

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 Kouchaki-Penchah
Modélisation: Kathleen Vaillancourt et Mathilde Bourque

Dans cette présentation

- **Le modèle et les principaux scénarios**
- **Résultats principaux et constats**
- **Principaux points à retenir du rapport**



Interventions

Normand Mousseau, Directeur scientifique, Institut de l'énergie Trottier

Marie Pied, CEO, ESMIA Consultants

Olivier Bahn, Co-directeur, Pole e3

Présentation

Simon Langlois-Bertrand, Auteur principal, Institut de l'énergie Trottier

Questions

Louis Beaumier, Directeur exécutif, Institut de l'énergie Trottier



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

- Élaboration d'une grille d'évaluation pour un projet de biomasse dans le contexte d'un Canada carbonneutre
- Réduire la demande de pointe d'électricité et améliorer la résilience dans un monde de plus en plus électrifié
- Codiriger, 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.

Qui sommes-nous?

- Une société de modélisation et conseil **fondée en 2013** et basée à Montréal.
- Spécialisée en **modélisation de systèmes intégrés 3E** (énergie-économie-environnement) pour la prise de décisions stratégiques.
- En Amérique du Nord et ailleurs dans le **monde**.
- Composée d'une **équipe de modélisateurs** diplômés en ingénierie, mathématiques, économie, science du climat et management (M.Sc. M.Eng., MBA & Ph.D.).
- Experts professionnels ayant **+20 ans d'expérience**.

Nos services

- Développement de **modèles 3E clés en main** pour des organisations publiques ou privées du monde entier.
- **Formations et support** pour les clients souhaitant développer leur propre modèle 3E.
- Application de modèles 3E propriétaires pour **l'analyse de problèmes complexes**, dont la sécurité énergétique et la transition énergétique.



Planification long terme
- Systèmes énergétiques



Planification court terme
- Systèmes électriques



Impact sur les tarifs et
factures d'énergie



Impacts
macroéconomiques

Qui sommes-nous ?



- Le pôle e3c est un **pôle multidisciplinaire** de **HEC Montréal**.
- Il comprend 13 professeurs, une professionnelle de recherche et une coordonnatrice.

Notre mission

- La mission du Pôle e3c est de **contribuer à la transition vers une société et une économie durable** en étroite collaboration avec les organisations publiques et privées, les centres de transfert de connaissances et les territoires.
- Pour ce faire, il **développe des modèles 3E**, et plus particulièrement le modèle AD-MERGE qui est un modèle d'évaluation intégrée mondial.
- De plus, le Pôle e3c **conçoit et organise des activités de recherche et de transfert de connaissances** en vue d'informer et de former les différents publics à cette transition.

Autres contributions



IE' HORIZON
2060



IET INSTITUT
DE L'ÉNERGIE
TROTIER

Pôle3c Environnement, énergie
et économie circulaire
HEC MONTRÉAL

Modélisation Soutien financier
ESMIA Energy Super Markets
et services associés

TROTIER
FUNDATION



Avenir énergétique du Canada en 2023

Canada



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)

Nouvelle structure par rapport aux éditions précédentes

- Série de rapports
- 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 (à venir)

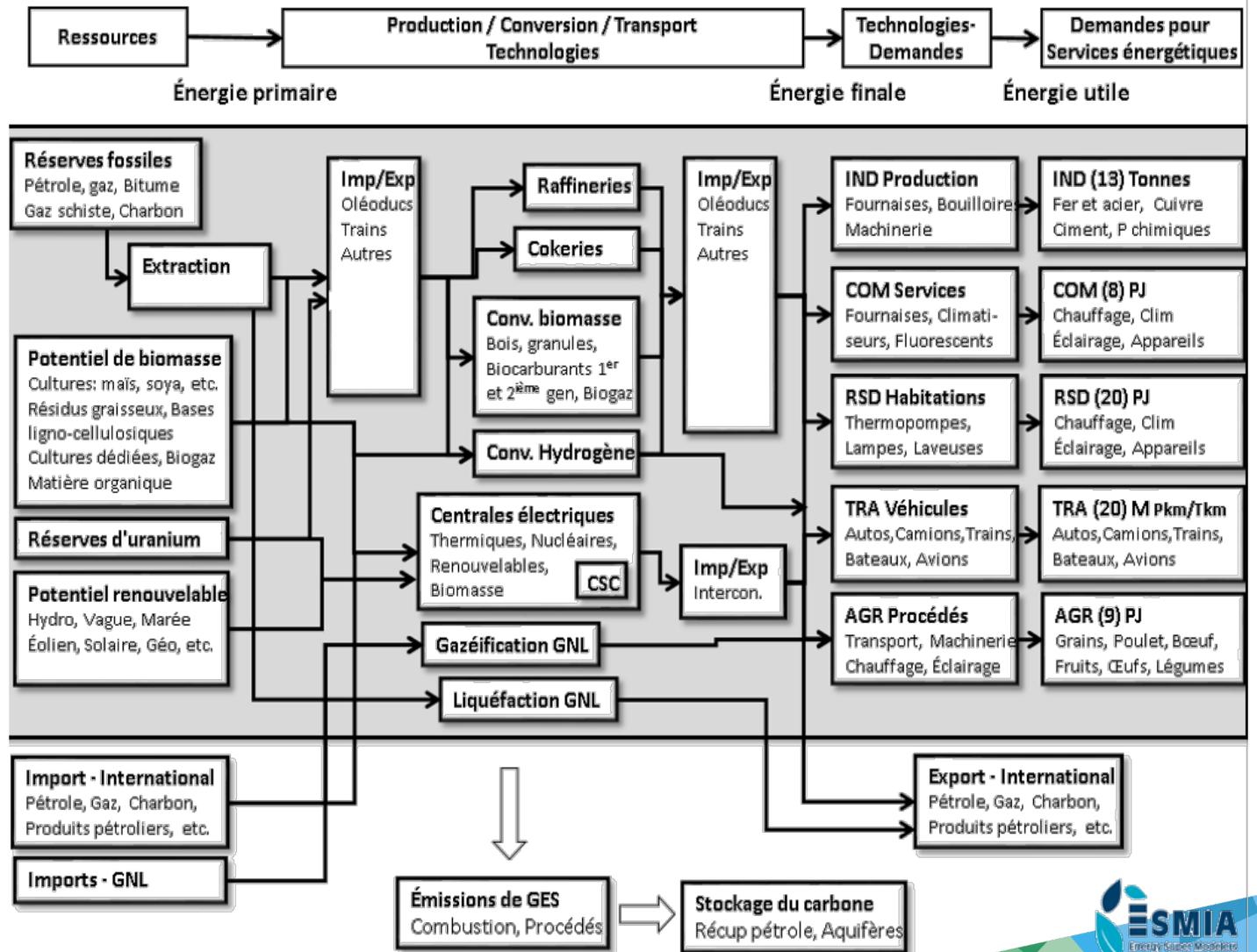
Après quoi:

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

NATEM – Un modèle de la famille TIMES

Forces

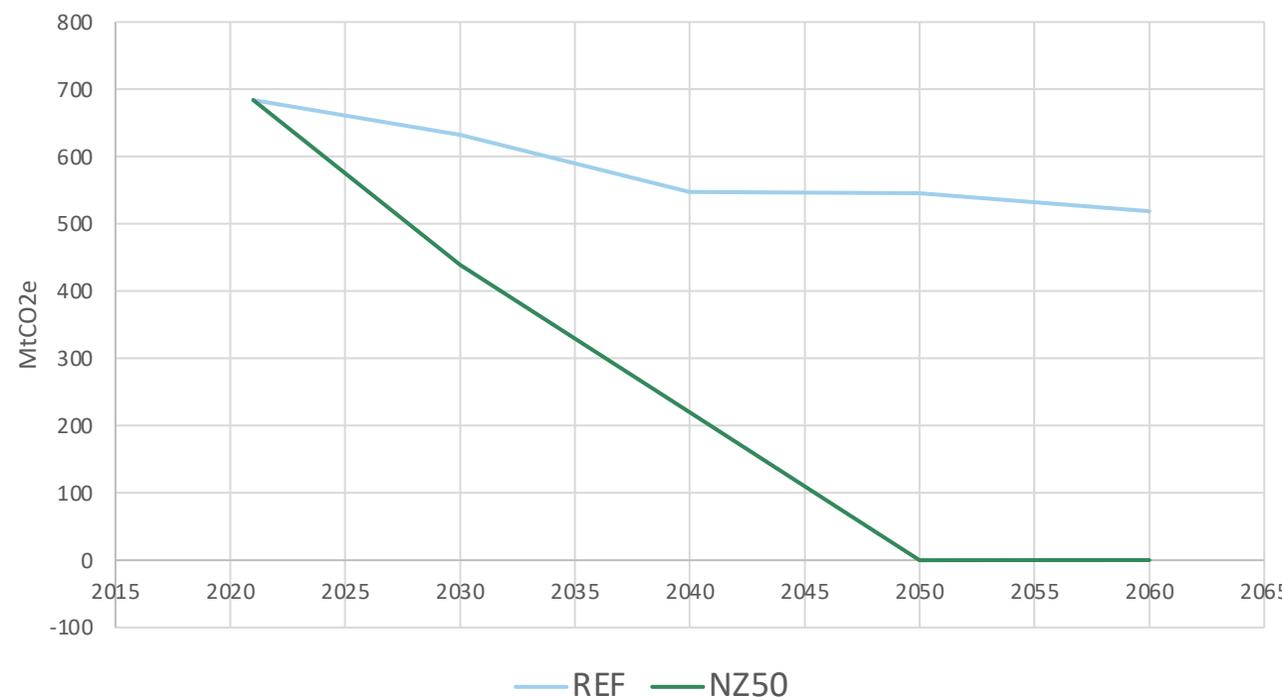
- Représentation du système
- Explicite quant aux technologies: rotation des investissements, effets des réglementations, >4500 technologies
- Résultats à l'échelle provinciale
- Couverture complète des émissions à l'exception de UTCATF (couverture partielle)



Les scénarios

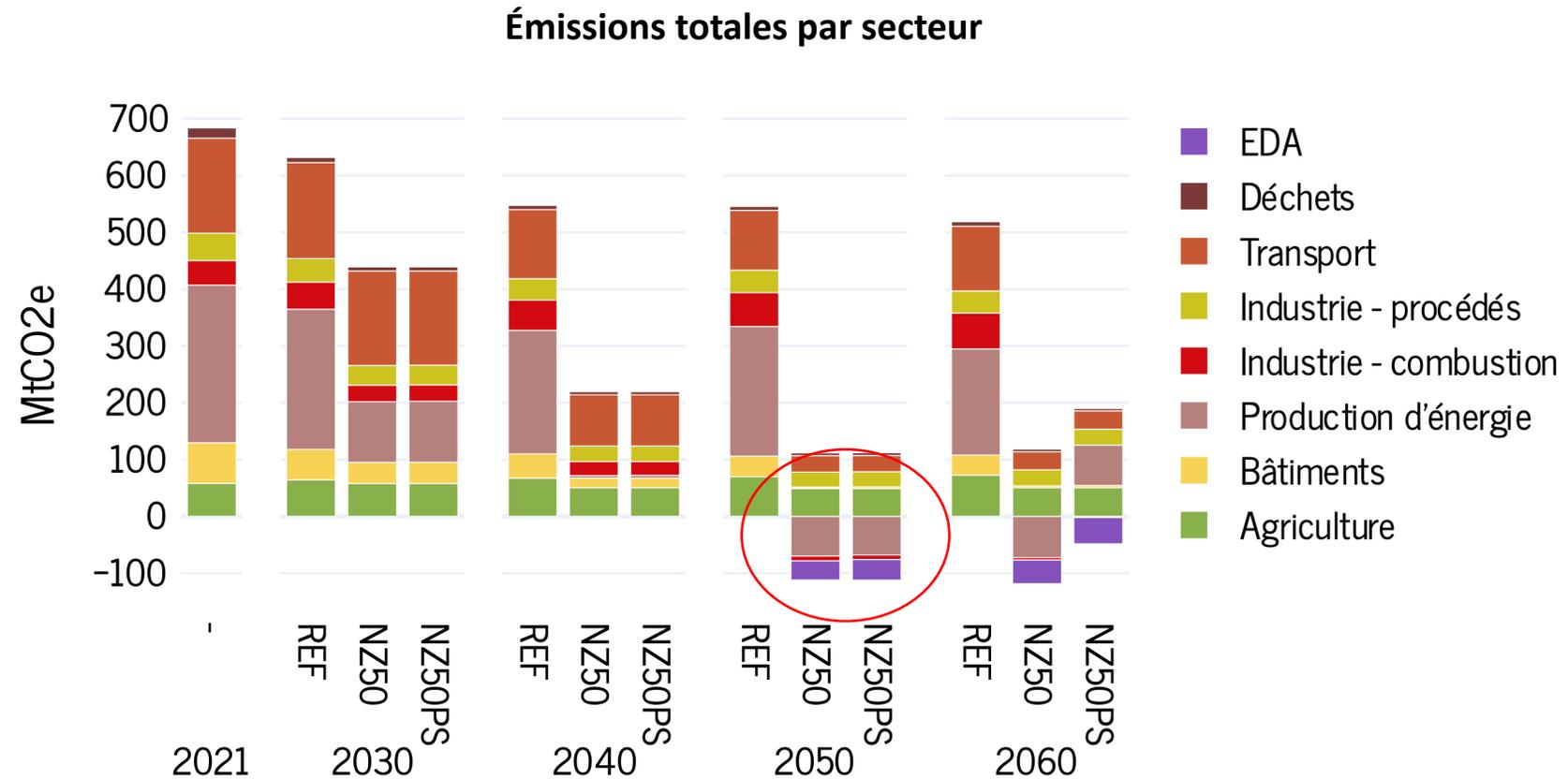
REF	<p>Aucune contrainte de réduction des émissions de GES.</p> <p>Les hypothèses macroéconomiques qu'il comprend (PIB, population, prix des exportations de pétrole et de gaz) correspondent aux projections de la Régie de l'énergie du Canada et de Statistique Canada.</p> <p>Ce scénario comprend toutes les politiques en matière d'énergie et de réduction des GES qui sont déjà en vigueur et inclut également le Règlement sur l'électricité propre et les objectifs de ventes de Véhicules Zéro Émission.</p>
NZ50	<p>Ce scénario impose un objectif consistant à atteindre la carboneutralité sur la totalité de l'équivalent CO₂ d'ici 2050, ainsi qu'un objectif visant à réduire les émissions de GES de 40 % d'ici 2030 par rapport au niveau de 2005.</p>
NZ50PS	<p>Même que NZ50, à l'exception de coûts projetés plus élevés pour les PRM nucléaires.</p>

Émissions totales



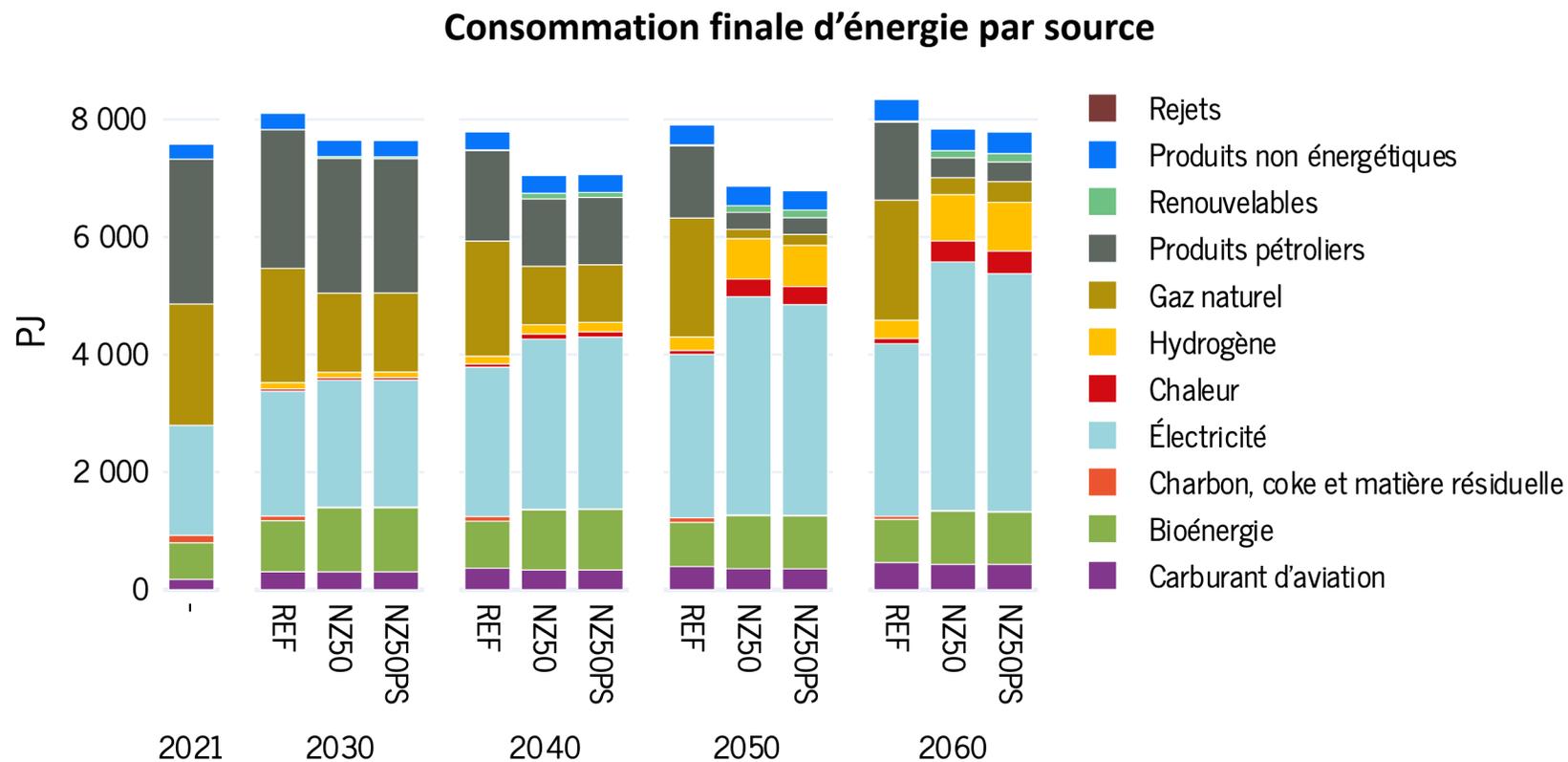
À quoi ressemble la carboneutralité?

- 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

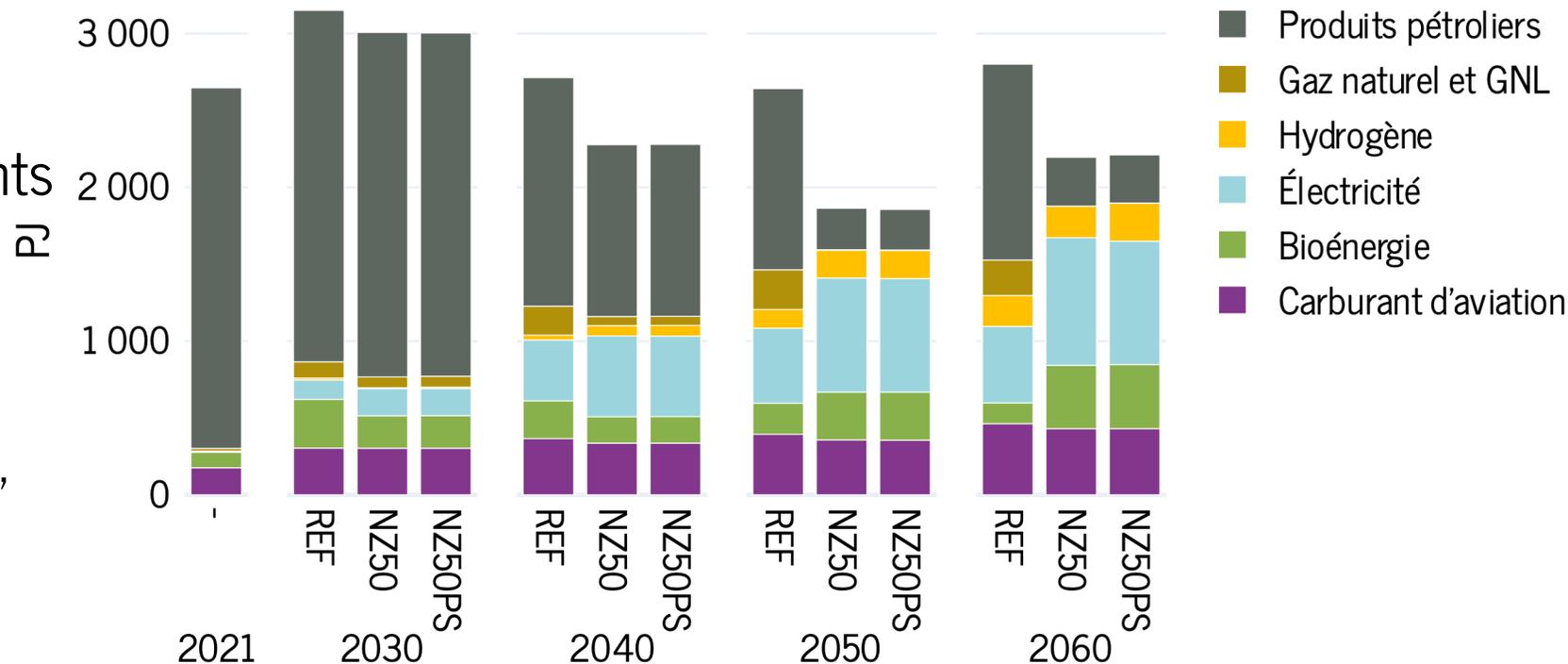
- La demande diminue dans les NZ, malgré la croissance de la population et sans diminuer l'apport de services
- Gains de productivité énergétique dans les services fournis, incluant par l'électrification
- Rebond après 2050 alors que la croissance de la population devient le moteur principal



Les transports

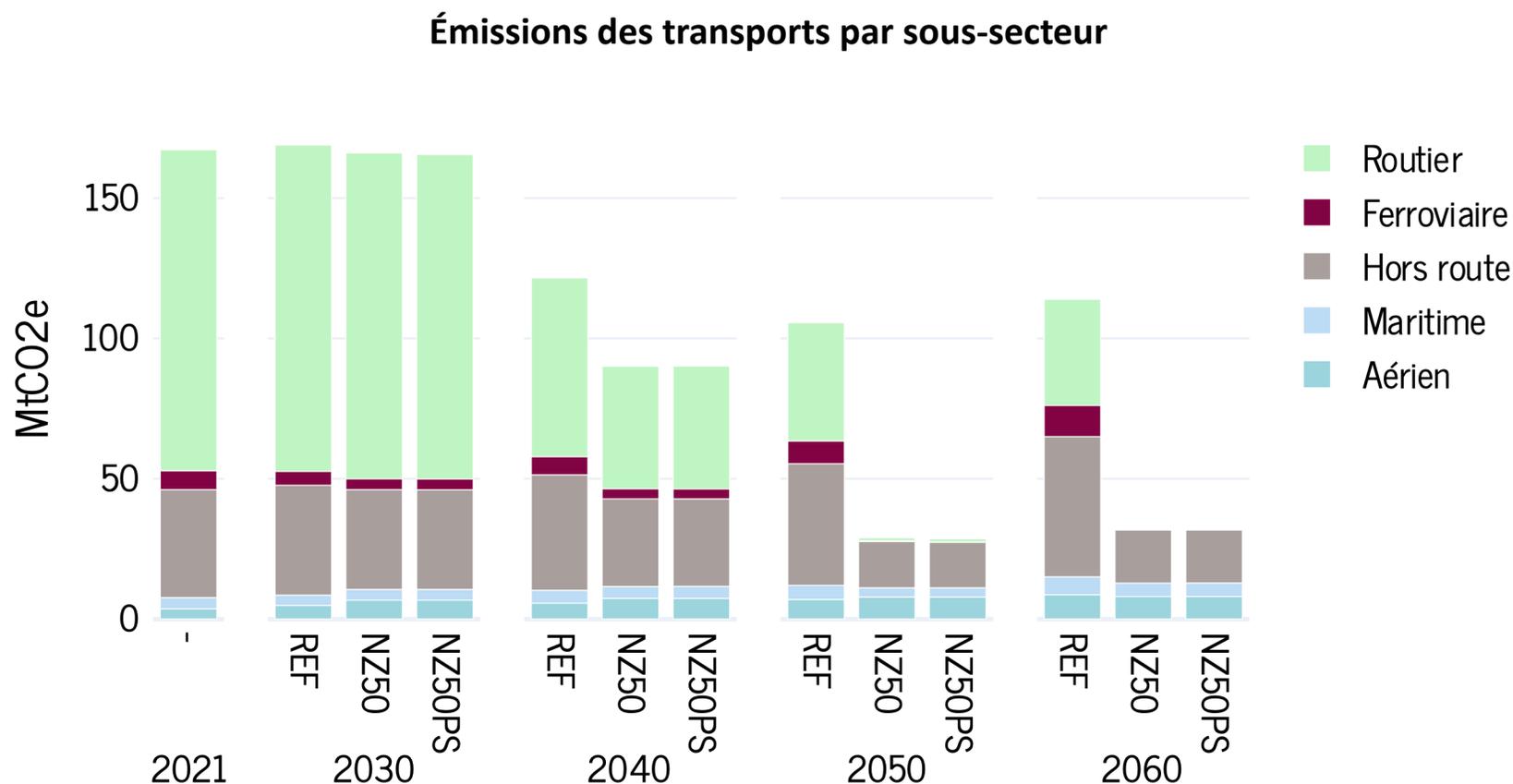
- Obligation VZÉ mène à l'électrification des véhicules légers
- Décarbonation limitée dans REF dans les autres segments
- Choix à venir: plusieurs technologies concurrentes dans certains sous-secteurs, demandant chacune de nouvelles infrastructures

Consommation d'énergie en transport



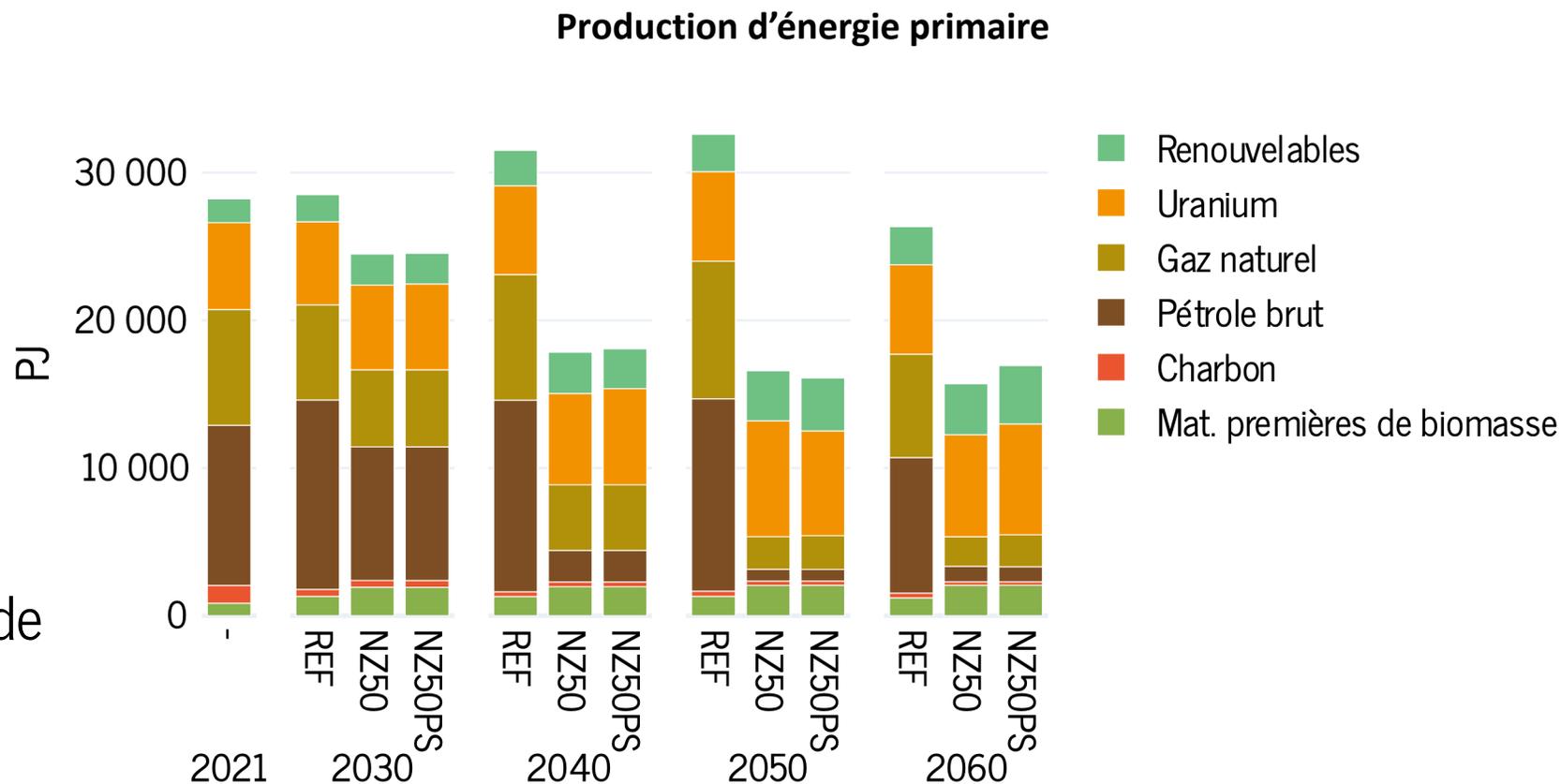
Les transports (suite)

- L'évolution des scénarios (incluant REF) montrent l'importance croissante de certains sous-segments
- Coût élevé des options de décarbonation pour le maritime et aérien, et peu d'attention portée au hors route



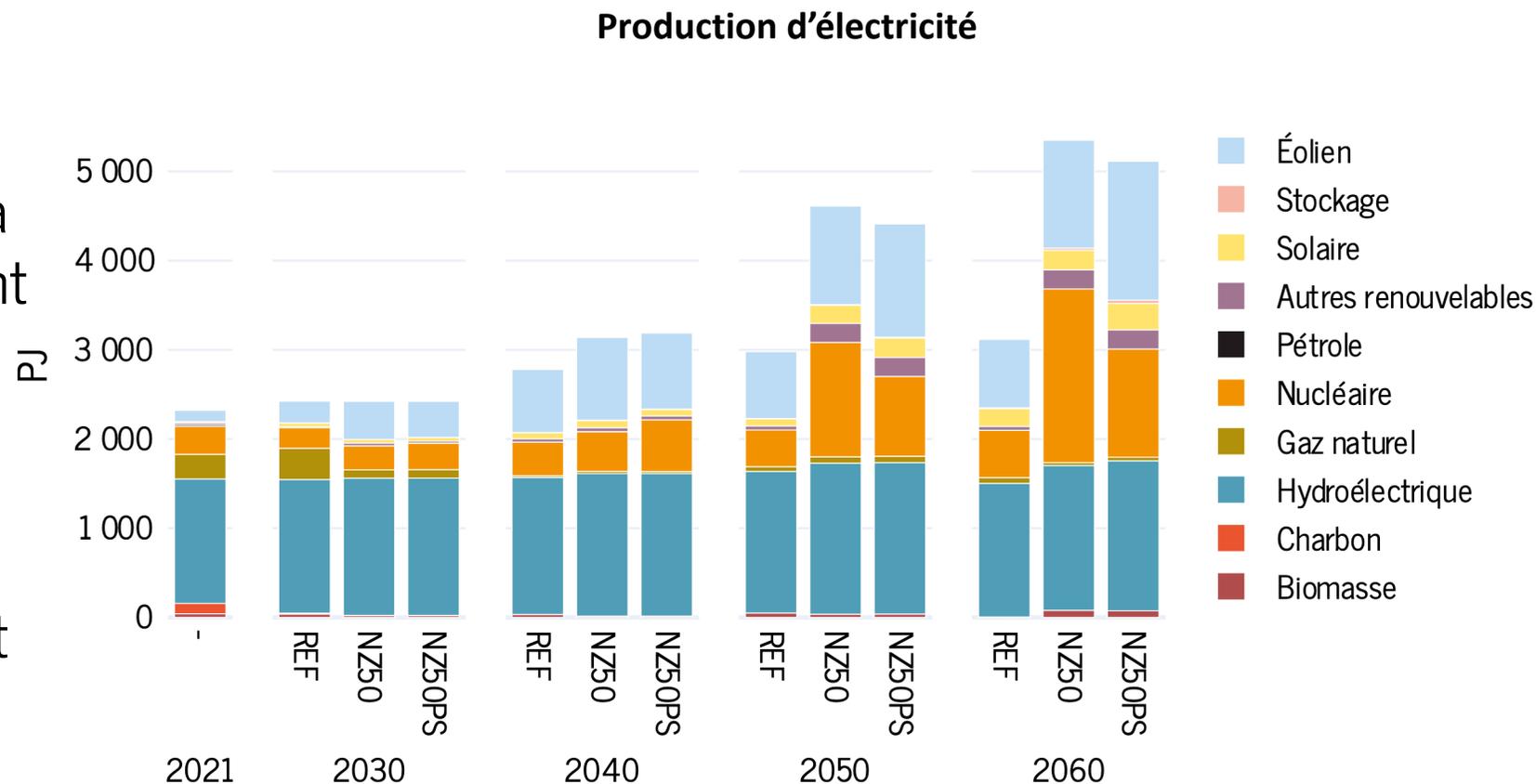
La production d'énergie

- Minimum de production imposé au secteur gaz et pétrole
- Ne pas réduire la production P&G autant que dans les NZ signifierait de réduire ailleurs dans l'économie à coût très élevé
- Les moteurs de la production de gaz naturel et d'uranium sont domestiques (limités par les projections sur la demande mondiale)



Production d'électricité

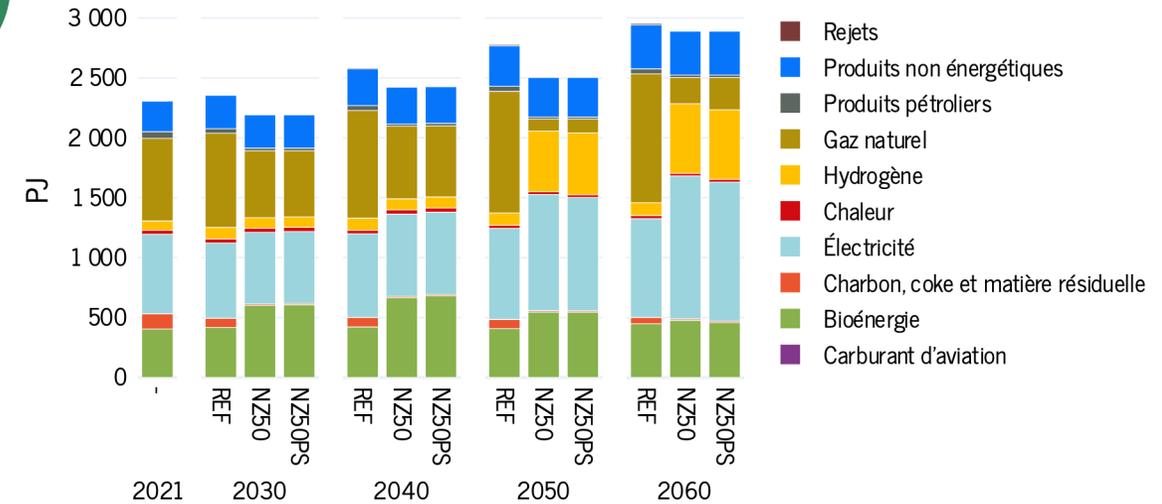
- La demande d'électricité croît spectaculairement dans les NZ
- Plusieurs incertitudes au-delà des coûts pour le déploiement de certaines sources
- Le scénario NZ50PS peut s'utiliser comme référence pour réfléchir au déploiement (l'acceptabilité sociale de certaines sources, par exemple)



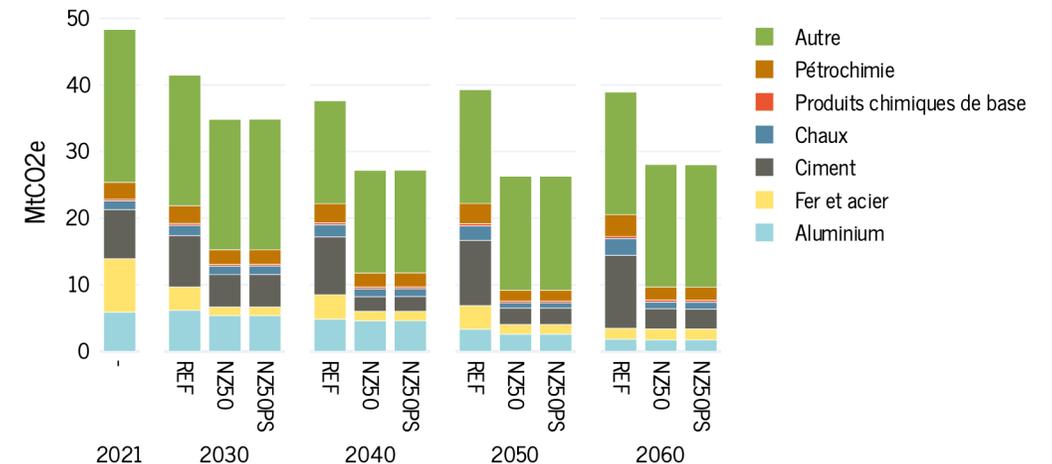
L'industrie (hors pétrole-gaz)

- Un bouquet énergétique diversifié évolue lentement dans les NZ, soulignant les barrières
- En particulier, les défis sont considérables en lien avec les besoins variés selon le sous-secteur et l'importance des émissions des procédés

Consommation d'énergie dans l'industrie

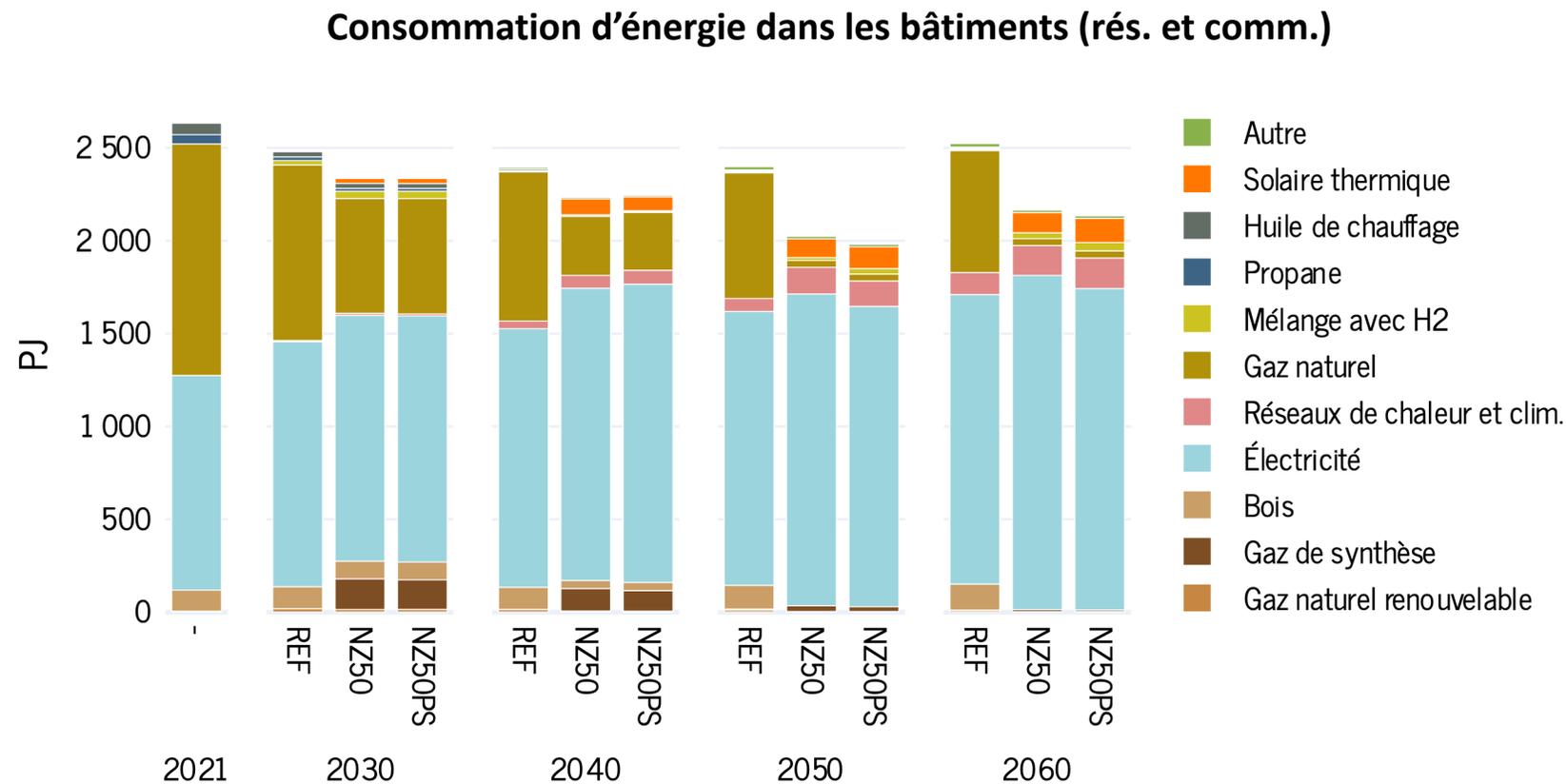


Émissions des procédés industriels



Les bâtiments

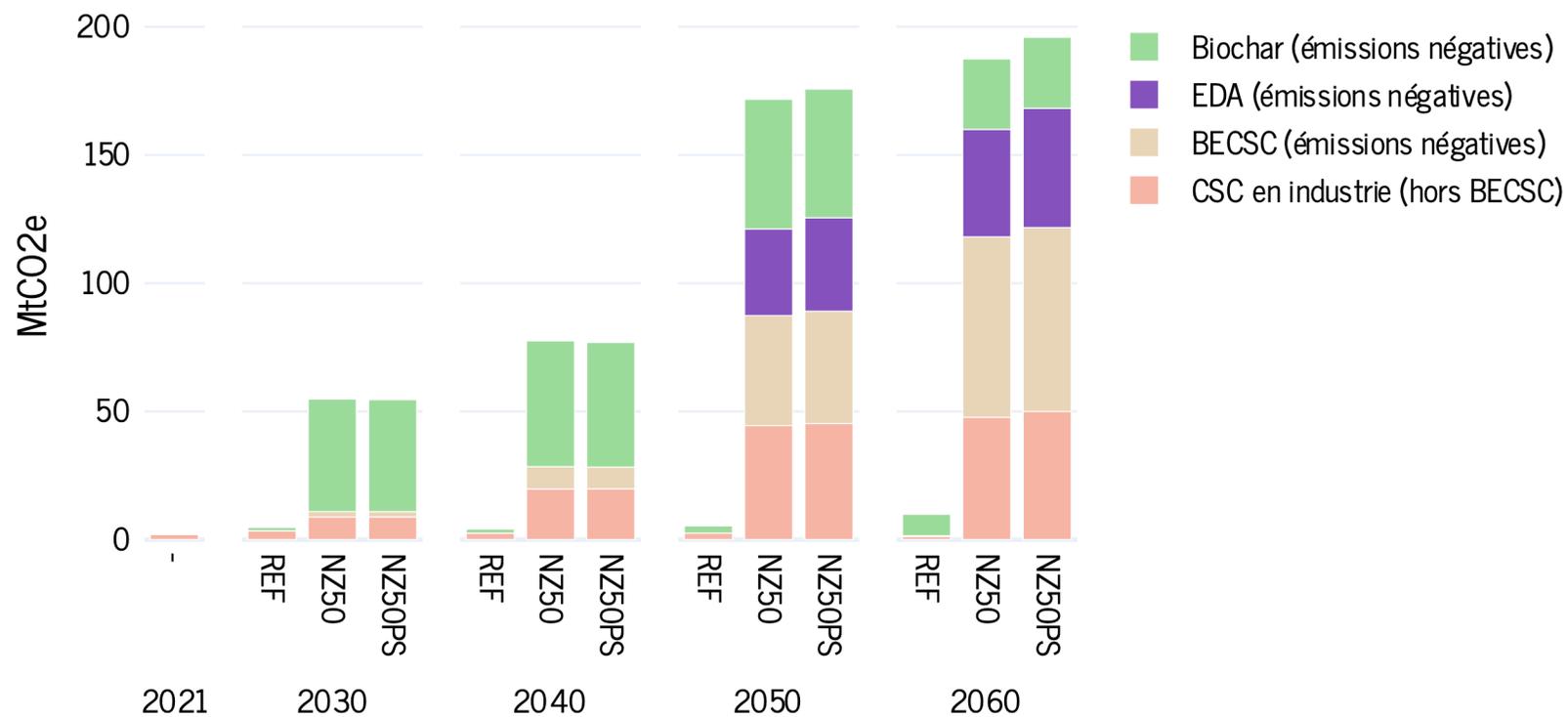
- La décarbonation des bâtiments par l'électrification est la stratégie la plus abordable, mais des barrières demeurent
- La convergence de la demande de pointe hivernale demande des solutions adaptées pour éviter de construire une capacité électrique en excès (pas pleinement couvert par le modèle)



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

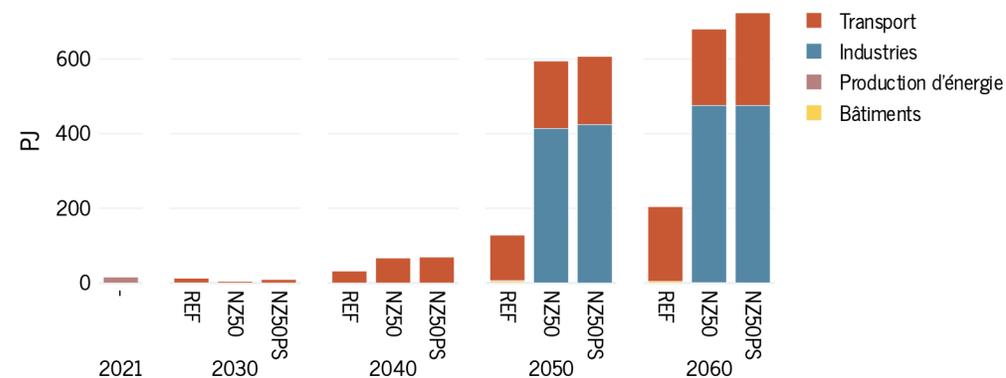
Émissions captées et stockées



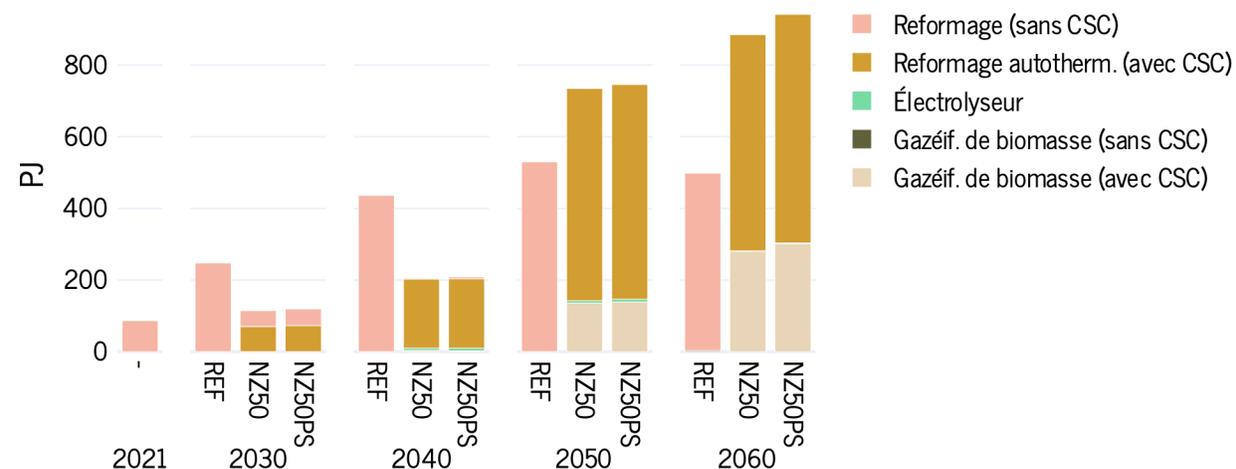
L'hydrogène

- Consommation moindre dans REF que les NZ malgré une forte croissance
- REF et les NZ diffèrent clairement sur les technologies de production utilisées et sur l'importance des exportations comme moteur

Consommation d'hydrogène par secteur



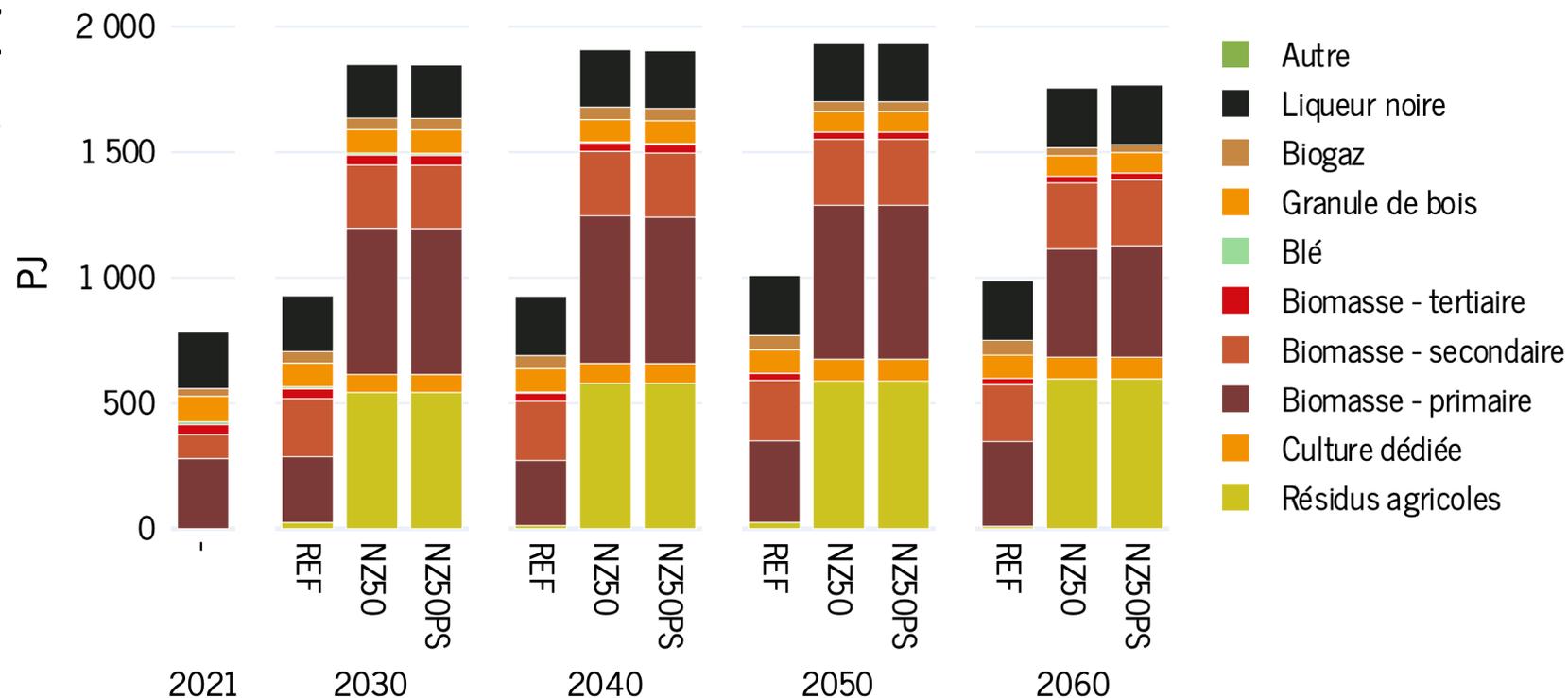
Production d'hydrogène par technologie



La bioénergie

- L'utilisation triple dans les NZ avant 2030, surtout de par la possibilité de réaliser une compensation d'émissions

Matières premières de biomasse utilisées



Le jalon 2030

- Réduction pour 2030 sont attendues surtout dans la production de pétrole et gaz, les bâtiments et la production d'électricité
- Mais le rythme beaucoup plus relevé dans NZ50 pour atteindre la cible de 2030 est presque impossible en pratique

	2021	2030		2050	
	Année de référence	REF	NZ50	REF	NZ50
Réductions par rapport à 2005 (730 Mt éq. CO ₂)	- 6 %	- 14 %	- 40 %	- 25 %	- 100 %
Émissions nettes totales (Mt éq. CO ₂)	684	632	439	546	0
Secteurs					
Production d'électricité	77	49	13	5	- 17
Production de pétrole et de gaz (y compris les émissions fugitives)	185	175	131	181	10
Bâtiments	72	54	37	36	3
Industrie (hormis la production de pétrole et de gaz)	92	89	64	99	18
Transport	167	169	166	106	29
Agriculture	58	64	58	70	49
Déchets	18	9	7	7	5

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)
- 

Messages-clés

Viser la carboneutralité demandent de faire des choix compatibles avec le but à long terme, peu importe les cibles intermédiaires

- Besoin urgent de mesures additionnelles et feuilles de routes pour rendre l'atteinte de la carboneutralité possible, incluant au niveau des provinces
- Aucun temps à perdre sur les solutions cul-de-sac



Messages-clés

Les nombreux défis liés au déploiement d'infrastructure

- Les besoins en nouvelles infrastructures sont énormes et demandent une planification immédiate (plans intégrés) et revue fréquemment
- L'accroissement du rôle de l'électricité dans le bouquet n'est pas simplement un défi en termes de construction d'infrastructure
- Dans certains secteurs, l'existence de technologies concurrentes demandera des choix politiques pour éviter la duplication dans le déploiement des infrastructures



Messages-clés

Le besoin de feuilles de routes pour réduire les incertitudes et inconnues

- Quelques secteurs moins étudiés pourraient présenter des opportunités de réduction abordables
- Des feuilles de route sont nécessaires pour les secteurs où peu de réductions sont attendues
- L'évaluation du rôle de la biomasse dans les trajectoires de décarbonation, incluant au-delà de la bioénergie, rendra possible une meilleure planification et des choix
- Explorer et planifier le déploiement des options d'émissions négatives est urgent

En s'appuyant sur ces résultats et sur les questions qu'ils soulèvent, plusieurs nouveaux projets sont en développement pour la troisième partie des Perspectives cet automne



Q & R



Merci!



iet@polymtl.ca



<https://iet.polymtl.ca/perspectives-energetiques/>