

L'évolution des enjeux énergétiques

Montréal, décembre 202

Normand Mousseau
Professeur de physique, Université de Montréal
Directeur scientifique de l'Institut de l'énergie Trottier et du Carrefour
de Modélisation énergétique

À propos de l'Institut de l'énergie Trottier



Créé en 2013 avec le financement de la Fondation familiale Trottier, soutien renouvelé en 2023

Mission

- La formation d'une nouvelle génération d'ingénieurs, de scientifiques et d'innovateurs ayant une compréhension systémique et transdisciplinaire des enjeux énergétiques;
- La recherche de solutions durables qui permettront d'assurer l'avenir énergétique, en appuyant la génération de connaissances et l'innovation dans le domaine énergétique afin d'aider à relever les défis auxquels la société fera face au cours des prochaines décennies;
- La diffusion des connaissances liées à l'énergie pour ainsi contribuer à hausser le niveau des débats sociaux sur les questions énergétiques.

Quelques-uns de nos projets

- Publication des **Perspectives énergétiques canadiennes**
- Élaboration d'une grille d'évaluation pour un projet de biomasse dans le contexte d'un Canada carboneutre
- Réduction la demande de pointe d'électricité et améliorer la résilience dans un monde de plus en plus électrifié
- Codirection, avec l'IESVic et l'Université de Calgary, le **Carrefour de modélisation énergétique**, une organisation frontalière pancanadienne qui assure l'élaboration, la maintenance et la mise à disposition de modèles énergétiques et qui rassemble les décideurs publics et les communautés de modélisation énergétique.



CARREFOUR DE
MODÉLISATION
ÉNERGÉTIQUE | ENERGY
MODELLING
HUB

Assure le développement, maintient et rend accessibles des modèles énergétiques et rassemble les décideurs publics et les communautés de modélisation énergétique.



Fournit une analyse des politiques publiques visant à aider le Canada à faire face au changement climatique et à faire progresser un avenir net-zéro.

The Transition
Accelerator



L'Accélérateur
de transition

Conçoit et met en œuvre des trajectoires de transition afin de placer le Canada sur la voie d'un avenir à faibles émissions de carbone



Perspectives énergétiques canadiennes 3^e édition

RAPPORT #2: Trajectoires pour un Canada carboneutre

27 juin 2024

Auteurs: Simon Langlois-Bertrand et Normand
Mousseau

Révision: Louis Beaumier, Laure-Anne
Douxchamps, Olivier Bahn et Hamed

Les Perspectives énergétiques canadiennes, 3e édition

Objectifs du projet: explorer et analyser les défis liés à des scénarios menant à la carboneutralité, à l'aide d'une optimisation technico-économique (NATEM)

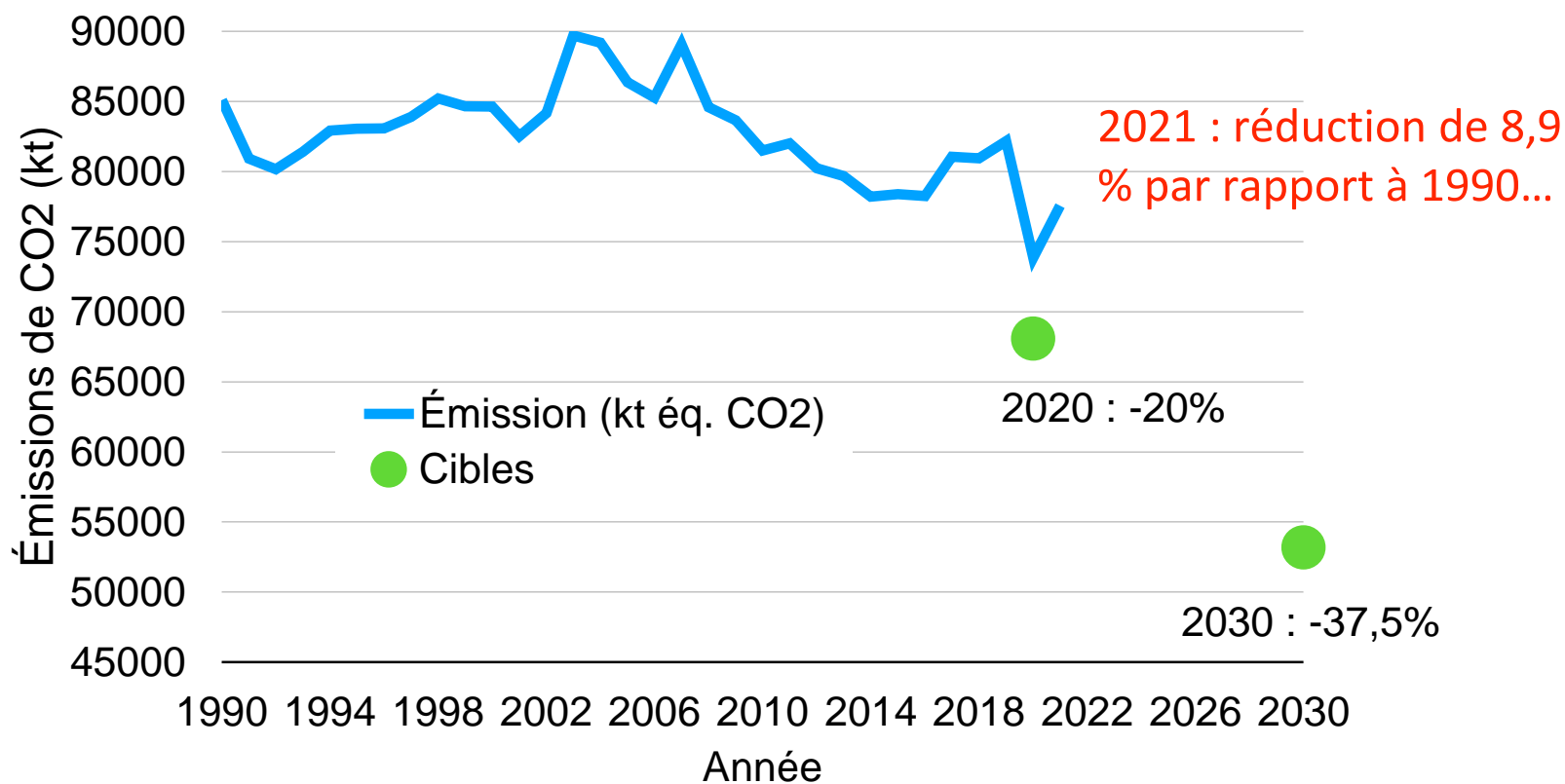
- Rapport #1: L'état de l'énergie et des émissions de GES au Canada (janvier 2024)
- Rapport #2: Trajectoires pour un Canada carboneutre (juin 2024)
 - Résultats disponibles avec analyses résumées sur une plateforme dédiée

Après quoi:

- Série de rapports portant sur des thèmes ou enjeux stratégiques identifiés partir des résultats de modélisation

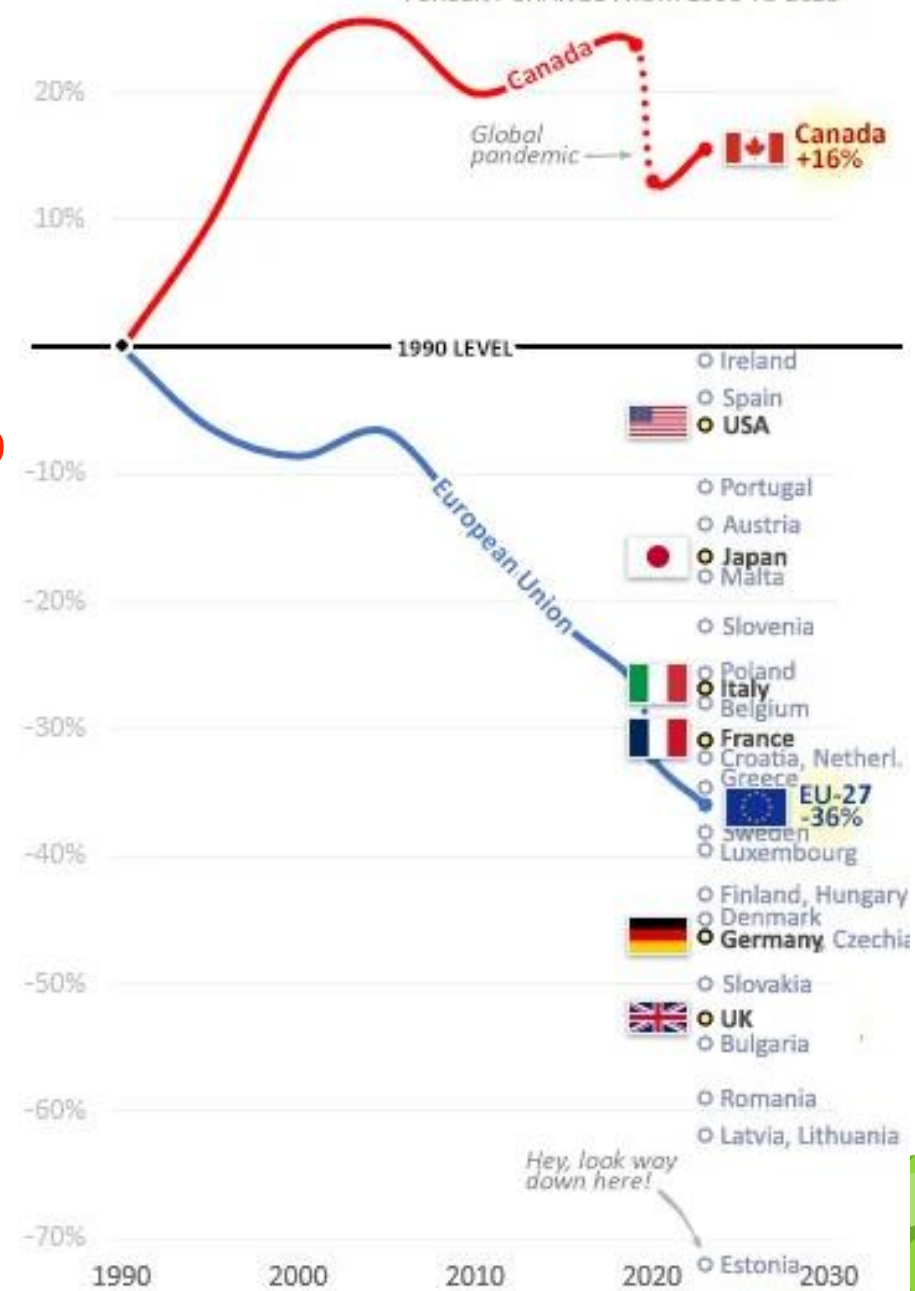


Rappel : émissions de GES du Québec



CLIMATE POLLUTION :: E.U. vs CANADA

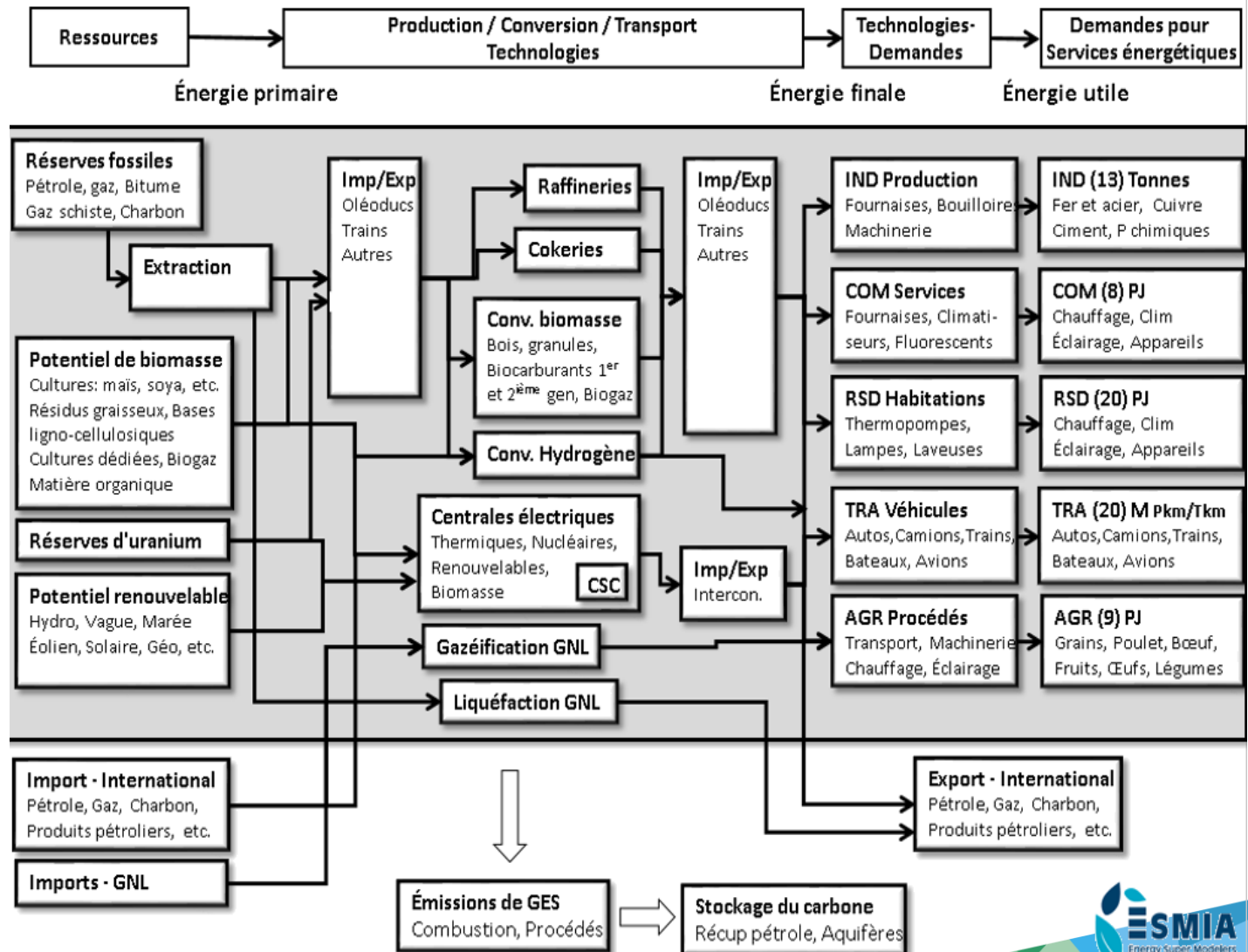
PERCENT CHANGE FROM 1990 TO 2023



NATEM – Un modèle de la famille TIMES

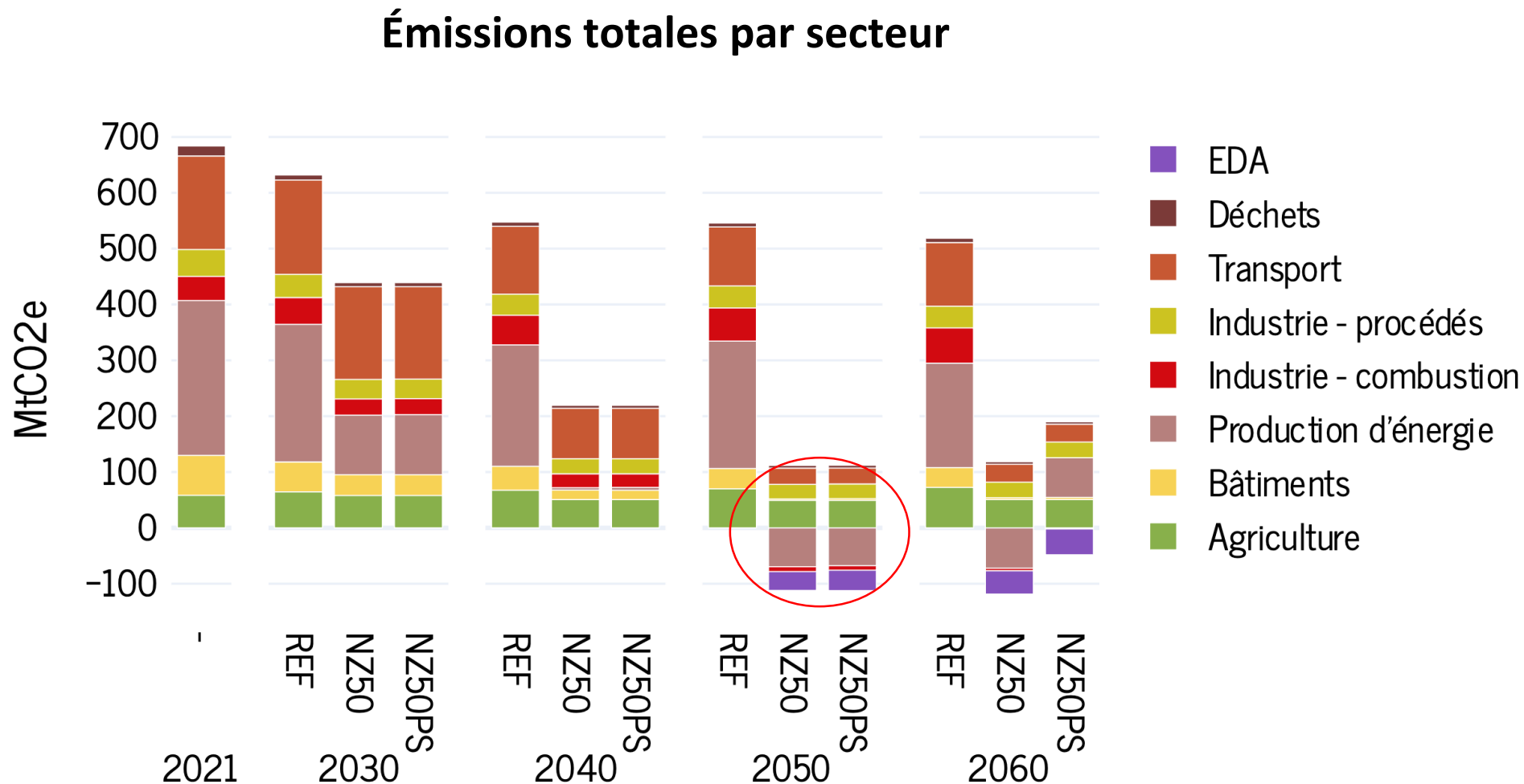
Forces

- Représentation du système
- Explicite quant aux technologies: rotation des investissements, effets des réglementations, >4500 technologies
- Résultats à l'échelle provinciale
- Couverture complète des émissions à l'exception de UTCATF (couverture partielle)



À quoi ressemble la carboneutralité?

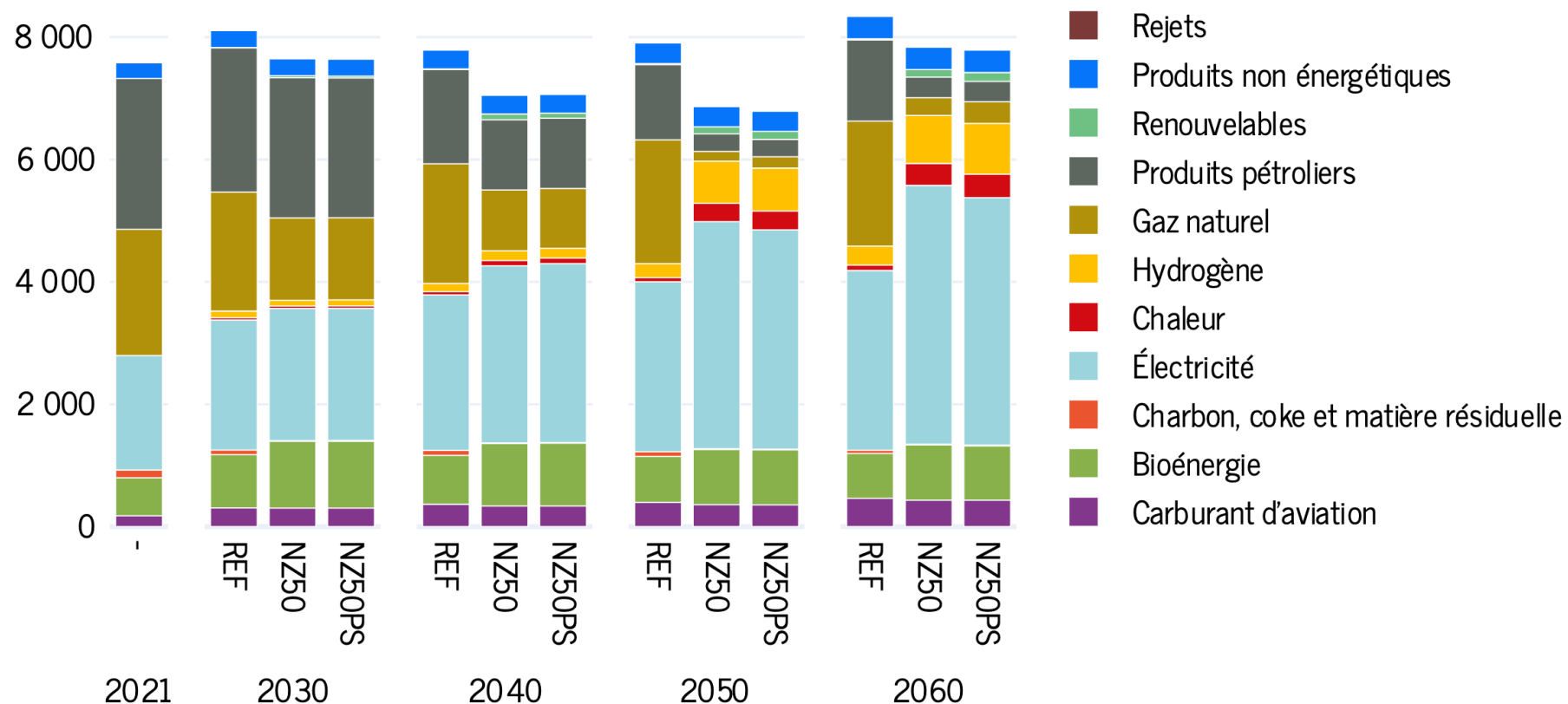
- REF montre une tendance à la baisse, mais insuffisante pour atteindre la cible de 2030
- Écart grandissant rapidement entre REF et les NZ
- NZ requière une quantité significative d'absorption d'émissions, surtout dans le secteur de la production d'énergie



La transformation de la consommation d'énergie

- Demande diminue dans les NZ, malgré la croissance de la population, sans diminuer les services
- **Gains de productivité énergétique dans les services fournis, incluant par l'électrification massive**
- Rebond après 2050 alors que la croissance de la population devient le moteur principal

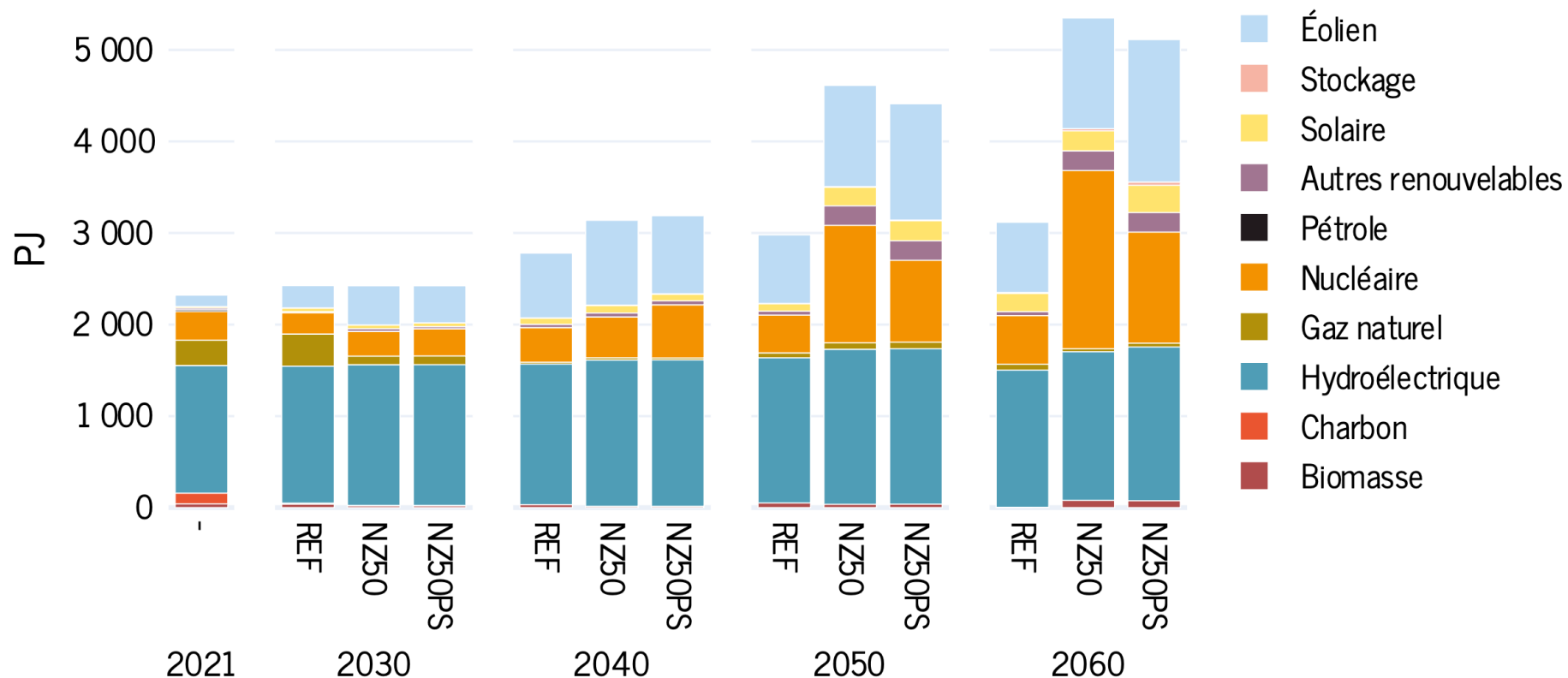
Consommation finale d'énergie par source



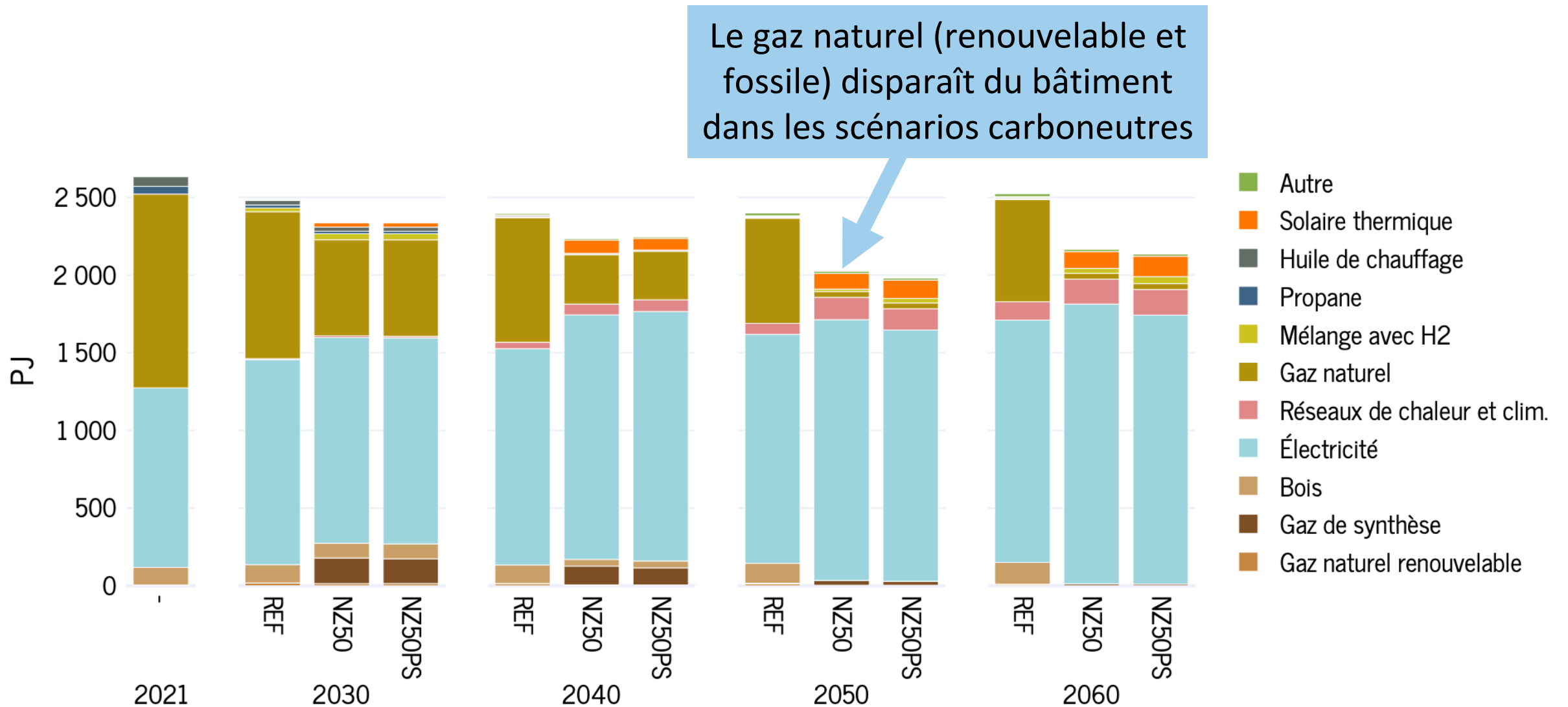
Production d'électricité

- La demande d'électricité croît spectaculairement dans les NZ
- Plusieurs incertitudes au-delà des coûts pour le déploiement de certaines sources
- Le scénario NZ50PS peut s'utiliser comme référence pour réfléchir au déploiement (l'acceptabilité sociale de certaines sources, par exemple)

Production d'électricité

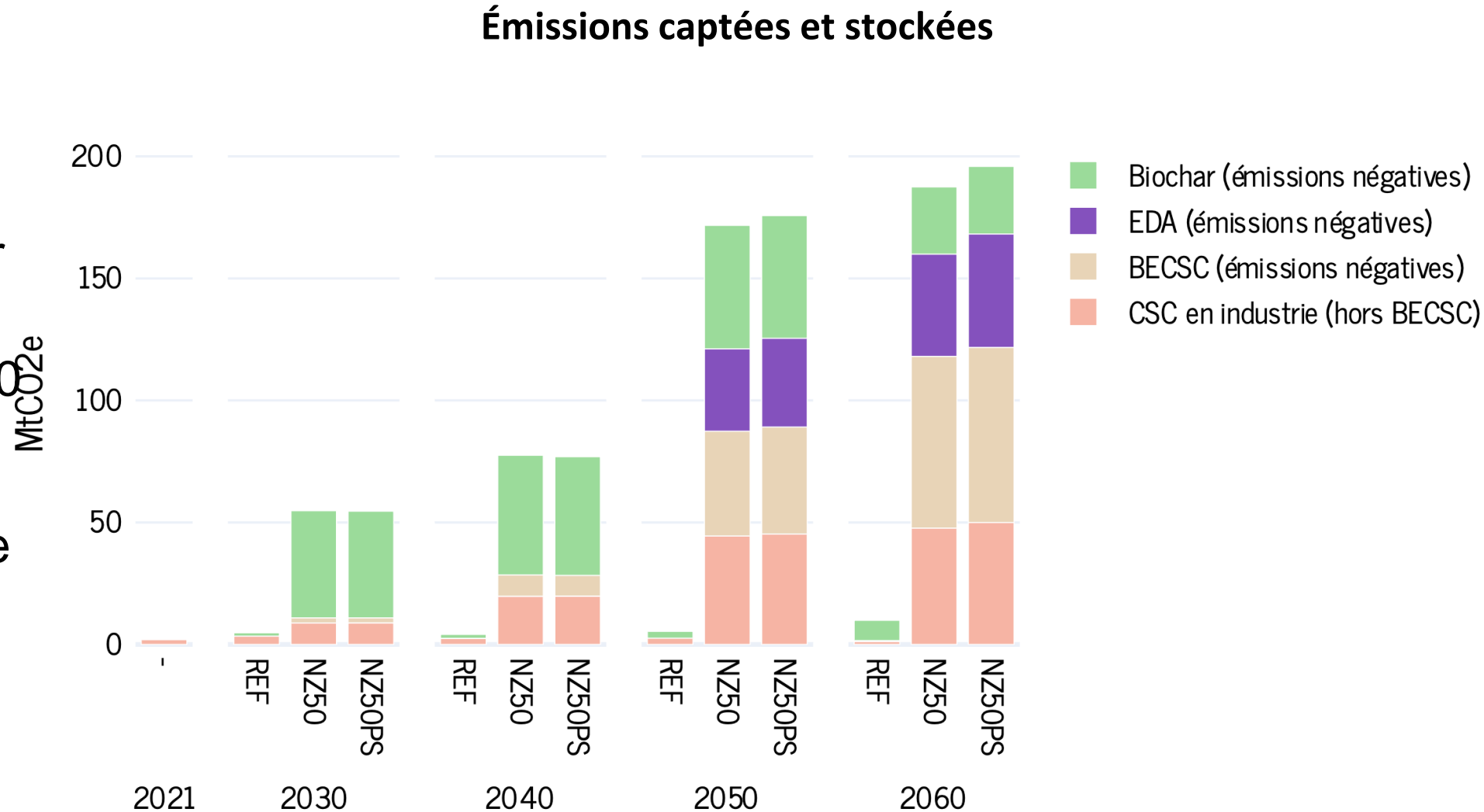


Consommation d'énergie dans le bâtiment



Où va la bioénergie? Dans le captage d'émissions

- Autour de 172 MtCO₂e d'émissions (25% des niveaux d'aujourd'hui) sont captés annuellement pour atteindre la carboneutralité, et même 196 en 2060
- Les technologies d'émissions négatives sont une pièce incontournable, accompagnée d'incertitude très importantes




Différences entre cette édition et les PEC2021

Principales différences:

- Le scénario de référence montre une réduction, et non une augmentation, des GES (VZÉ, REP, RCP, ...)
- Les coûts de décarbonation sont moindres que ceux projetés pour la carboneutralité en 2021 (développements technologiques fournissant de nouvelles solutions à plus bas coût mais réduisant également les incertitudes)

Similarités:

- Accroissement dramatique de l'électricité (incluant dans REF)
 - Réduction de la production pétrolière pour contrôler les coûts
 - Ampleur des compensations (avec l'ajout du biochar)
- 

En conclusion

- Décarboner la production d'énergie peut se faire de manière durable
- **Aucun temps à perdre avec les solutions cul-de-sac:** l'efficacité et la sobriété énergétique **d'abord** ne sont pas une solution réelle à l'échelle; elle servent plutôt à maintenir le système énergétique en place
- la productivité de l'électricité amène des réductions plus réelles
- une réduction systémique exige de revoir en profondeur nos façons de faire, pas de taper sur les citoyens
- La biomasse jouera un rôle marginal mais important pour la séquestration d'émissions négatives - pas de place pour les usages distribués comme les bâtiments

À la lumière de ces résultats comment aborder la décarbonation des bâtiments?



Ne devrait-on pas commencer par la sobriété?

« La transition climatique est un processus de transformation profonde de la société dont le succès nécessite une coordination des politiques publiques soutenue par une vision globale et ambitieuse. L'action climatique est actuellement trop orientée vers l'amélioration et les changements incrémentaux, alors qu'en s'inspirant de l'approche Réduire-Transférer-Améliorer, elle devrait prioriser :

- **d'abord la réduction à la base des sources d'émission de GES** en misant sur la **sobriété** dans la consommation de biens et services nécessitant l'utilisation de ressources énergétiques et matérielles (par exemple, réduire ses déplacements ou choisir une habitation de moins grande superficie);
- **ensuite, le transfert vers** des types de biens et services plus sobres en carbone **et la substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables.**»



Est-ce raisonnable?

Bien sûr


1. Il faut favoriser la sobriété systémique
2. L'efficacité énergétique permet à l'industrie un meilleur contrôle de la production
3. Les nouveaux bâtiments devraient être aux meilleures normes en isolation et efficacité

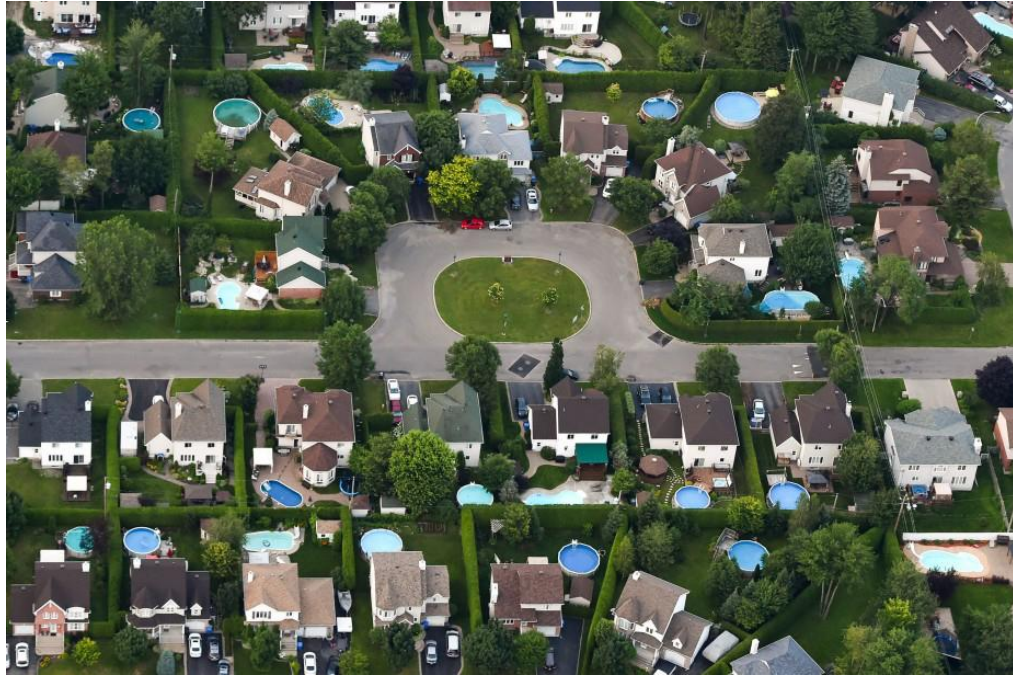


Ne devrait-on pas commencer par la sobriété?

Non, ça ne livre pas!

Plusieurs raisons:

1. L'objectif n'est pas de réduire de 10 % les émissions de GES (pourcentage de réduction des émissions entre 2019 et 2020!), , mais d'atteindre la carboneutralité structurelle.
 2. Le remplacement des combustibles fossiles par l'électricité permet les plus grandes économies d'énergie
 3. L'efficacité et la sobriété doivent être structurelles, pas être mise sur les épaules des individus et, ça, ça prend des transformations massives
- 



Réduire la taille des maisons de ce quartier, ou les isoler....




...ne mènera jamais à la sobriété énergétique structurelle de ce quartier



Et que dire de l'efficacité ?

Encore une fois, toute seule, l'efficacité ne mène pas à la carbonéutralité!

1. L'efficacité énergétique en maintenant les combustibles fossiles permet de réduire les émissions, **mais pas de les éliminer**
 2. L'efficacité «passive» (isolation, par exemple) livre rarement les promesses et est très coûteuse
 3. Le travail sera donc à refaire rapidement pour changer la source d'énergie
- 

Que faire, alors?

Électrifier correctement

1. L'électricité est plus productive que les combustibles: l'électricité est un travail, pas une chaleur, on peut donc obtenir beaucoup plus de service avec la même énergie
2. Les gains en productivité (ou efficacité) sont garantis : une voiture électrique consomme trois à quatre fois moins d'énergie qu'une voiture à essence. On ne peut y couper; même chose pour des thermopompe (air, géothermie, ou autre)
3. **Tant qu'à électrifier**, aussi bien faire tous les autres travaux en efficacité qui sont rentables (mais pas plus)



Mais la pointe?



Perspective stratégique de l'électricité



6 CHANTIERS

Réglementation

Tarification

Gestion de la demande

Résilience

Données

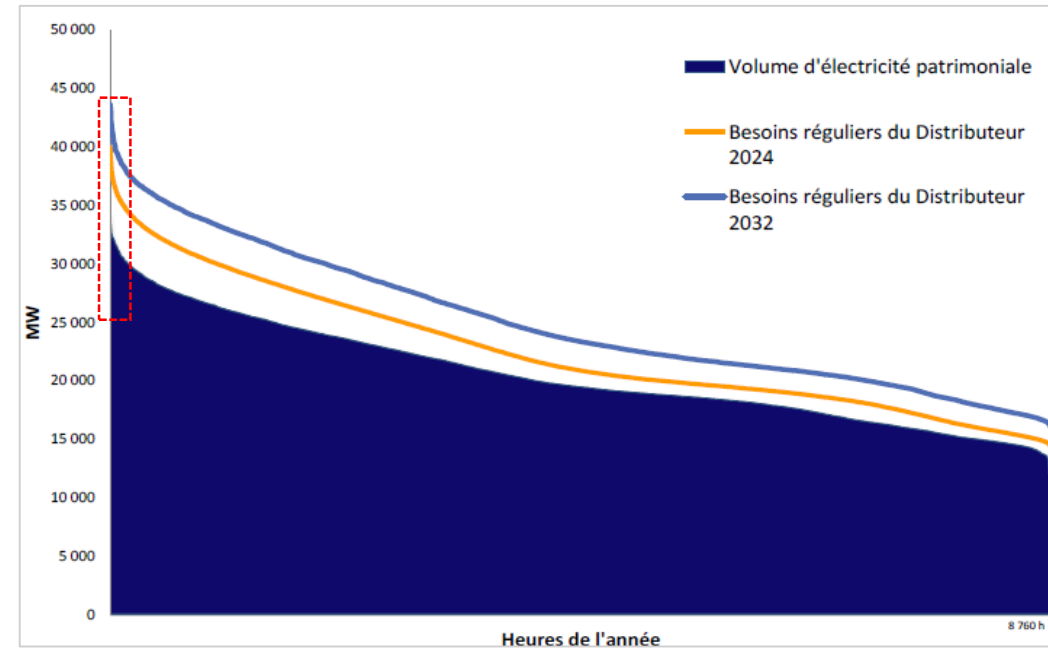
Soutien à la mise en œuvre

Comment aborder la pointe hivernale de la demande électrique?



La gestion de la pointe : Contexte

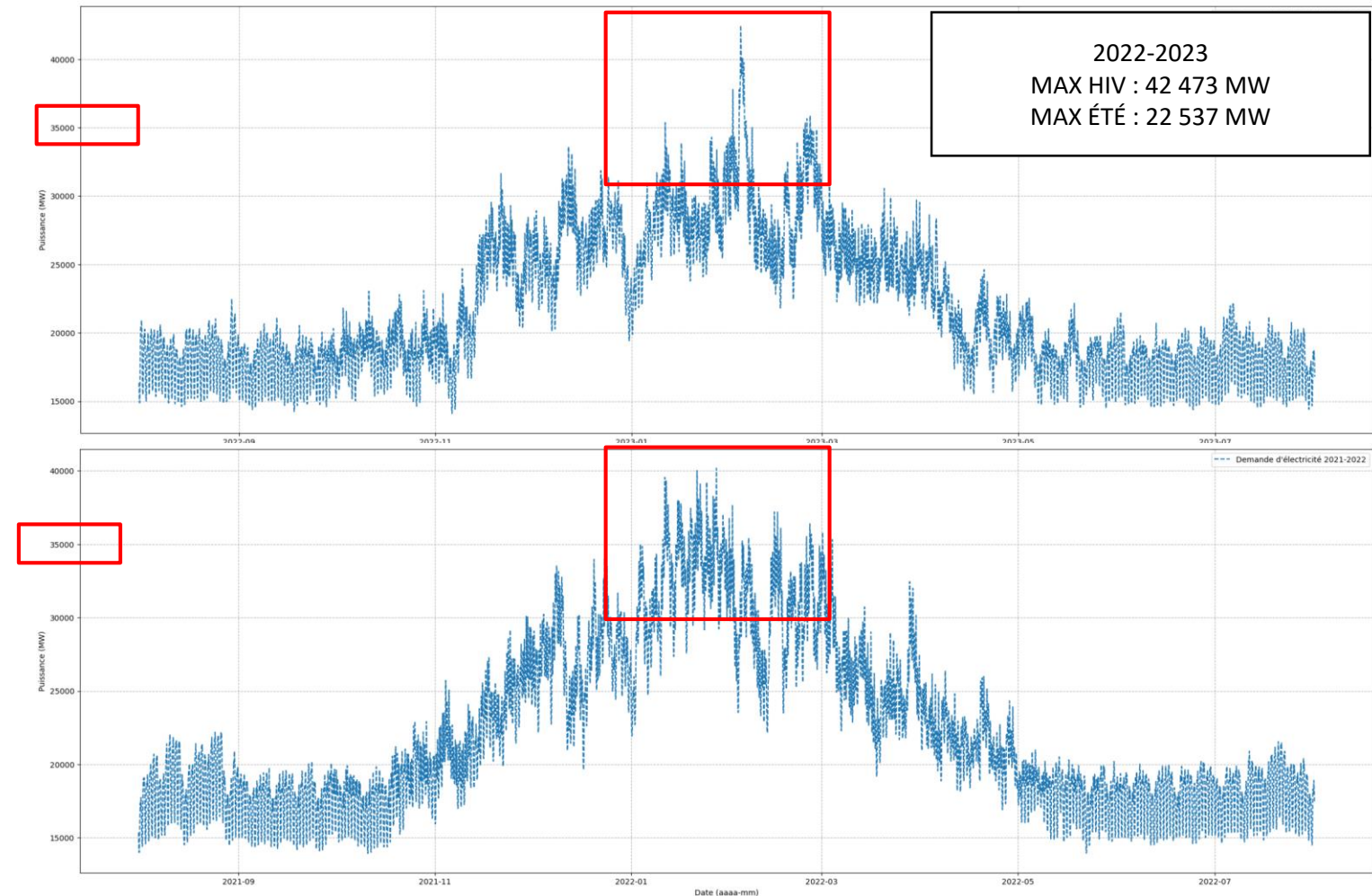
- La carboneutralité = très forte croissance de la demande d'électricité (≈ 100 TWh).
- Au Québec, la pointe se produit en hiver pour une durée totale d'une centaine d'heures ($\approx 1\%$ de l'année).
- La pointe hivernale que connaît le Québec deviendra la norme à travers le Canada et dans le nord des États-Unis.
- La croissance démographique est marquée
- De nombreux logements à construire à l'horizon 2030



Il est crucial de développer rapidement des stratégies de gestion de pointe compatibles avec les objectifs climatiques à long terme et contribuant à contrôler les coûts de transition.

La gestion de la pointe : Analyse des données

- L'écart entre les maximums hivernaux et estivaux est de plusieurs milliers de mégawatts entre l'hiver et l'été.
- Il faut une ou des solutions suffisamment flexibles pour s'adapter aux variations entre les années
- Les enjeux de puissance dominant le défi de la gestion de la pointe



La gestion de la pointe : Analyse des données

	HIV 22-23				HIV 21-22			
Fenêtre	12 h	36 h	72 h	96 h	12 h	36 h	72 h	96 h
P_{\max} [MW]	42 473	42 473	42 473	42 473	40 179	40 179	40 179	40 179
P_{coupure} [MW]	40 344	38 974	36 342	34 939	37 176	36 282	34 971	34 823
Réduction de puissance par rapport à P_{\max} [%]	5,0 %	8,2 %	14,4 %	17,7 %	7,5 %	9,7 %	13 %	13,3 %
Réduction de puissance par rapport à P_{\max} [MW]	2 129	3 499	6 131	7 534	3 003	3 897	5 208	5 356
Énergie à déplacer [MWh]	6 499	15 251	97 275	153 539	7 876	12 897	39 727	42 736
Durée d'accumulation [h]	4	9	18	41	6	17	28	30
Nombre d'occurrence de dépassement de P_{coupure}	1	3	2	7	14	24	39	41
Énergie totale au-dessus de P_{coupure} [MWh]	6 499	21 813	98 973	164 515	43 596	101 908	283 001	315 660
Nombre d'heures au-dessus de P_{coupure} [h]	5	20	41	58	43	88	207	230
Pourcentage que représente l'énergie totale au-dessus de P_{coupure} par rapport à la consommation annuelle	0,00 %	0,01 %	0,05 %	0,09 %	0,02 %	0,05 %	0,15 %	0,17 %

La gestion de la pointe

Freins

- Coûts des transformations
- Réglementation qui oblige le distributeur à planifier comme si les bâtiments consommaient le maximum de la puissance installée au panneau
- Complexité de cette transformation

Solutions

- Solutions contractuelles, de marché de services
 - Des contrats de raccordement avec des clauses dédiées à la gestion de la pointe
 - Rôle d'intermédiaires offrant un service agrégé de gestion de la demande à une échelle adaptée (ex. centrales virtuelles)
- Solutions technologiques
 - Amélioration de l'enveloppe de bâtiments (murs, fenêtres, portes, toits, etc.)
 - Technologies de chauffage (thermopompes géothermiques, réseaux de chaleur)
 - Technologies d'accumulation
 - Technologie de gestion locale de l'appel de puissance d'un bâtiment

La gestion de la pointe : Proposition de départ

- **Un cadre réglementaire soutenant une répartition alternative des responsabilités** pour la gestion de la pointe et soutenant une approche de gestion distribuée.
- **Cette réglementation viserait les nouveaux branchements**, incluant ceux du secteur résidentiel, multirésidentiel, commercial, institutionnel, manufacturier et industriel. Ces nouveaux clients auraient alors la responsabilité de la gestion de la pointe hivernale.
 - **Le «client» ici n'est pas nécessairement le consommateur final**, mais plutôt les constructeurs et promoteurs.
 - L'idée est **d'offrir un cadre structurant pour la création et le développement d'un marché de solutions «clé en main»**

La gestion de la pointe : Les nouveaux logements

- Contribution potentielle

- Prévisions d'Hydro-Québec pour l'hiver 29-30
 - + 949 MW pour le chauffage d'espace et d'eau pour le secteur résidentiel
 - 32 % de la croissance de demande totale prévue (+ 2962 MW)

	10%	15%	20%
Potentiel de réduction de la demande en puissance à l'hiver 2029-2030 [MW]	95	142	190

- Pour une maison, ça se traduit par :

- Réduction de l'appel de puissance : 0,9 kW à 3 kW
- Réduction d'énergie : 4 kWh à 79 kWh
- Durée d'accumulation : 11 h à 35 h

- Projections de la SCHL pour 2030:
 - Un parc de 4,45 millions de logements
 - Soit 330 000 logements additionnels par rapport à 2022
- Maisons unifamiliales détachées et semi-détachées additionnelles à l'horizon 2030 :
 - 50 % soit 165 000 maisons unifamiliales détachées et semi-détachées de plus par rapport à 2022
 - Cela représente 4 % du parc total de logements projetés

En conclusion

- La pointe de demande, un de ces défis, contraint fortement les besoins en infrastructures, et les coûts du système
 - ***On sait que des programmes comme ÉcoÉnergie 360, par la FQM, le gouvernement du Québec et la SOFIAC, qui continuent de s'appuyer, sont des cul-de-sacs, mais on se ferme les yeux et on prétend qu'on fait notre possible***
- Apporter des solutions structurantes et compatibles avec nos engagements climatiques permettra :
 - D'accélérer l'électrification des services énergétiques
 - De mieux contrôler les coûts associés à la transition énergétique
 - De jouer un rôle de leader dans le nord de l'Amérique du Nord sur les marchés de solutions



Merci!

