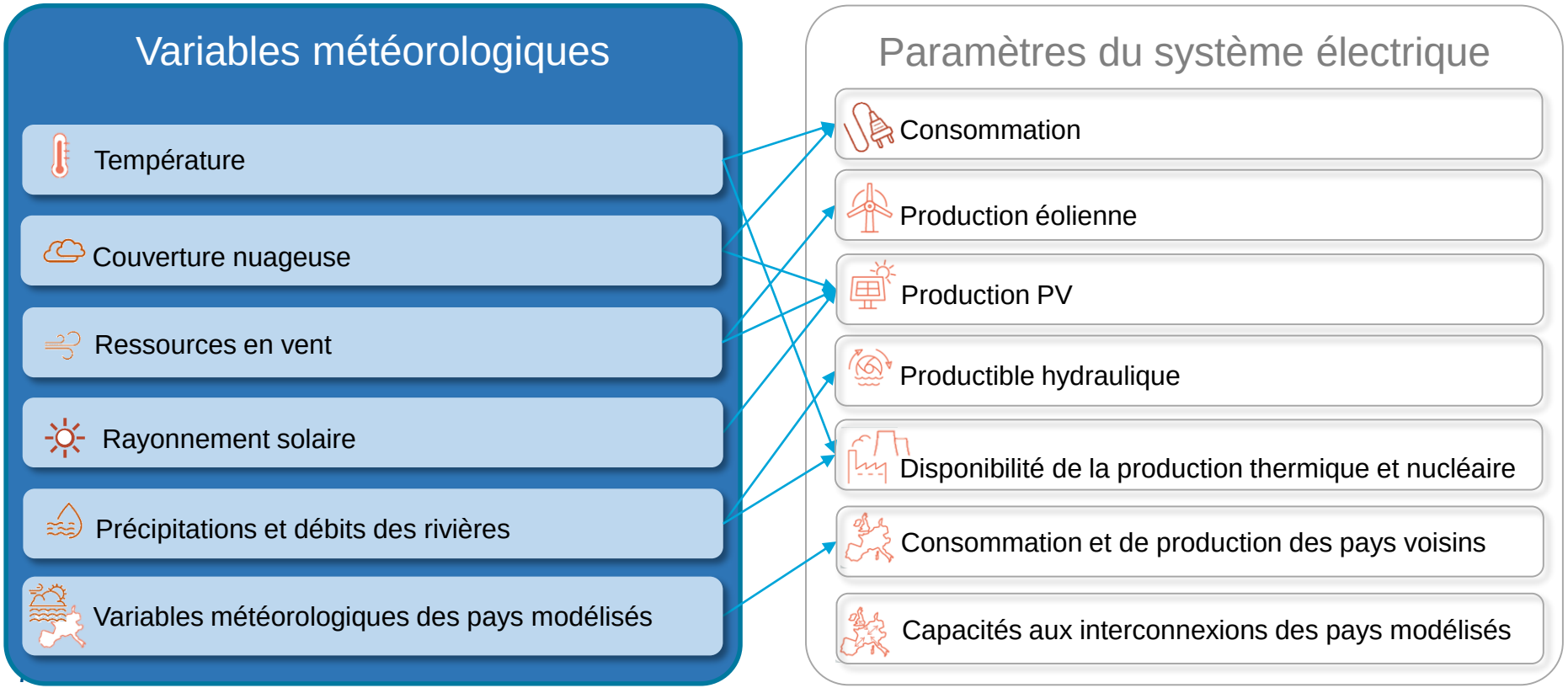
Des instances de partage des hypothèses et résultats au niveau technique

Une consultation publique

Des appels à contribution qui viendront enrichir les échanges initiés en groupes de travail

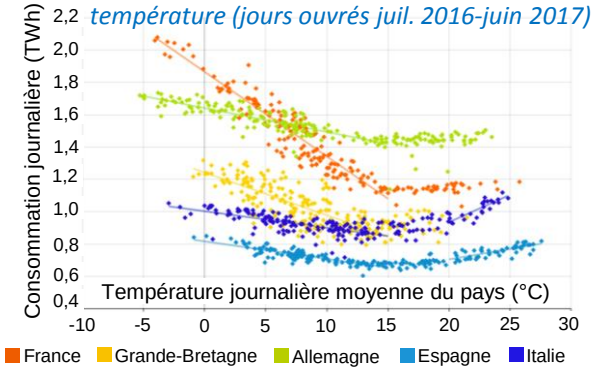
Les GT seront lancés dès juin, avant une consultation publique très large qui aura lieu dans un second temps (automne) et pourra ainsi s'appuyer sur une première matière technique issue des GT

Les principaux paramètres pour l'équilibre offre-demande électrique sont dès aujourd'hui fortement dépendants des variables météorologiques

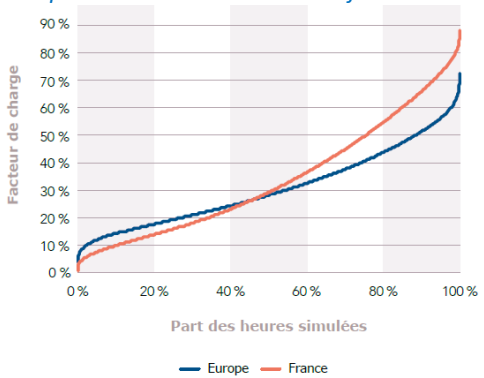


Les situations extrêmes jouent un rôle clé dans le dimensionnement du système électrique

Consommation journalière en fonction de la température (jours ouvrés juil. 2016-juin 2017)



Monotone de facteur de charge éolien moyen - Bilan prévisionnel 2017 - mois de janvier – FR & EU

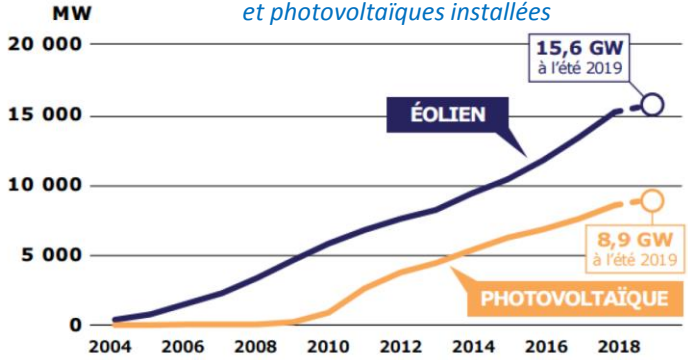


- Les études de dimensionnement du système électrique doivent pouvoir intégrer la palette des conditions climatiques et leur fréquence, y compris des évènements rares.

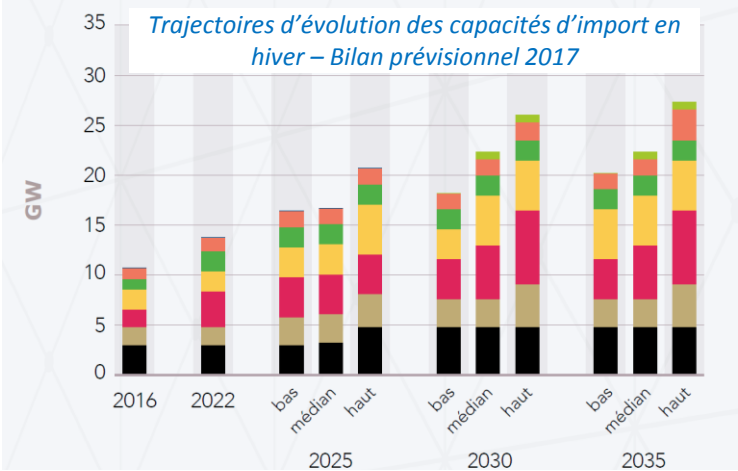
- A titre d'illustration,
  - La consommation électrique peut être significativement élevée en cas de vague de froid (e.g. celle de 2012)
  - La production éolienne peut varier considérablement, y compris pendant les mois hivernaux, tant à l'échelle de la France que de l'Europe

Les évolutions du système électrique ont tendance à accroître sa dépendance aux conditions météorologiques

Evolution des capacités éoliennes et photovoltaïques installées



Trajectoires d'évolution des capacités d'import en hiver – Bilan prévisionnel 2017



- Le développement des énergies renouvelables conduit à porter une attention croissante à la prise en compte des aléas météorologiques sur la production

- Le développement des interconnexions conduit à accroître le foisonnement des productions mais aussi les interdépendances à la maille européenne

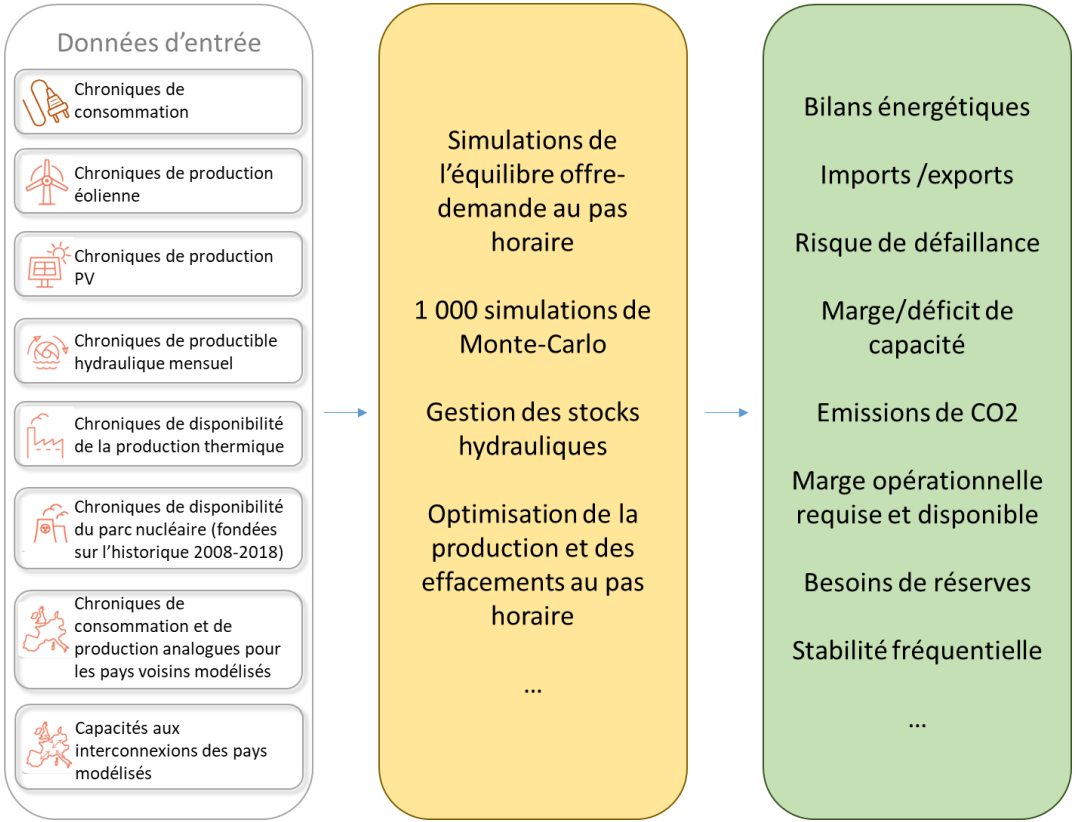
Les études de sécurité d'approvisionnement sont basées sur une analyse probabiliste

- Du point de vue réglementaire, le critère de sécurité d'approvisionnement défini par les pouvoirs publics établit que la durée de défaillance doit rester inférieure à trois heures par an en espérance

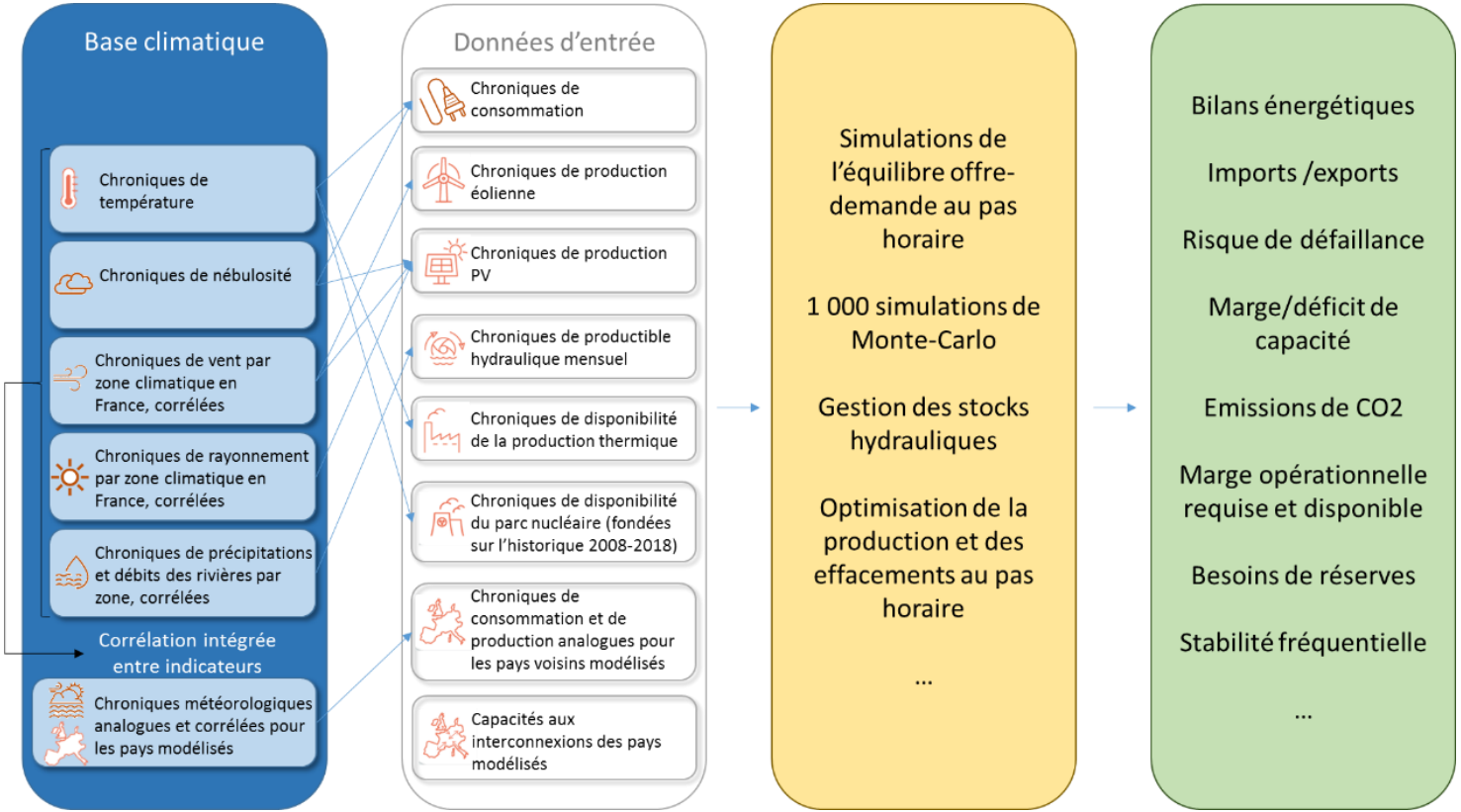
  → Ce critère signifie que sur l'ensemble des configurations d'approvisionnement (configurations météorologiques – température, vent, nébulosité, rayonnement, etc. – disponibilités des moyens de production pilotables – thermiques, nucléaires, hydrauliques), le système électrique ne doit pas présenter plus de trois heures de déséquilibre entre l'offre et la demande (nécessitant l'appel aux moyens post-marché) en moyenne

- Une approche probabiliste a été progressivement mise en place par RTE au fil des publications du Bilan prévisionnel pour les analyses de sécurité d'approvisionnement

Une approche probabiliste de la système électrique



Une approche probabiliste de la système électrique qui repose en grande partie sur des données météorologiques



7 attendus de la base climatique pour la modélisation de l'équilibre offre-demande à long terme

1. La base climatique doit comprendre les variables météorologiques : * température, * nébulosité, * vent à 100 m d'altitude, * rayonnement global horizontal et * précipitations et débits des rivières
2. La base climatique doit intégrer les corrélations entre ces variables météorologiques, afin de reproduire les corrélations entre les grandeurs électriques
3. Le fonctionnement du système électrique doit pouvoir être simulé au pas de temps horaire
4. La base climatique doit décrire les variables météorologiques à l'échelle de l'Europe suivant un découpage géographique suffisamment fin
5. La base climatique doit intégrer les corrélations géographiques entre les fondamentaux météorologiques
6. La base climatique doit permettre de représenter la variété des situations météorologiques possibles
7. Il est nécessaire de disposer d'un référentiel permettant de représenter les effets du changement climatique dans les simulations du système électrique

Différentes sources de données climatiques à disposition pour les études d'équilibre offre-demande



Historiques d'observations en stations météorologiques → Les premiers Bilans prévisionnels étaient fondés sur des historiques d'observations météorologiques



Réanalyses climatiques = modélisations atmosphériques guidées par les historiques → La plupart des études de long terme du système électrique se fondent sur des réanalyses climatiques (ADEME, EDF, ENTSO-E, IDDRI-Agora, …)



Simulations issues de modèles climatiques → La base climatique utilisée pour les Bilans prévisionnels s'est enrichie au fur et à mesure des éditions, des demandes de RTE et des travaux de Météo-France



2

Modèle de simulation climatique (Météo France)



3

Données du référentiel climatique utilisées pour le Bilan prévisionnel

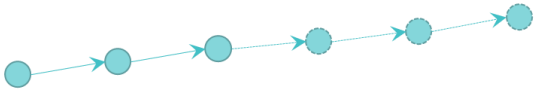
Les scénarios à climat constant : nature des données simulées

2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050

Projections climatiques

Une trajectoire d'évolution des variables climatiques pour une trajectoire de forçage radiatif donnée

→ Simulations à climat évolutif

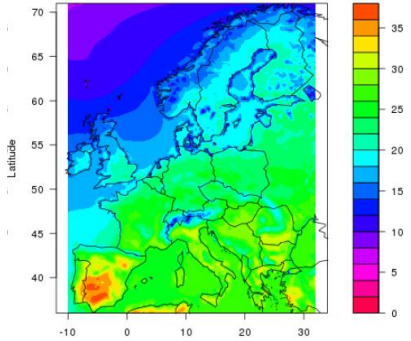


Simulations à climat constant

Simulation d'un grand nombre de situations météorologiques possibles sous un même « climat »



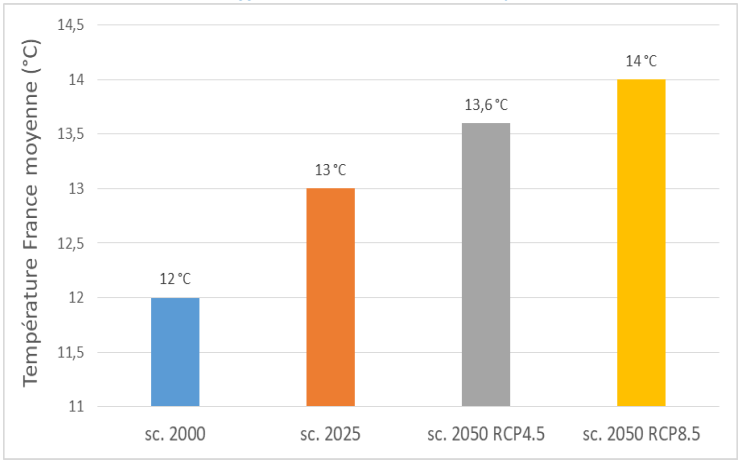
Les données des simulations sont disponibles sur plus de 37 000 points couvrant l'Europe



- Les simulations contiennent 200 chroniques annuelles, permettant de représenter une large palette de situations météorologiques pouvant affecter le système électrique, ainsi que leur fréquence.
- Les données sont au pas horaire, avec une bonne représentation des corrélations géographiques et des corrélations entre variables.
- Le grand nombre de chroniques permet de prendre en compte des événements extrêmes, y compris certains sans équivalent dans le passé.

Des simulations à différents horizons pour prendre en compte les effets du changement climatique

Température France moyenne dans les différentes bases climatiques



Obtenus par simulations à climat constant

« Scénarios à climat 2000 »

200 chroniques annuelles possibles pour l'ensemble des variables météorologiques, en supposant fixés les déterminants du climat aux valeurs de l'année 2000

« Scénarios à climat 2025 »

- 200 chroniques annuelles de températures dérivées des températures à climat 2000
- Autres variables météorologiques corrélées provenant des scénarios à climat 2000

Obtenus par analyse statistique du réchauffement entre les scénarios 2000 et les scénarios 2050 RCP8.5

« Scénarios à climat 2050 - RCP8.5 »

200 chroniques annuelles possibles pour l'ensemble des variables météorologiques en supposant fixés les déterminants du climat aux valeurs de l'année 2050 dans la trajectoire RCP8.5 du GIEC.

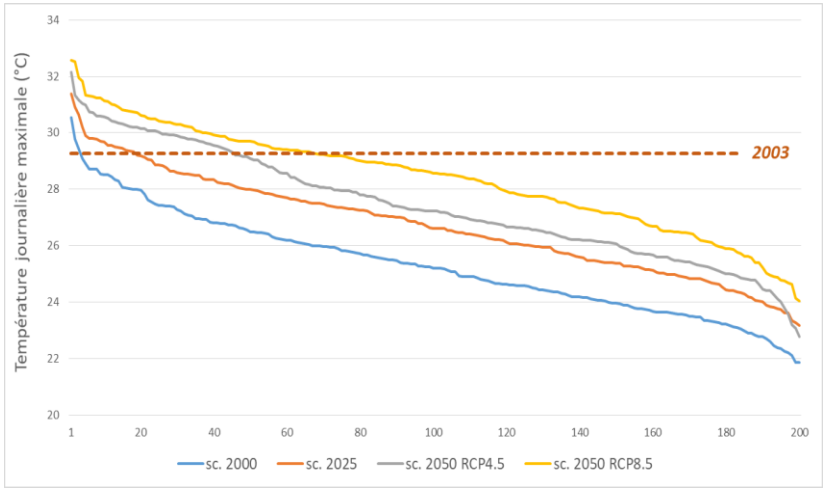
« Scénarios à climat 2050 – RCP4.5 »

200 chroniques annuelles possibles pour l'ensemble des variables météorologiques en supposant fixés les déterminants du climat aux valeurs de l'année 2050 dans la trajectoire RCP4.5 du GIEC.

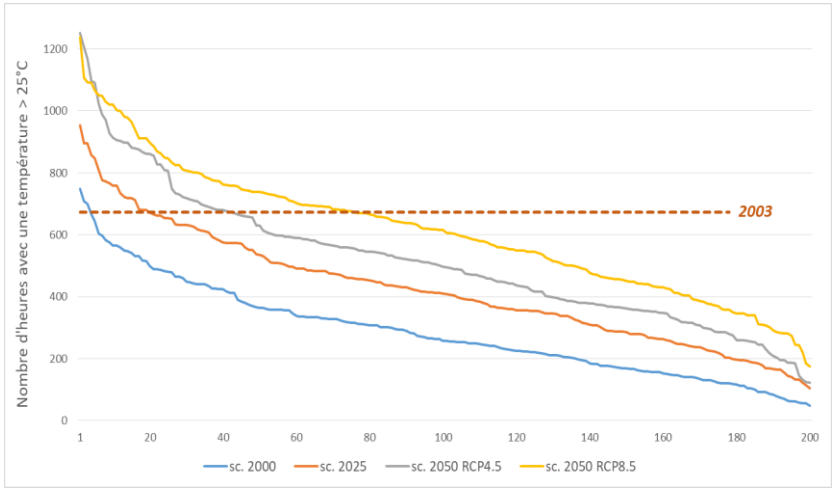
- Des scénarios à « climat » 2000, 2025 et 2050 ont été modélisés pour prendre en compte les effets du changement climatique.

Les consommations en climatisation pourront être modélisées en tenant compte d'une augmentation des températures en été

Monotone de maximums annuels de température journalière pour chaque simulation de 200 années à climat constant



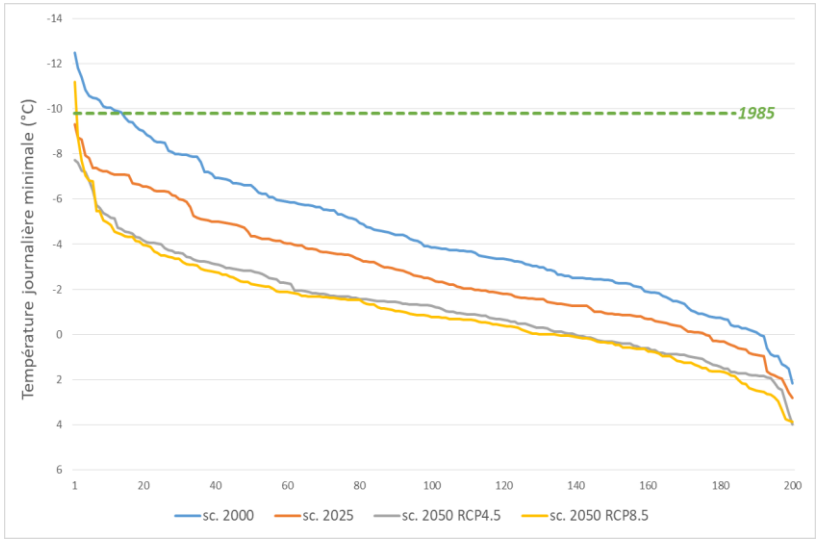
Monotone du nombre annuel d'heures de température journalière supérieure à 25 ° C pour chaque simulation de 200 années à climat constant



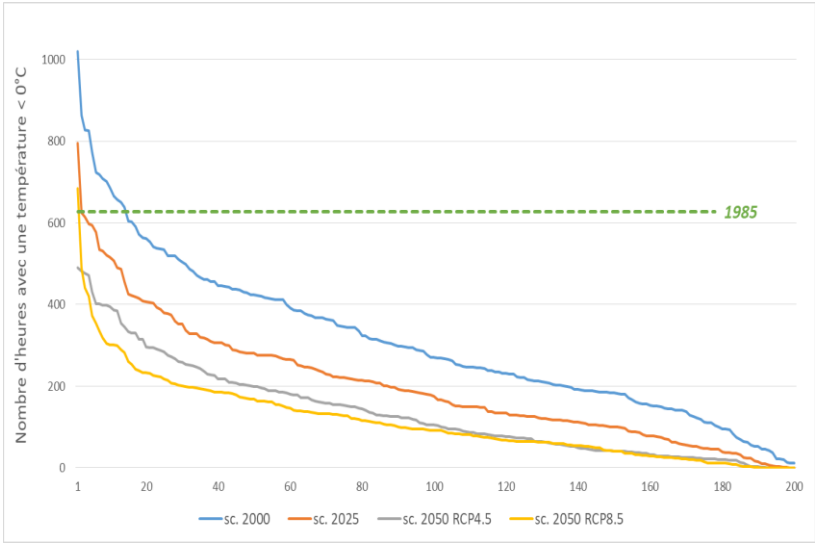
- Le changement climatique conduit à une augmentation de la température moyenne en été. La fréquence et l'intensité maximale des épisodes de forte chaleur augmentent également.
- Ces caractéristiques seront retranscrites dans les consommations de climatisation.

Les consommations de chauffage pourront être modélisées en tenant compte d'une augmentation des températures en hiver

Monotone de minima annuels de température journalière pour chaque simulation de 200 années à climat constant



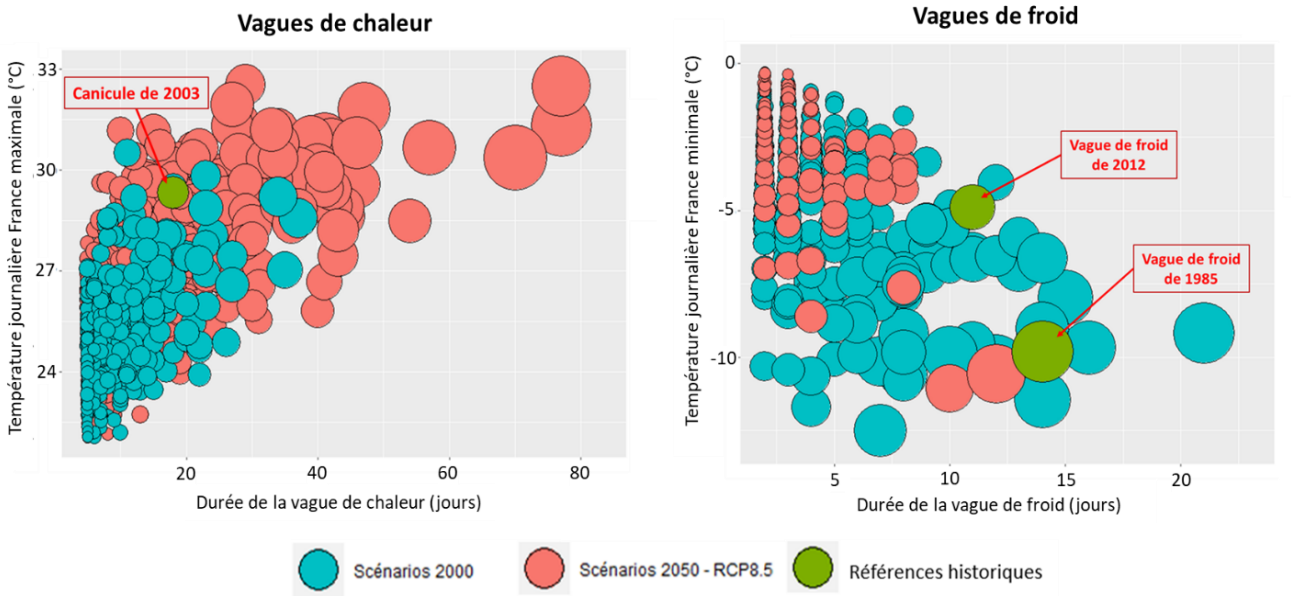
Monotone du nombre annuel d'heures de température journalière < 0 ° C pour chaque simulation de 200 années à climat constant



- Le changement climatique conduit à une augmentation de la température moyenne en hiver. La fréquence et l'intensité des épisodes de grand froid diminue également. Des situations de vagues de froid très intenses sont néanmoins présentes dans les scénarios à climat 2050.

- Ces caractéristiques seront retranscrites dans les consommations de chauffage.

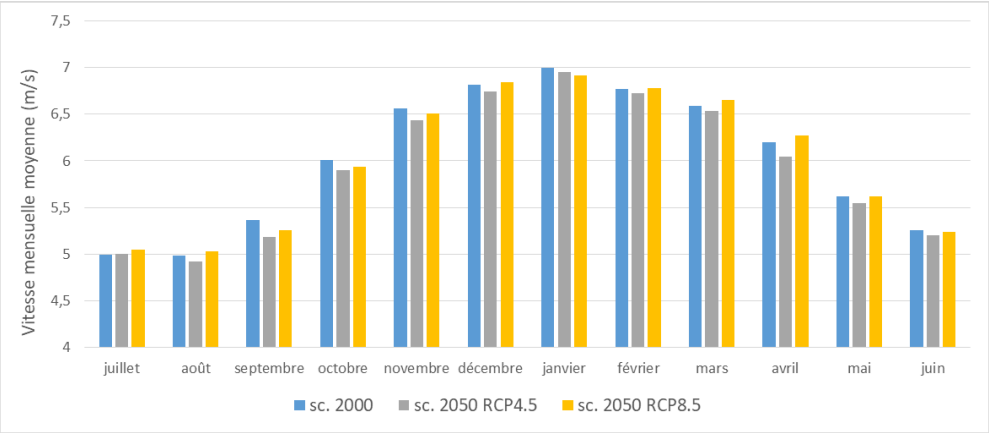
Les vagues de froid et de chaleur, des situations structurantes en forte évolution avec le changement climatique



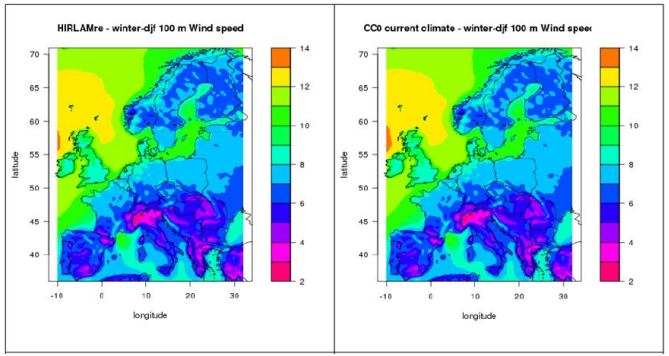
- Plus d'une année sur deux présente une vague de chaleur plus intense que la canicule de 2003 dans les scénarios 2050 RCP8.5. Dans ce scénario, des épisodes sont jusque 3 fois plus longs que celui de 2003.
- Des vagues de froid telles que la vague de froid historique de janvier 1985 deviennent très rares avec le changement climatique mais sont néanmoins représentées dans les scénarios à climat 2050.

La modélisation de la production éolienne prend en compte les fondamentaux météorologiques de la ressource en vent (1/2)

Vitesses de vent mensuelles moyennes sur la France



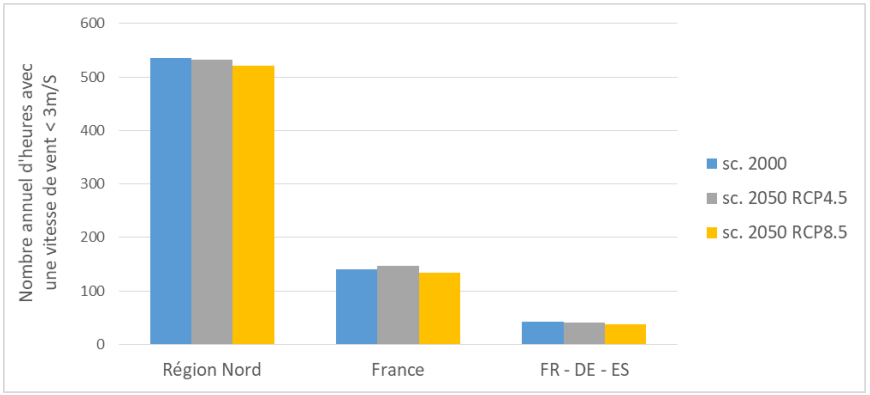
Moyenne hivernale des vitesses de vent sur l'Europe dans l'historique (à gauche) et les scénarios 2000 (à droite)



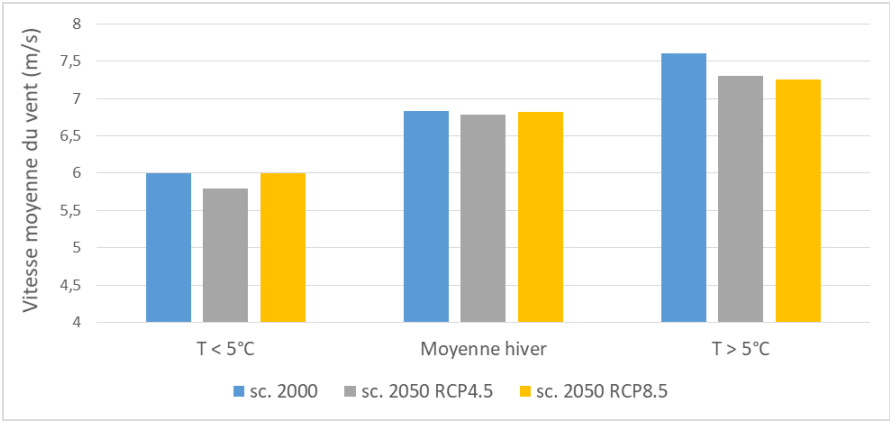
- La ressource en vent présente de fortes disparités régionales à l'échelle européenne et à l'échelle nationale.
- Pas de signal fort sur l'évolution de la ressource éolienne en lien avec le changement climatique.
- Une saisonnalité marquée, caractérisée par une ressource éolienne en moyenne plus abondante en hiver qu'en été.

La modélisation de la production éolienne prendra en compte les fondamentaux météorologiques de la ressource en vent (2/2)

Nombre annuel moyen d'heures avec une vitesse de vent < 3m/s à différents périmètres



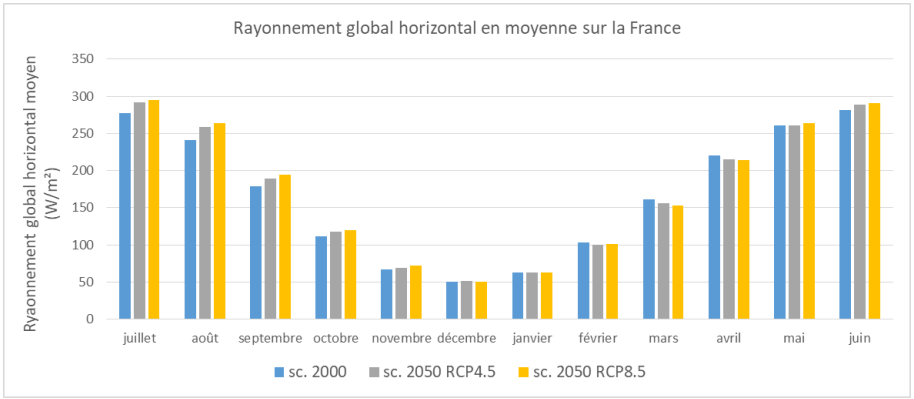
Vitesse moyenne du vent selon la valeur de température journalière en hiver



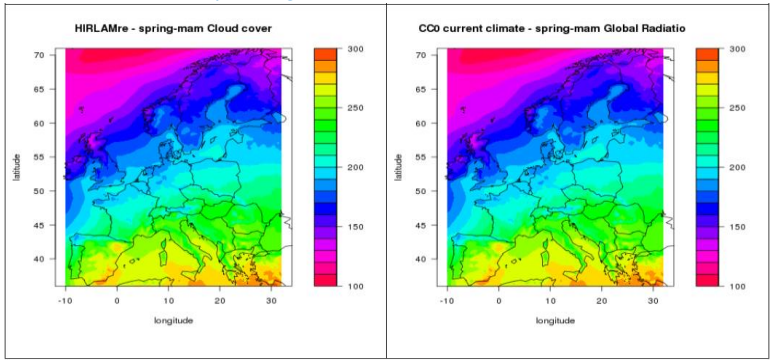
- Le foisonnement géographique réduit significativement la fréquence des cas de vent faible sur un large périmètre, sans exclure l'éventualité de telles situations sur une large part de l'Europe.
- En hiver, la vitesse du vent est en moyenne plus faible sur les jours froids, correspondant à des consommations électriques importantes.
- Les vitesses de vent présentent une forte variabilité aux échelles journalières, mensuelles, annuelles.

La modélisation de la production photovoltaïque prend en compte les fondamentaux météorologiques de la ressource en rayonnement (1/2)

Rayonnement global horizontal : moyennes mensuelles sur la France



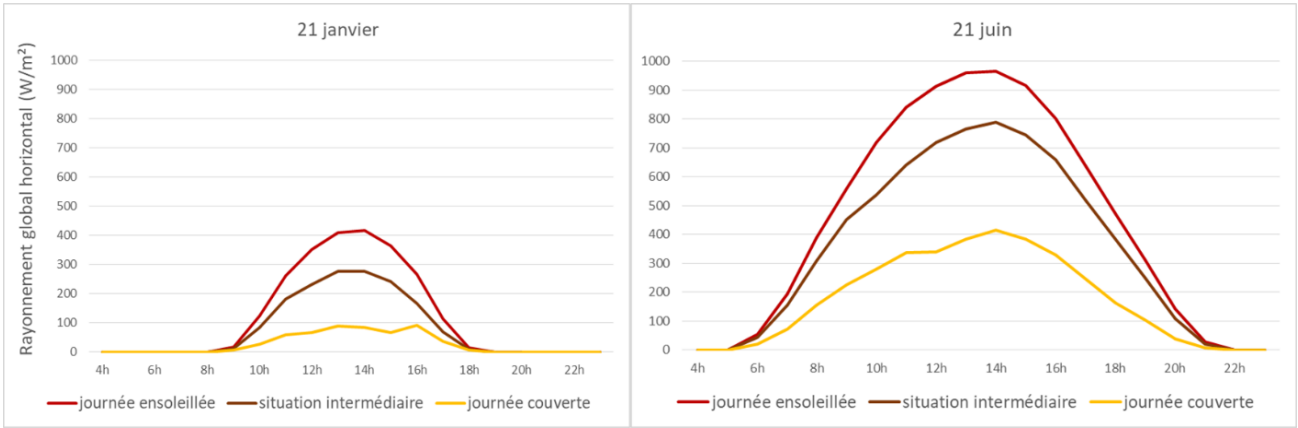
Moyenne des valeurs de rayonnement au printemps sur l'Europe dans l'historique (à gauche) et les scénarios 2000 (à droite)



- La ressource en rayonnement présente de fortes disparités régionales à l'échelle européenne et à l'échelle nationale.
- Pas de signal fort sur l'évolution de la ressource en rayonnement en lien avec le changement climatique.
- Une saisonnalité marquée, caractérisée par une ressource en rayonnement en moyenne plus abondante en été qu'en hiver.

La modélisation de la production photovoltaïque prend en compte les fondamentaux météorologiques de la ressource en rayonnement (2/2)

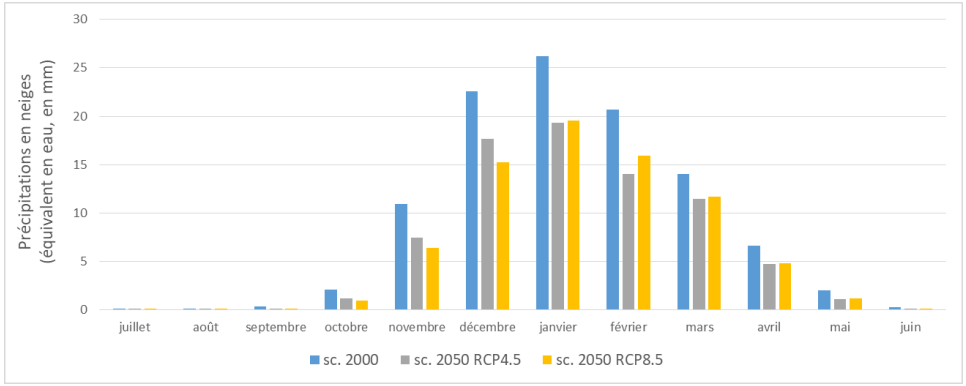
Rayonnement solaire horaire à l'échelle nationale dans différentes configurations climatiques des scénarios à climat constant 2000



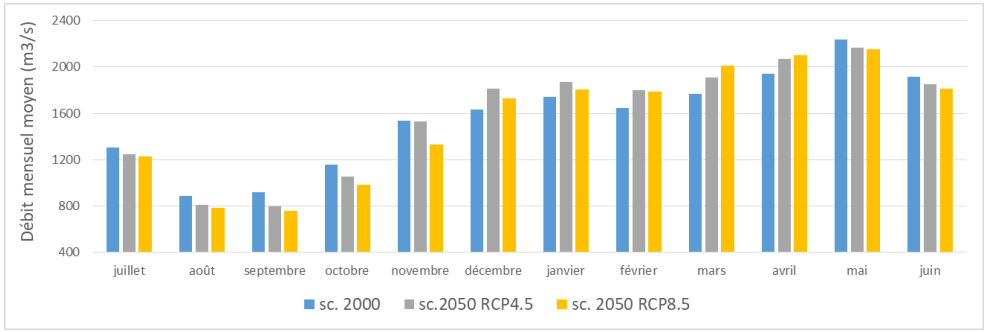
- Le rayonnement global horizontal présente une importante variabilité aux différentes échelles de temps, qui se retrouvera dans les facteurs de charge photovoltaïques modélisés.
- La saisonnalité du rayonnement concerne à la fois les maximums journaliers et l'amplitudes des heures à rayonnement non nul.

Les précipitations et débits des rivières sont marqués par le changement climatique

Moyennes mensuelles des précipitations en neige (région Auvergne-Rhône-Alpes)

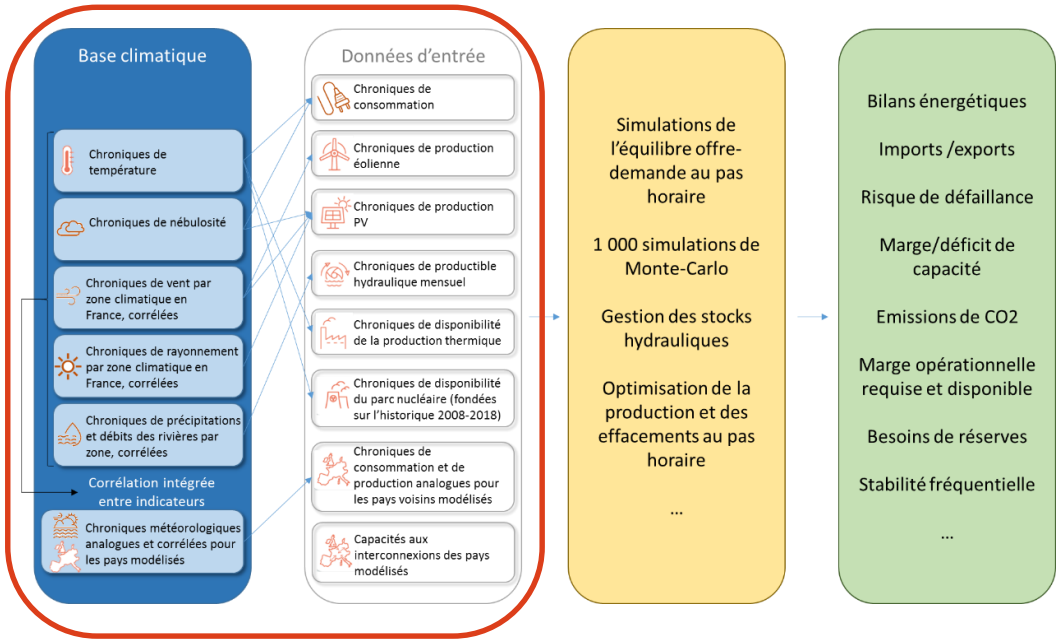


Moyennes mensuelles des débits à un point de mesure du Rhône



- Les précipitations en neige diminuent dans les scénarios à climat 2050.
- Les débits moyens des rivières sont plutôt plus élevés l'hiver, et plutôt plus faible l'été dans les scénarios à climat 2050.
- Les scénarios présentent une forte variabilité interannuelle, incluant des épisodes de sécheresse intense.
- Ces caractéristiques seront prises en compte pour la modélisation de la production hydraulique (fil de l'eau et lac).
- Les épisodes de débits faibles et fortes chaleurs peuvent avoir un effet sur les indisponibilités des centrales nucléaires.

Des fonctions de transfert pour passer de la base climatique aux chroniques de consommation et productions renouvelables



- Des fonctions de transfert relient les variables météorologiques issues des bases climatiques aux variables énergétiques.
- D'autres GT aborderont la modélisation des chroniques de consommations thermosensibles et productions d'énergies renouvelables

Compléments

Le calendrier des premiers groupes de travail thématiques

GT consommation
Depuis mars 2019

GT hydrogène et P2X
2nd semestre 2019

GT stabilité
1er semestre 2020

GT base climatique
A partir de juin 2019

GT multi-énergies
2nd semestre 2019

GT flexibilités
2nd semestre 2019

GT modélisation production
2nd semestre 2019

GT acceptabilité sociale
2nd semestre 2019

Atelier technique scénarios TYNDP
2nd semestre 2019

GT scénarisation
A partir de juin 2019

…