

LE DÉFI DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

GABRIEL DURANY, MBA, B. ING.

COLLOQUE DE L'ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DES
PRODUCTEURS D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

5 FÉVRIER 2020



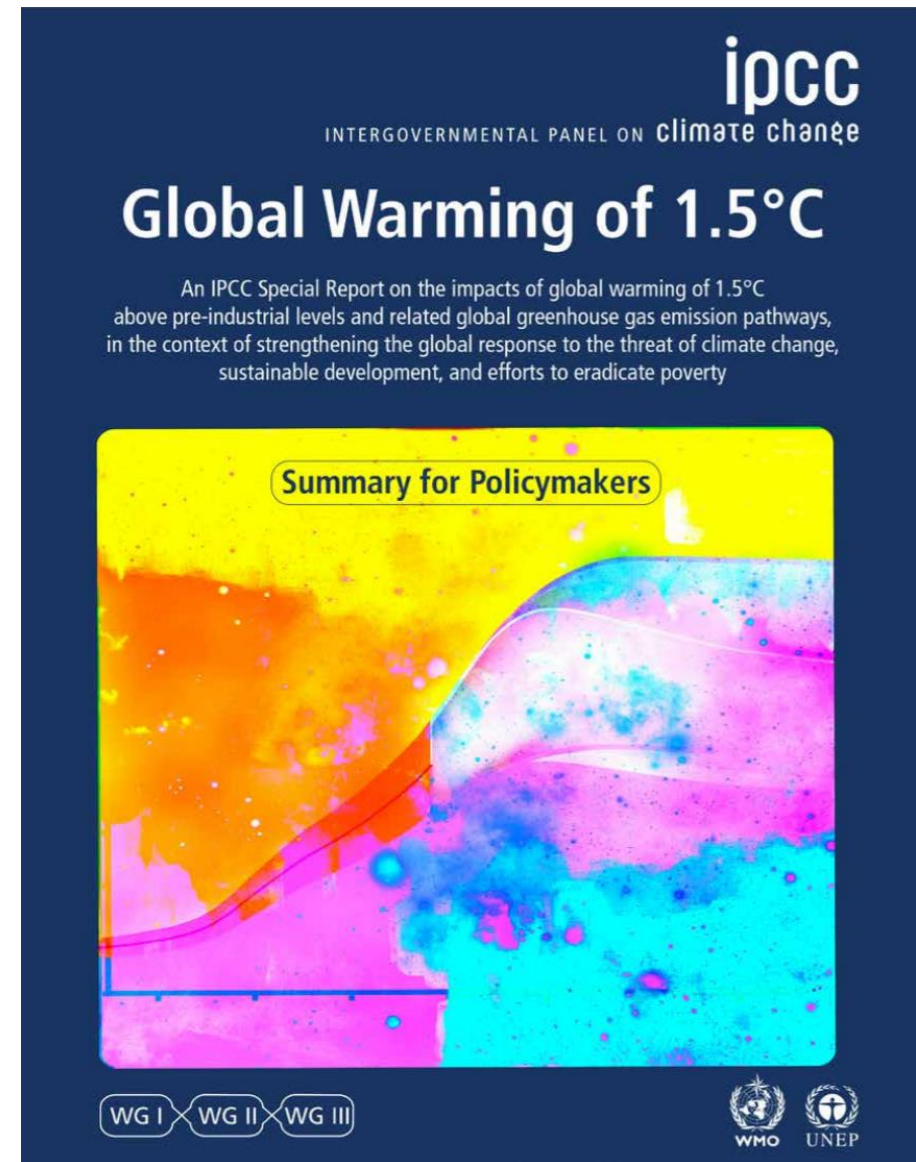
Bright Diamond Consulting



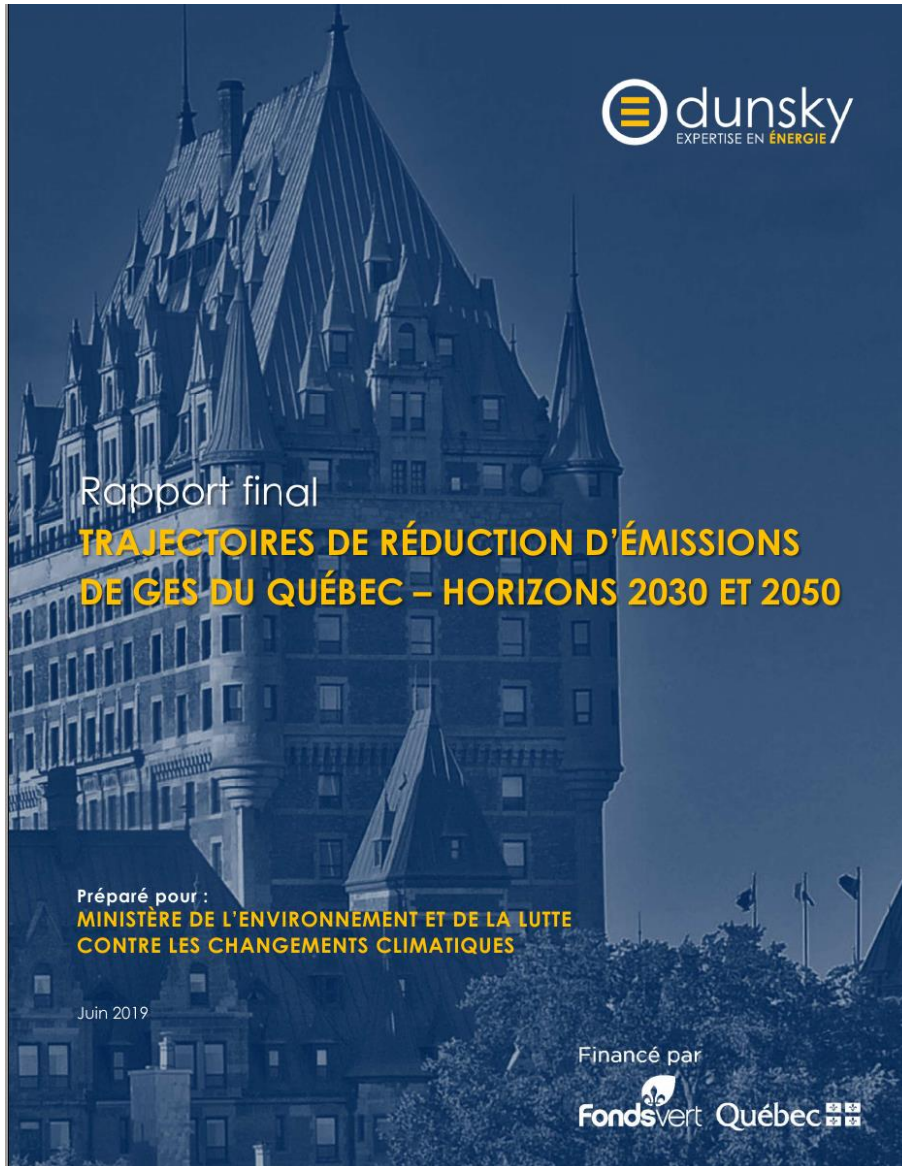
TRANSFORMER L'URGENCE D'AGIR EN OPPORTUNITÉ

*La part de l'énergie primaire comblée par les énergies renouvelables s'accroît pour l'ensemble des trajectoires visant [...] à limiter le réchauffement à 1.5°C [...]. Par 2050, les énergies renouvelables (incluant les **bioénergie, l'hydroélectricité, l'énergie éolienne et solaire**) constitue une part variant de 52 à 67% de l'énergie primaire des trajectoires 1.5°C.*

Constat, Sommaire exécutif du rapport spécial sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C (SR15), GIECC, Octobre 2018



TRANSFORMER L'URGENCE D'AGIR EN OPPORTUNITÉ



Si le Québec souhaite tirer le maximum de cobénéfices de sa transition vers une société sobre en carbone [...] il lui faudra prioriser l'électrification des transports, la réduction et la valorisation des déchets, ainsi que la production et l'utilisation de bioénergies.

*Extrait,
Priorités pour l'atteinte des cibles climatiques 2030,
Sommaire du rapport Trajectoires, Dunsky, juin 2019*

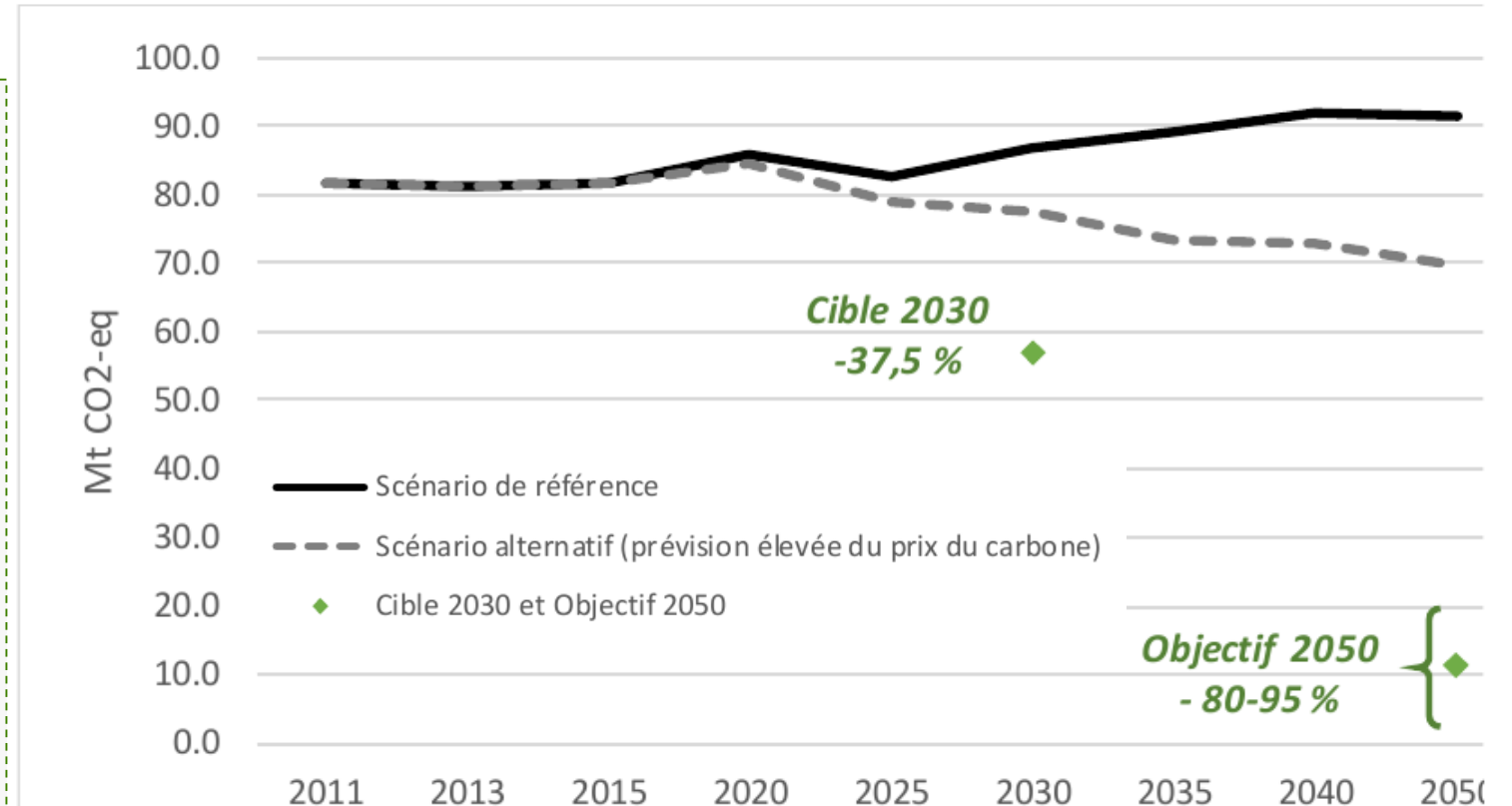


PRINCIPES DE BASE DE L'ANALYSE

CADRER LE DÉPLOIEMENT ÉNERGÉTIQUE NÉCESSAIRE AU RESPECT DES CIBLES CLIMATIQUES QUÉBÉCOISES

- ▶ Cibles climatiques du Québec
- ▶ Réglementations en place
- ▶ Politique énergétique 2030
- ▶ Modélisation effectuée par Dunsky (*Rapport Trajectoires*)

Graphique S1 : Le portrait des émissions de GES sans changement aux politiques actuelles (selon différentes prévisions du prix du carbone)



Source : Rapport Trajectoires, Dunsky



ÉTUDE *TRAJECTOIRES* - SCÉNARIO C

- ▶ Grands principes de modélisation des scénarios :
 - ▶ **Efficacité énergétique priorisée**, puisque peu coûteuse
 - ▶ Étude technico-économique : Barrières commerciales & enjeux de développement **ne sont pas** modélisés.

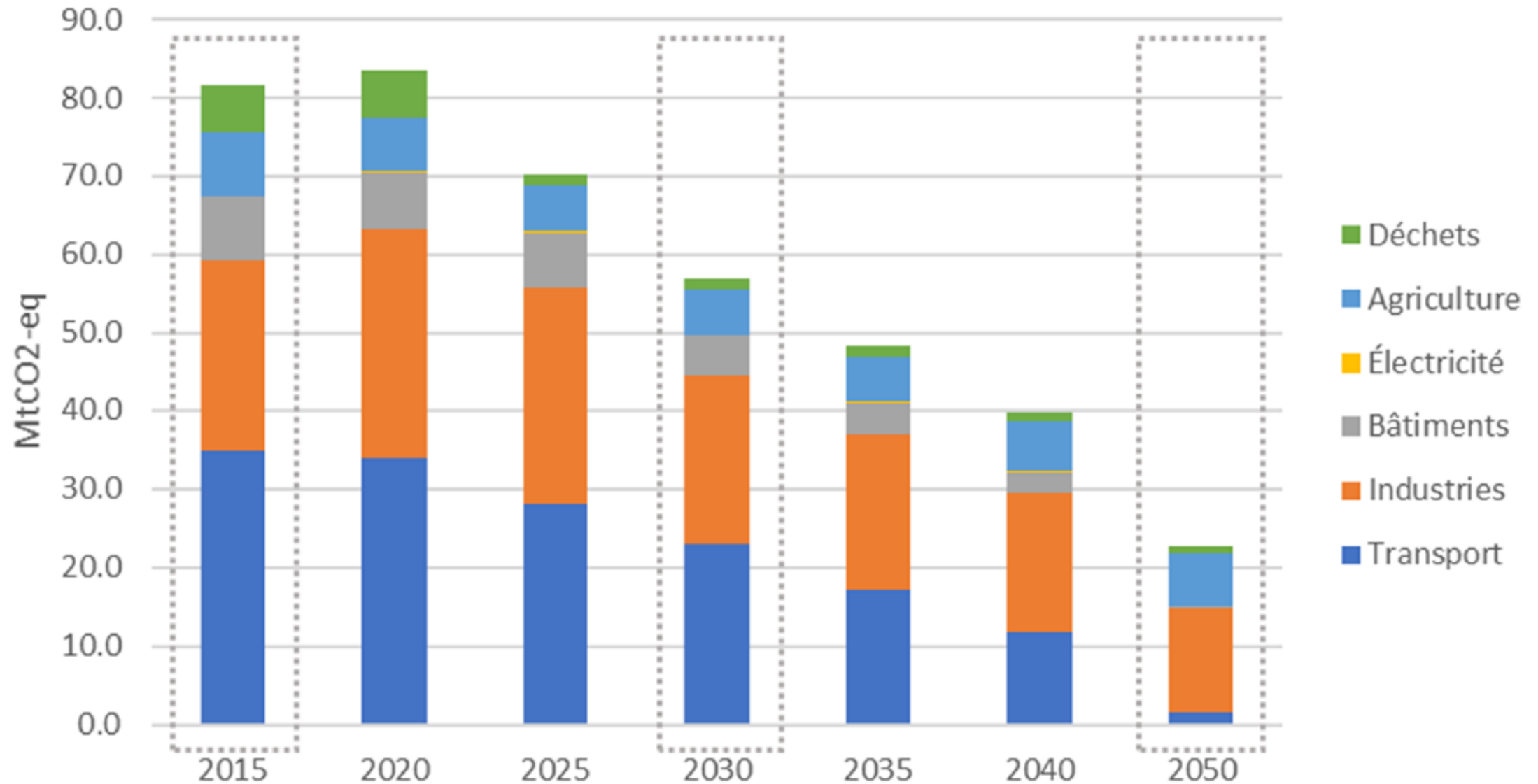
- ▶ **Scénario C : le plus ambitieux modélisé**, respecte la cible 2030, mais pas celle de 2050
 - ▶ Électrification massive de l'économie
 - ▶ Déploiement stratégique de bioénergies en appui à l'électrification

	Scénario A	Scénario B	Scénario C	Scénario D
En pourcentage de réduction par rapport aux émissions de 1990				
Horizon 2030	-25 %	-30 %	-37,5 %	-37,5 %
Horizon 2050	-65 %	-70 %	-75 %	-87,5 %
En émissions totales annuelles permises (MtCO ₂ éq) ¹				
Horizon 2030	68,2	63,7	56,9	56,9
Horizon 2050	31,8	27,3	22,7	11,4

Source : Rapport *Trajectoires*, Dunsky

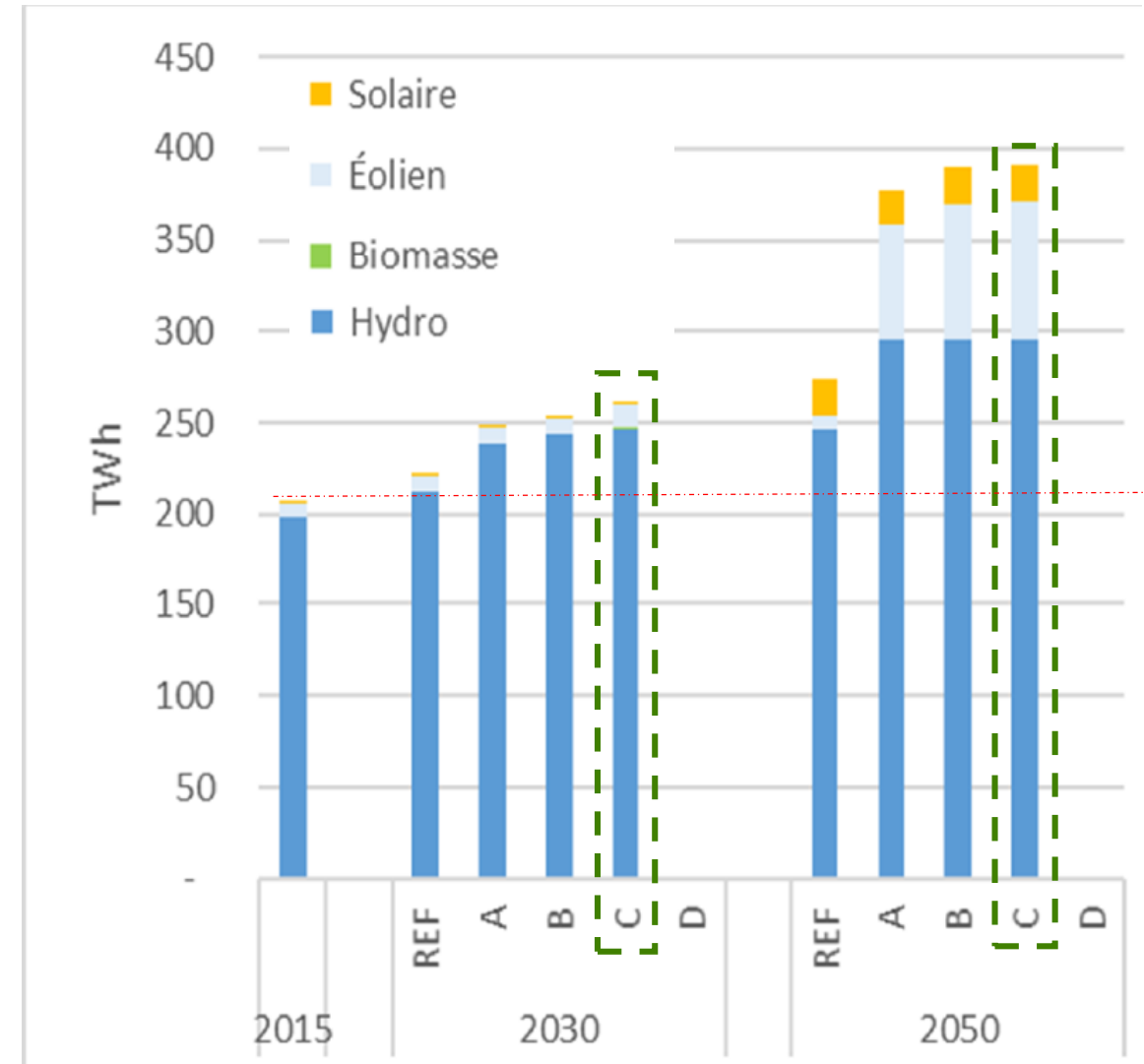
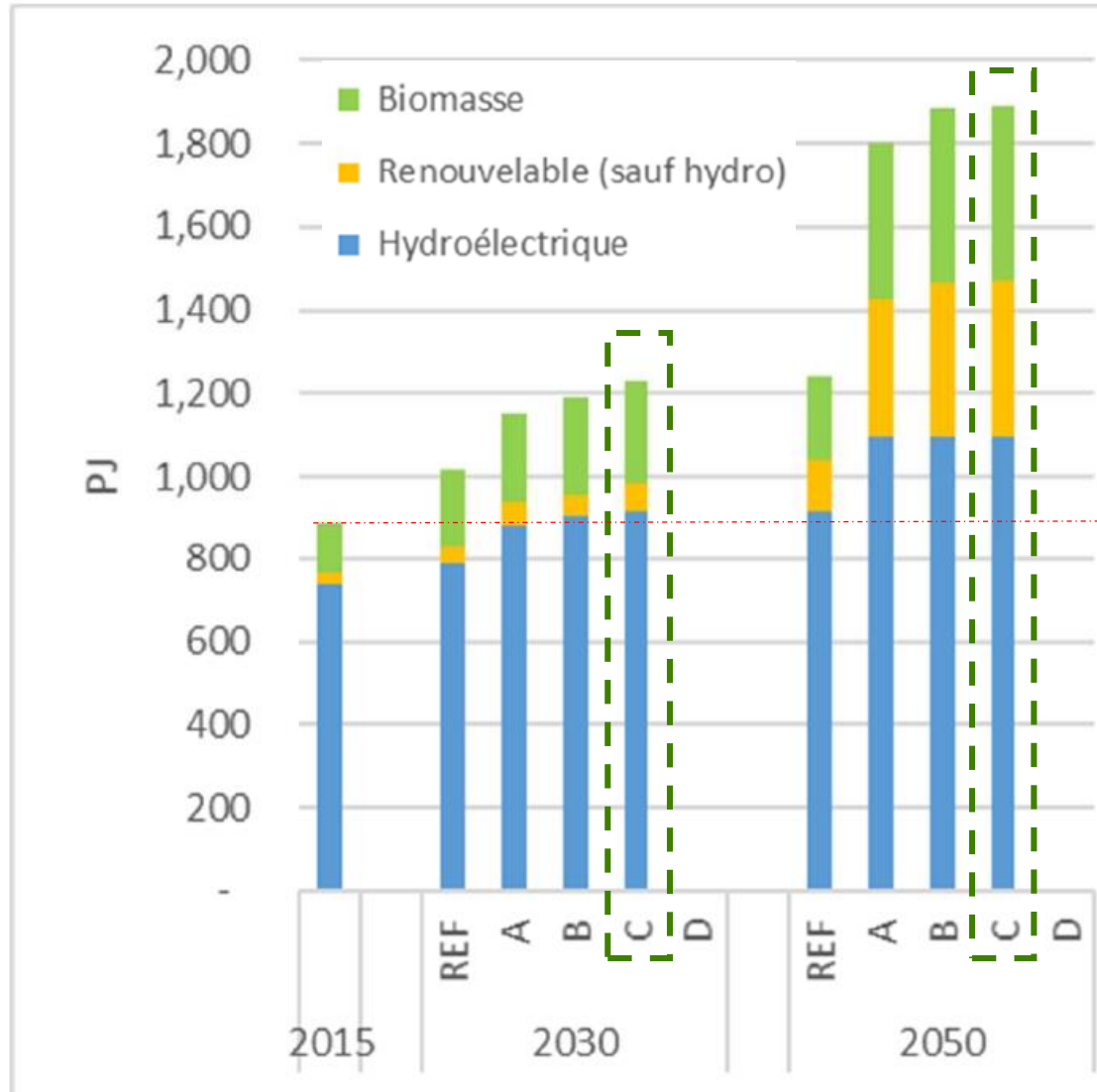


ÉTUDE *TRAJECTOIRES* - SCÉNARIO C



Source : Rapport *Trajectoires*, Dunsky

ÉTUDE TRAJECTOIRES - SCÉNARIO C



Pour référence : 1TWh = 3,6 PJ

Source : Rapport Trajectoires, Dunsky



PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Type d'énergie	2015	Scénario C 2030	Scénario C 2050
Hydroélectricité	198	247	295
Éolien	7	12	76
Solaire	0	0	20
Total TWh	206	260	391



Méthodologie : Évaluation de l'opportunité



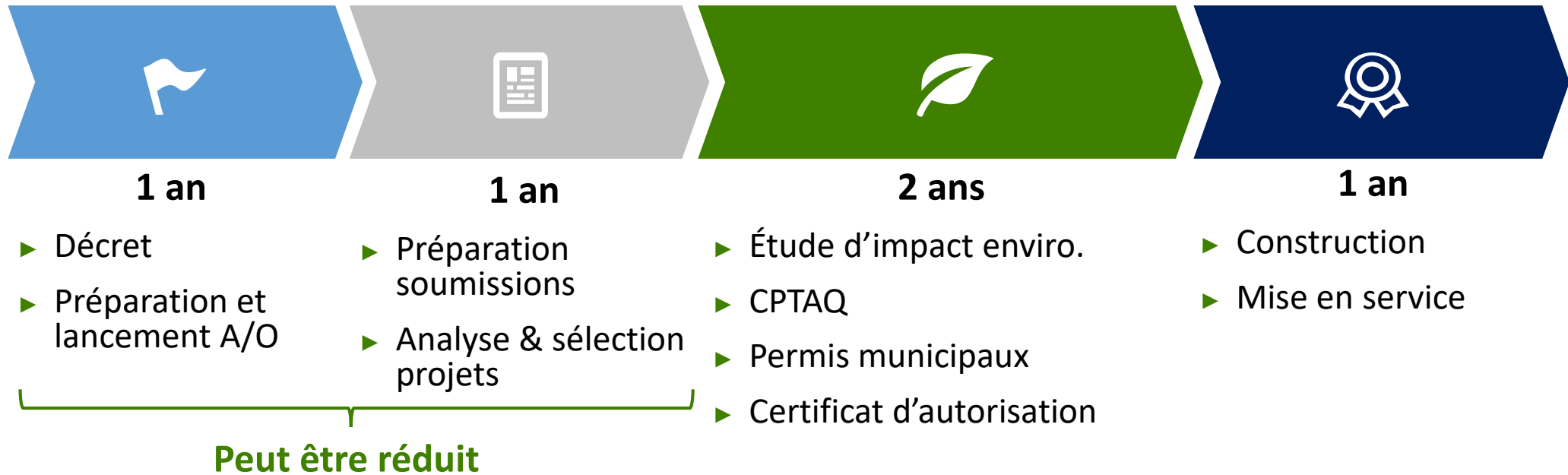
PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

▶ Producteurs indépendants : Estimation ↑ production en 2030 →

9,5TWh

- ▶ Considération : ↑ production d'Hydro-Québec de ≈ 20 TWh d'ici 2030
- ▶ Il reste **5-6 années** pour réaliser des A/O afin d'avoir un impact sur les cibles de 2030.

Échéancier typique éolien-solaire (projet >10 MW, 4-5 ans)



PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

COMMENT ATTEINDRE

9,5TWh

- ▶ **Vision 30-30** AQPER : Complémentarité des énergies renouvelables
 - ▶ Éolien
 - ▶ Solaire
 - ▶ Petites centrales hydro
 - ▶ Biomasse (cogénération)
- ▶ Respect des objectifs annoncés du **PECC**
 - ▶ Résilience aux changements climatiques
 - ▶ Développement économique & économie circulaire
 - ▶ Limiter la construction de nouvelles infrastructures (ex. ligne de transport)



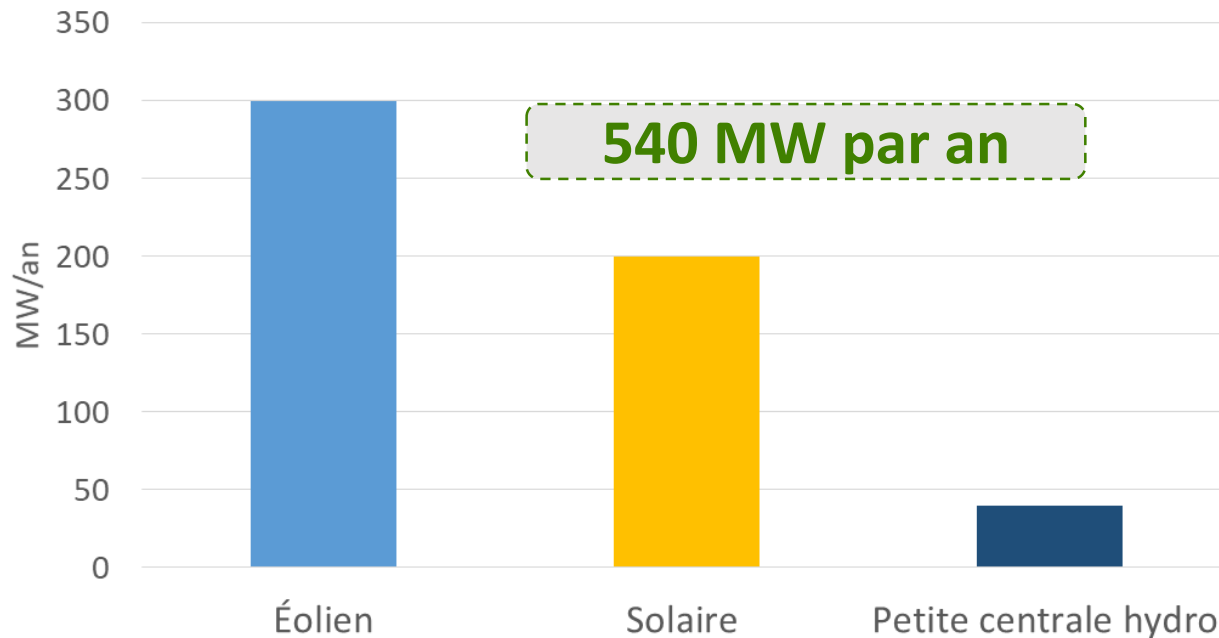
PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

ILLUSTRATION : COMMENT ATTEINDRE

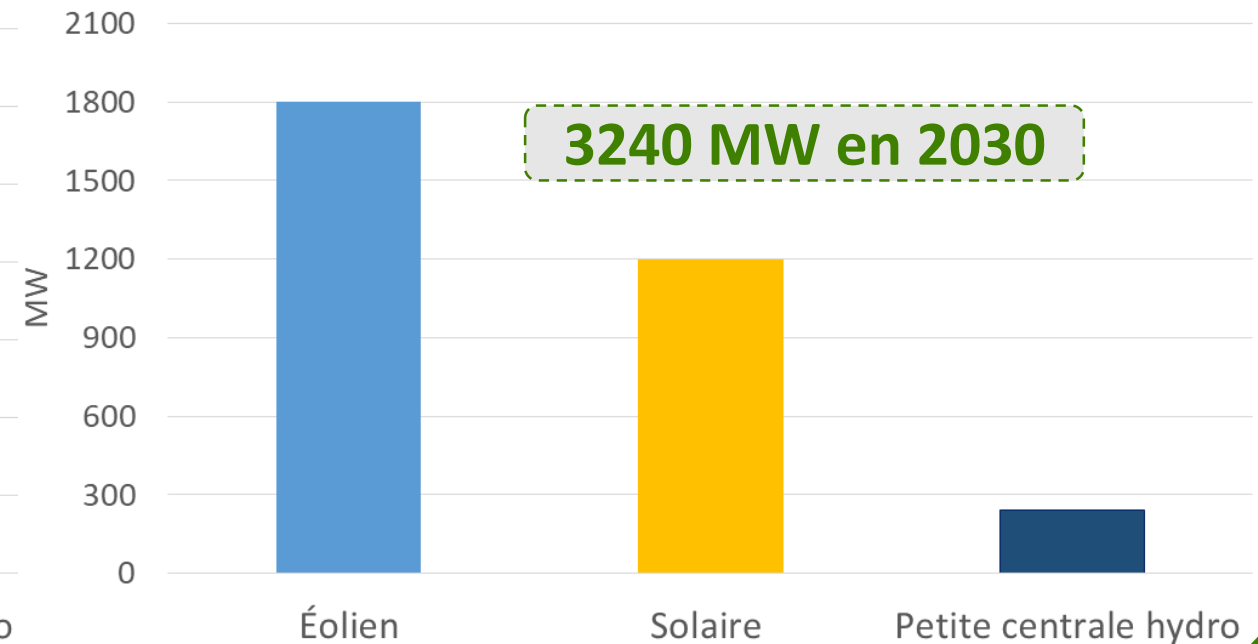
9,5TWh

- ▶ Relancer les processus d'approvisionnement (ex: Décret : 2020-21)
- ▶ Éviter le « boom & bust », assurer la prévisibilité (ex : A/O récurrents)
- ▶ Déploiement « modulaire » et efficace, en fonction des besoins

Mises en service par an (2024-2029)



Mises en service totales 2030



PRODUCTION DE BIOÉNERGIE

Type d'énergie	2015	Scénario C 2030	Scénario C 2050
Biomasse – chaleur	113	144	110
Gaz naturel renouvelable	0	15	102
Biocarburants	8	84	207
Total PJ	121	244	419



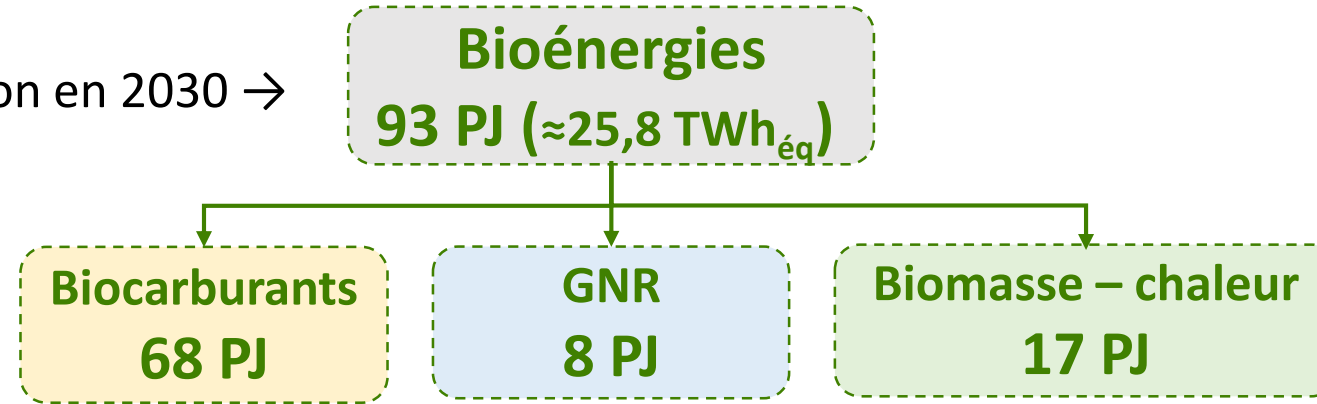
Méthodologie : Évaluation de l'opportunité



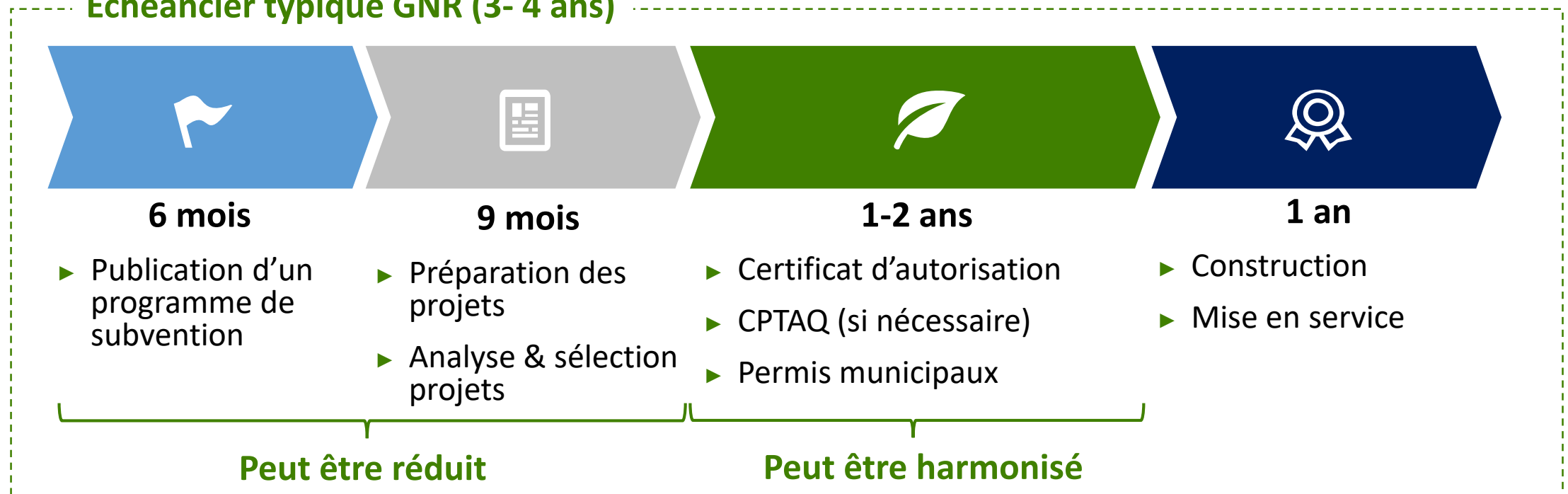
Sources : HEC Montréal, Dunsky

PRODUCTION DE BIOÉNERGIE

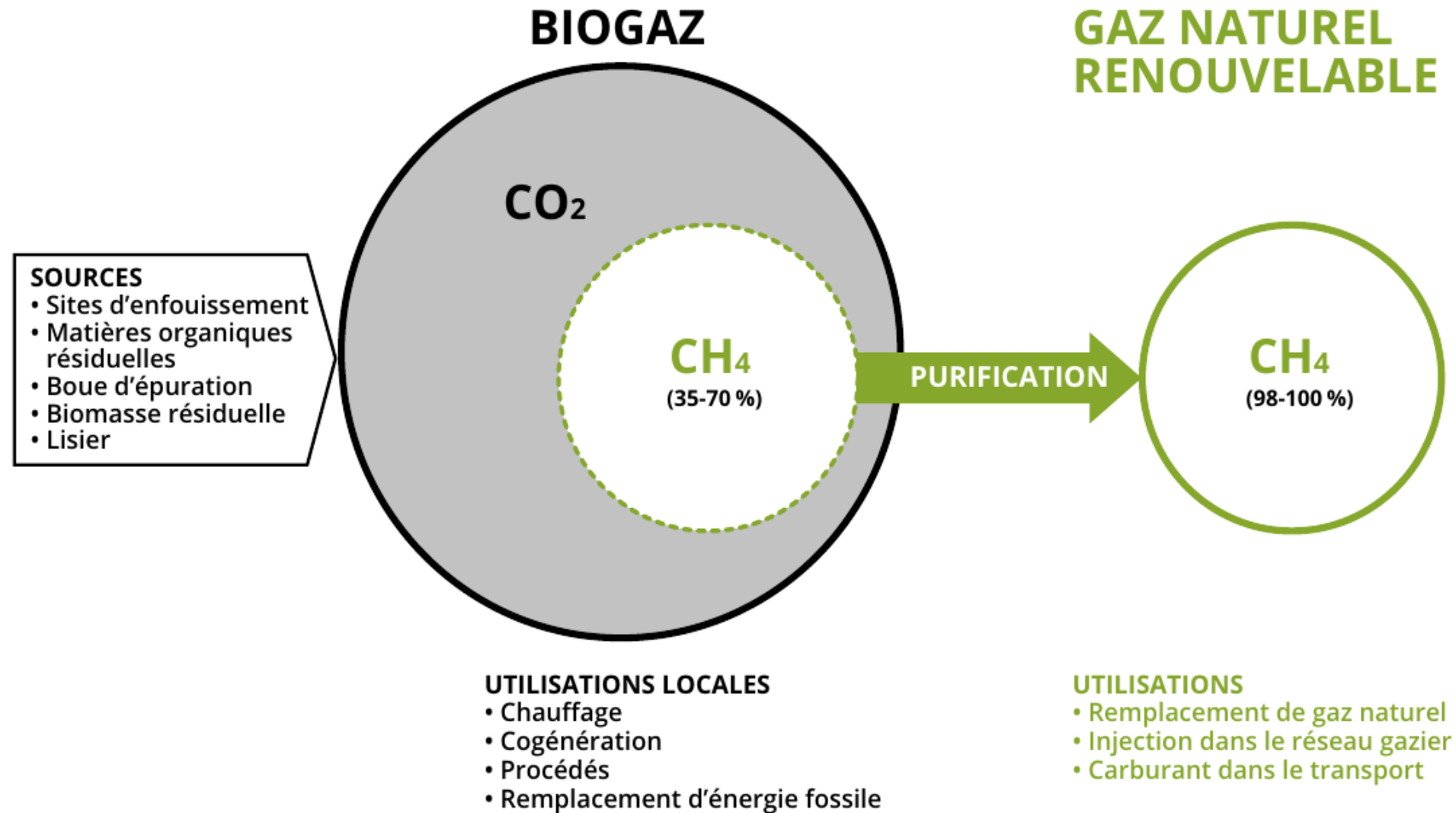
► Estimation ↑ production en 2030 →



Échéancier typique GNR (3- 4 ans)



BIOÉNERGIE : GNR



*Source : État de l'Énergie 2020, HEC Montréal

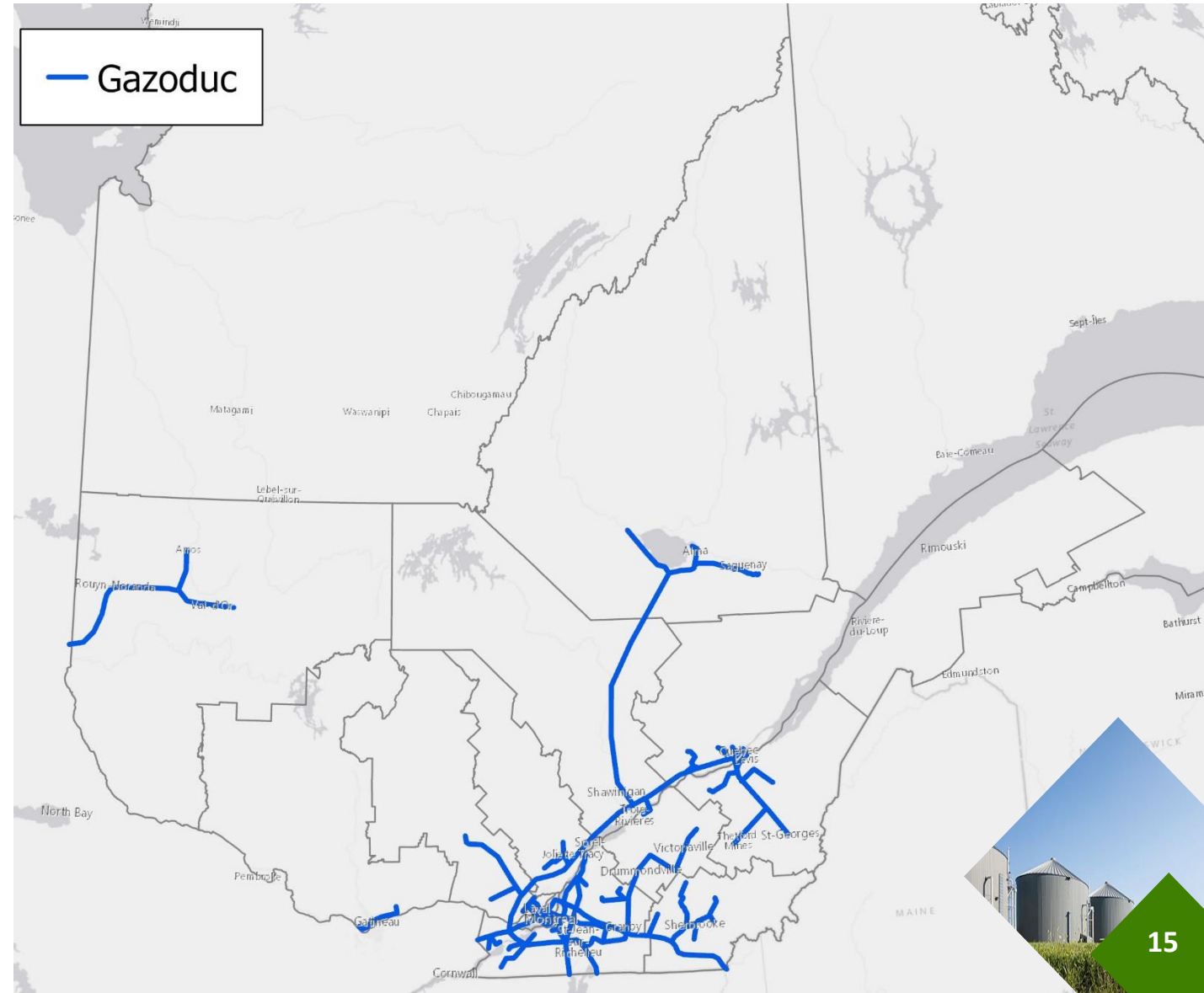


BIOÉNERGIE : GNR

► Règlement : Teneur minimale en GNR

*[...] pour atteindre les cibles que nous nous sommes données, le **gaz naturel renouvelable** constitue une filière d'avenir [...] le Québec deviendra un véritable chef de file mondial en devenant la première administration à encadrer la quantité minimale de gaz naturel renouvelable devant être livrée par un distributeur.*

M. Julien, ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles, Communiqué de presse, Mars 2019

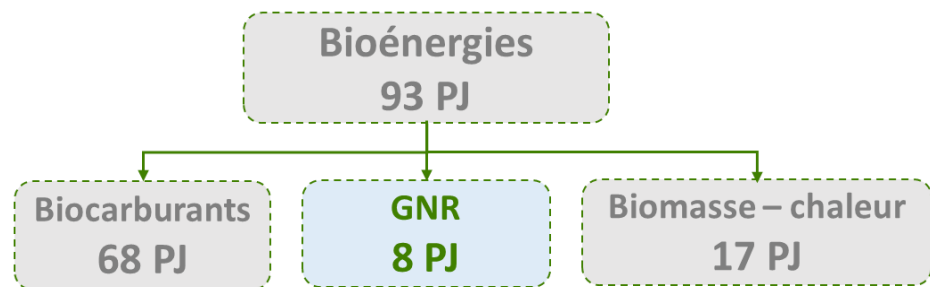


BIOÉNERGIE : GNR

- ▶ Quantités générées à l'horizon 2022* → ≈ **7 PJ**
- ▶ 2025 : 5% de GNR dans le gaz naturel → ≈ **13 PJ**
- ▶ **2030** : Scénario C, Dunsky → ≈ **15 PJ**
- ▶ Besoins additionnels de **8PJ** à l'horizon 2030

Pour référence

- ▶ Ventes au Québec, 2018*: 6400 Mm³
- ▶ Mm³ = Millions de mètres cubes
- ▶ 1 PJ ≈ 26,4 Mm³



▶ Que représente **8 PJ (210 Mm³ de GNR)** ?

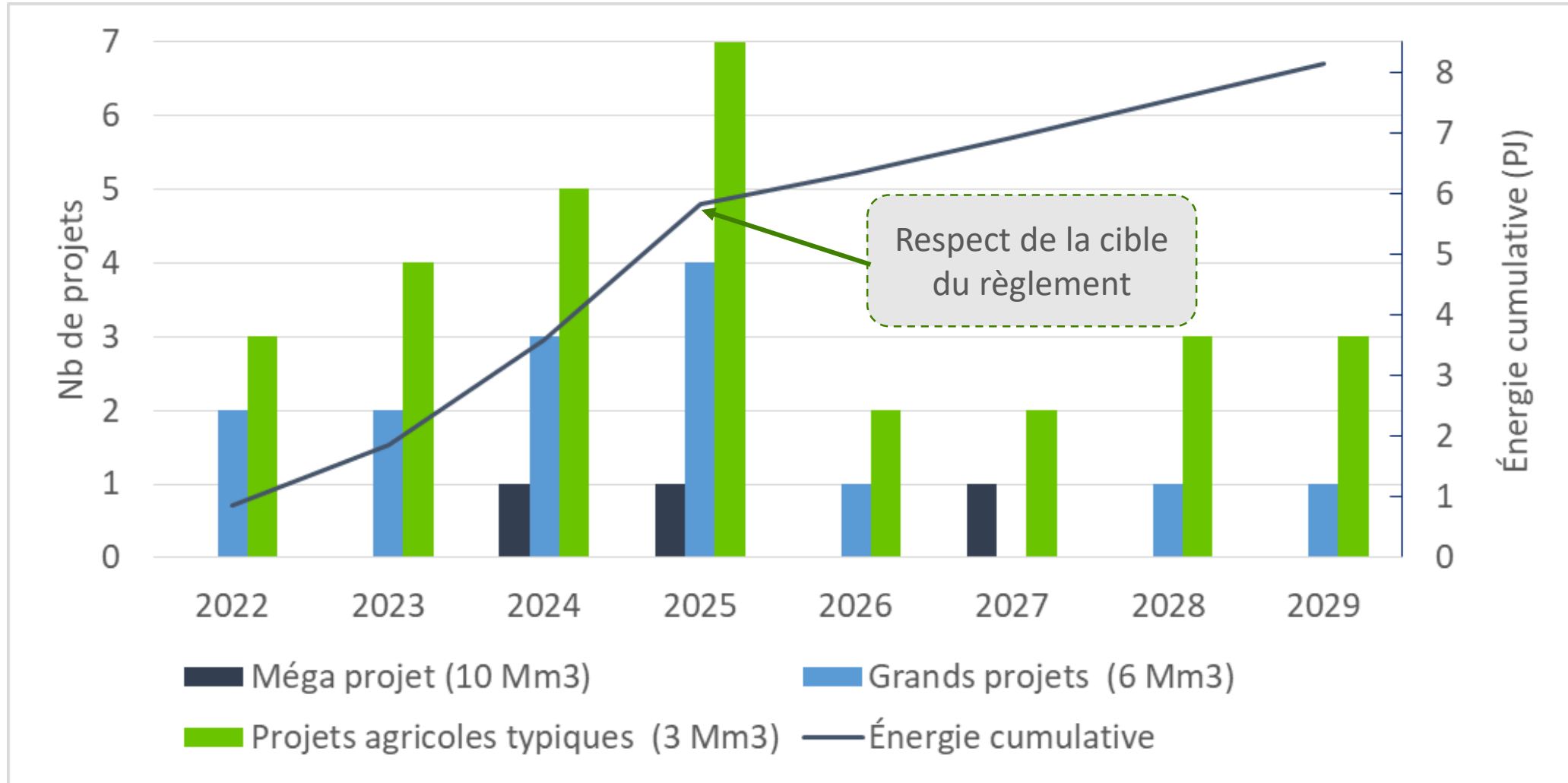
Exemple de projets	Production GNR	
	Mm ³	PJ
Ville de Saint-Hyacinthe	13	0,49
Ville de Québec (2020)	10,1	0,38
Ville de Laval (2020)	5,2	0,20
COOP Carbone Warwick	2,3	0,09
Hypothèses de projets (2022-2030)		
Méga Projet	10	0,38
Grands Projets	7	0,27
Projets agricoles typiques	3	0,11

*Source : État de l'Énergie 2020, HEC Montréal
Inclus les quantités produites, mais présentement exportées



BIOÉNERGIE : GNR

► Illustration : Capacités de production à développer, 2022-2030



BIOÉNERGIE : PRODUCTION DE CHALEUR – BIOMASSE

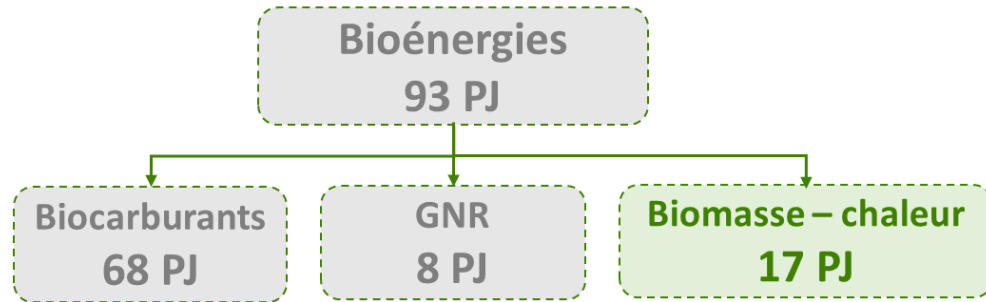
- ▶ Processus industriels, agricoles & chauffe, régions où:
 - ▶ Matières résiduelles forestières abondantes;
 - ▶ Accès au gazoduc limité;
- ▶ Économie circulaire (résilience)

- ▶ Côte-Nord
- ▶ Mauricie
- ▶ Gaspésie-ÎdM
- ▶ Abitibi-Témiscamingue
- ▶ Bas-Saint-Laurent
- ▶ Chaudière-Appalaches
- ▶ Saguenay-LSJ



BIOÉNERGIE : PRODUCTION DE CHALEUR – BIOMASSE

- Besoins additionnels de **17 PJ*** à l'horizon 2030



Pour référence

- Mtma*** = Millions de tonnes métriques anhydres (sèches)
- 1 Mtma \approx 14,4 PJ **

- Que représente **17 PJ** (1,2 Mtma) ?

Exemple de projets	Consommation	
	PJ	tma
Ciment Mc Innis (préliminaire)	1,440	100 000
Hôpital Amqui	0,014	1 000
Excel serres	0,029	2 000
CSSS Rivière Rouge	0,035	2 400
Hypothèses de projets (2020-2030)		
Méga Projets	0,144	10 000
Grands Projets	0,043	3 000
Projets agricole/inst./industriel	0,014	1 000

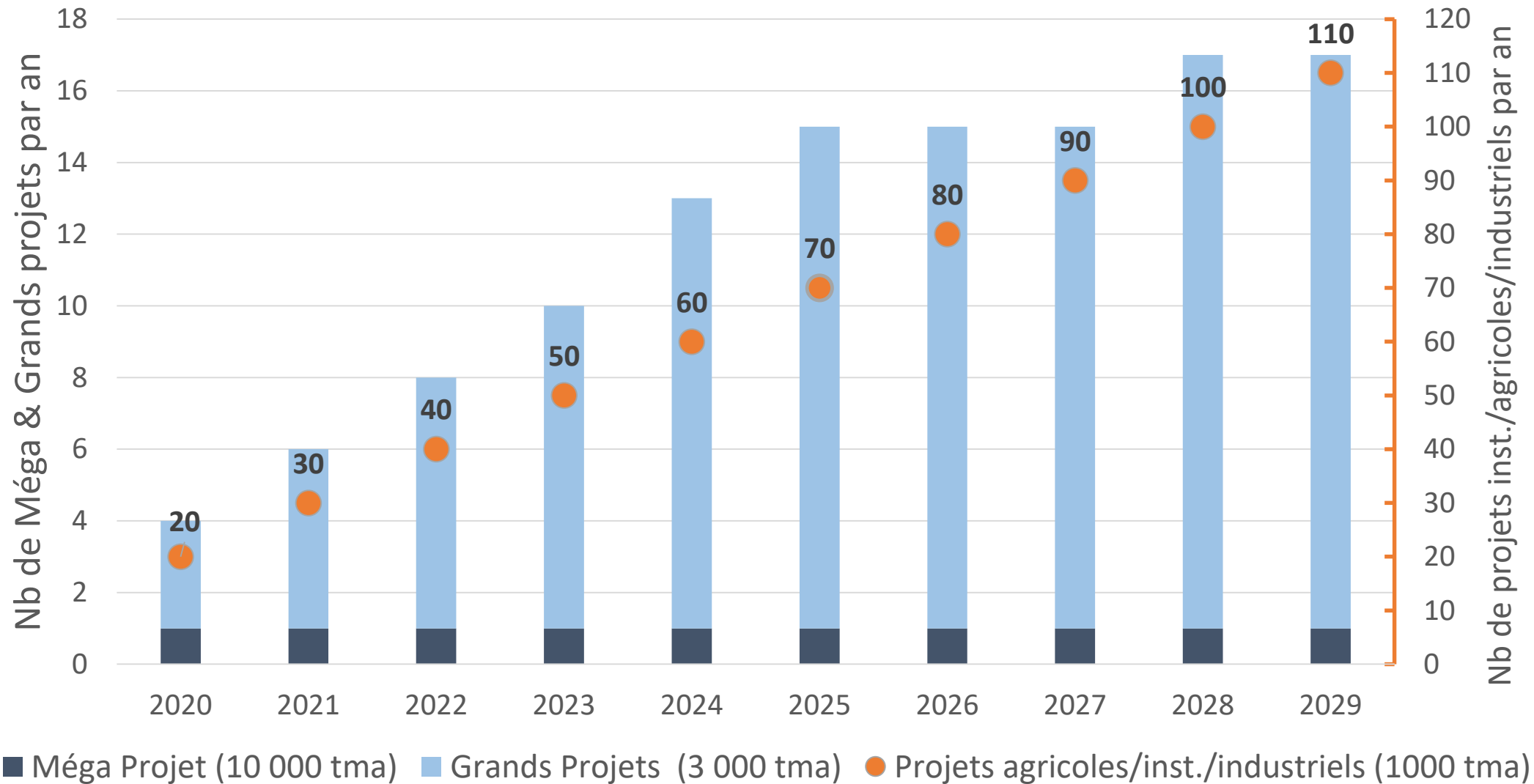
*Source : État de l'Énergie 2020, HEC Montréal,

** Source : Mémoire de Vision Biomasse, Consultations de Transition Énergétique Québec, décembre 2017

*** La biomasse utilisée pour production de chaleur dans les secteurs résidentiel & industriel prend plusieurs formes. Ces secteurs peuvent aussi faire usage de biocombustibles & de biocarburants. L'usage de la tma n'a été fait que pour illustrer l'ampleur du développement à effectuer pour respecter les cibles climatiques québécoises.

BIOÉNERGIE : PRODUCTION DE CHALEUR – BIOMASSE

► Illustration : Nombre de projets à implanter 2020-2029



■ Méga Projet (10 000 tma) ■ Grands Projets (3 000 tma) ● Projets agricoles/inst./industriels (1000 tma)



BIOÉNERGIE : BIOCARBURANTS

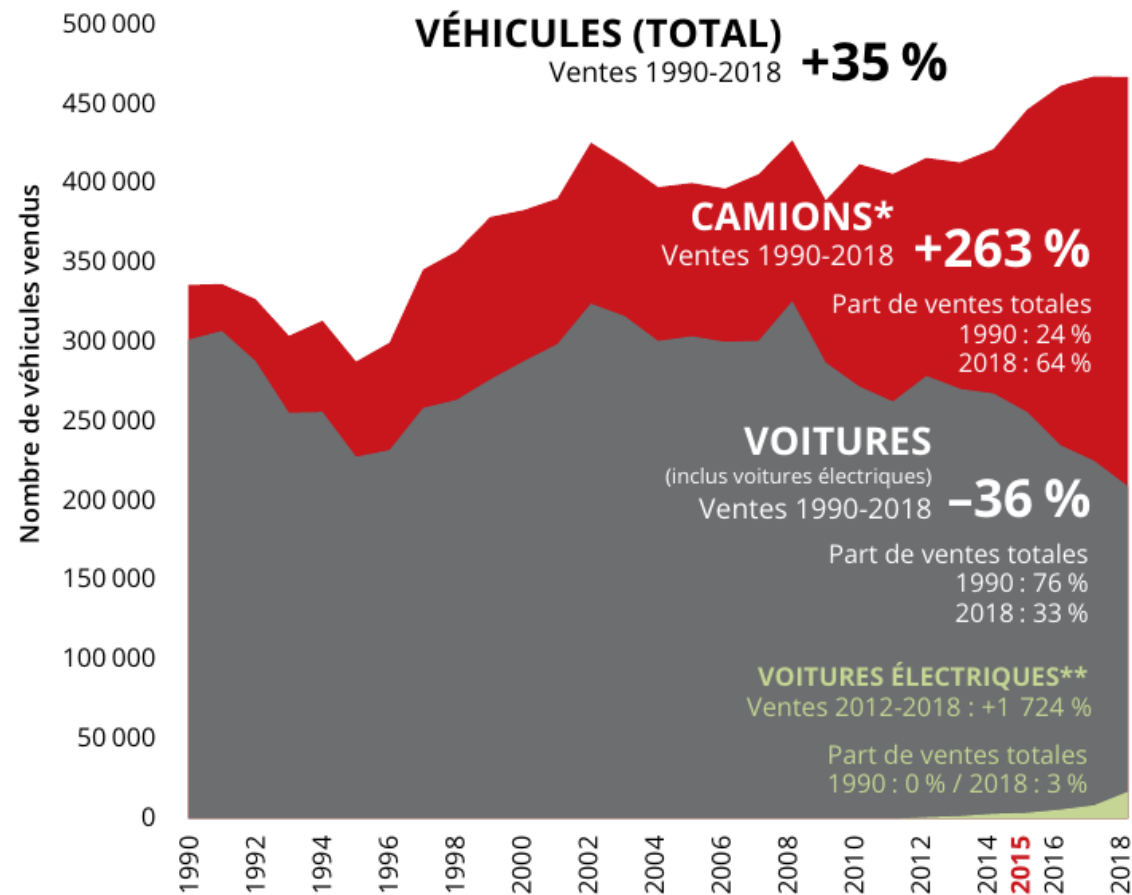
- ▶ **Projet de Règlement** : Teneur minimale en biocarburants dans l'essence et le diesel

[...] les cibles ambitieuses de ce nouveau règlement contribueront à l'atteinte des cibles de réduction de GES du Québec et se traduiront par l'émergence d'une filière québécoise de production de carburant renouvelable, dont les investissements qui en découleront seront favorables pour notre économie

M. Julien, ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles, Communiqué de presse, Octobre 2019

60 784 véhicules électriques +PHEV*

- ▶ **100 000 objectif 2020**
- ▶ **1 000 000 objectif 2030**
- ▶ **+100 000 véhicules taux de croissance annuel**



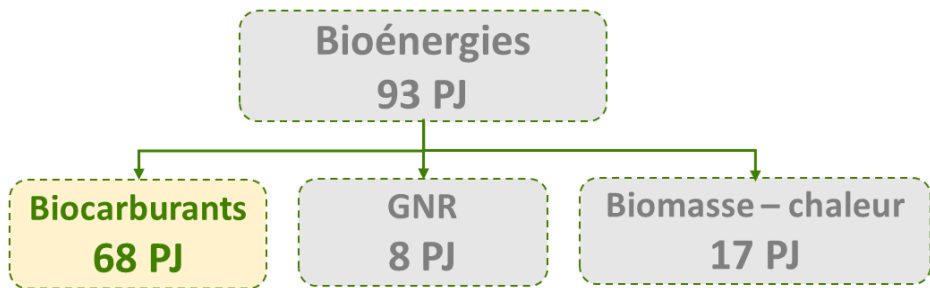
Depuis 2015, il se vend plus de camions que de voitures

BIOÉNERGIE : BIOCARBURANTS

- ▶ Quantités générées à l'horizon 2023* → ≈ **16 PJ**
- ▶ Teneur minimale 2025
 - ▶ 15% de biocarburants/essence
 - ▶ 4% de biocarburants/diesel
 } ≈ **38 PJ**
- ▶ **2030** : Scénario C, Dunsky → ≈ **84 PJ**
- ▶ Besoins additionnels de **68 PJ** à l'horizon 2030

Pour référence

- ▶ ML = Million de litres
- ▶ GL = Milliard de litres
- ▶ Ventes au Québec, 2018*:
 - Essence : 10,6 GL
 - Diesel : 5 GL



- ▶ Que représente **68 PJ** ?

Exemple d'usines	Production Biocarburants	
	GL	PJ
Greenfield Global	0,2	4,68
Énerkem (2020)	0,1	2,34
Innoltek	0,012	0,43
Rothsay biodiesel	0,045	1,61
BELT (2023)	0,2	7,14

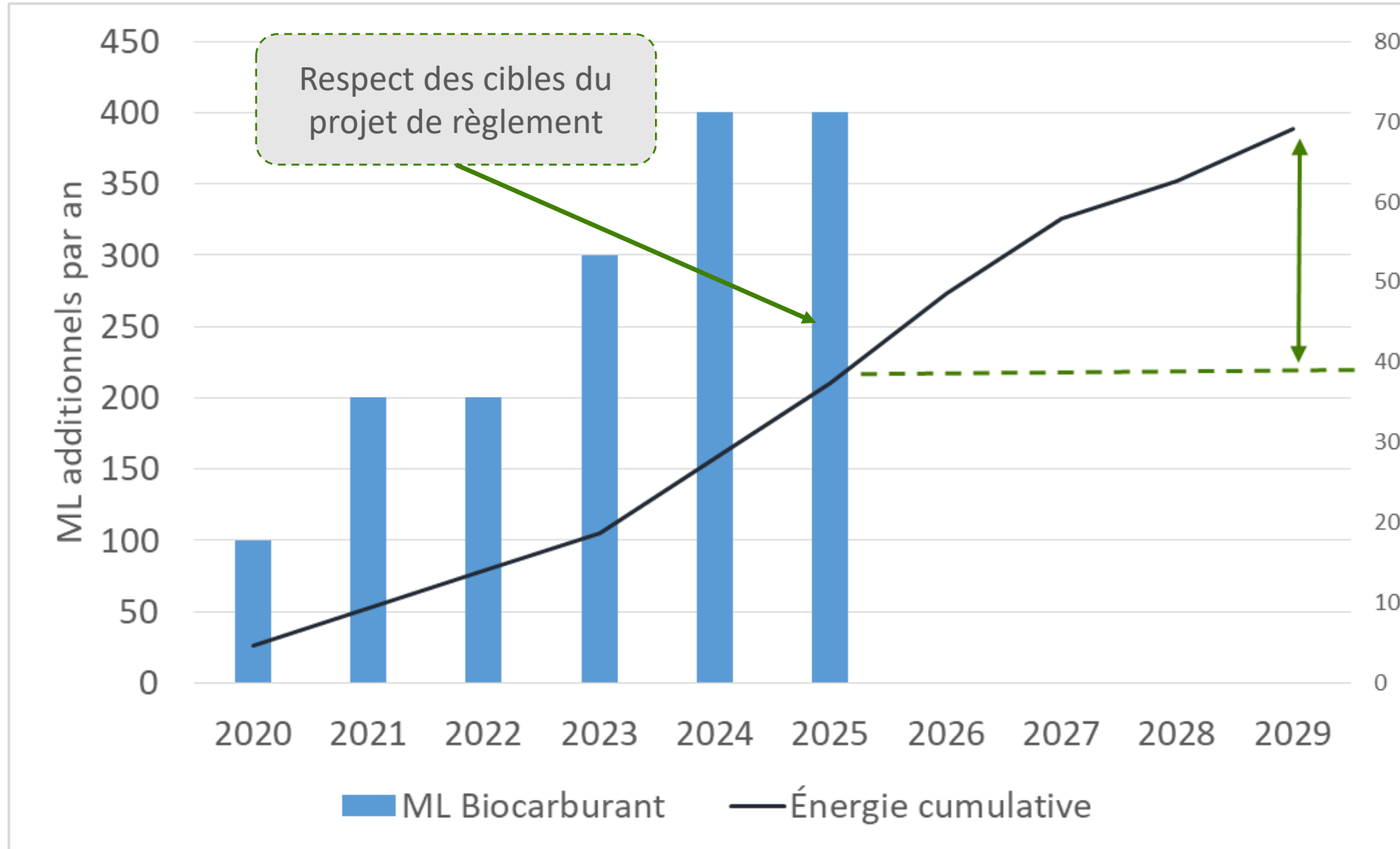
*Source : État de l'Énergie 2020, HEC Montréal, inclus les quantités produites, mais présentement exportées

**Source : Office National de l'Énergie, 2018



BIOÉNERGIE : BIOCARBURANTS

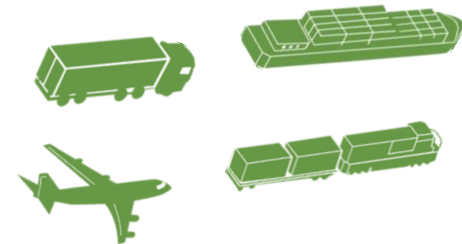
- Illustration : Capacités de production additionnelles **2020-2029 (68 PJ)**



BIOÉNERGIE : BIOCARBURANTS

LES BIOCARBURANTS, APPUI STRATÉGIQUE À L'ÉLECTRIFICATION ET LA DÉCARBONISATION

- ▶ ↓ Émissions GES secteurs déchets et agricole
- ▶ ↓ Émissions GES **immédiate** (flotte existante)
- ▶ Flexibilité de déploiement
- ▶ Décarbonisation de secteurs difficilement électrifiables



HORIZON 2030 : ARRIVÉE GRADUELLE DE **L'HYDROGÈNE VERT**

- ▶ Applications industrielles, en transport et *Power-to-gas* (GNR)
- ▶ Production d'hydrogène → Demande additionnelle en électricité verte



LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS **NÉCESSITE DE L'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE**

- ▶ L'électricité est un moyen de décarbonisation
- ▶ Le GNR, les biocarburants de 1^{ère} et 2^{nde} génération (incl. production de H₂ vert)
- ▶ Demande croissante

Évaluation préliminaire : horizon 2030*
15 à 20 TWh

* Hypothèse de production accrue d'hydrogène vert



LA TRANSITION COMME OPPORTUNITÉ ÉCONOMIQUE

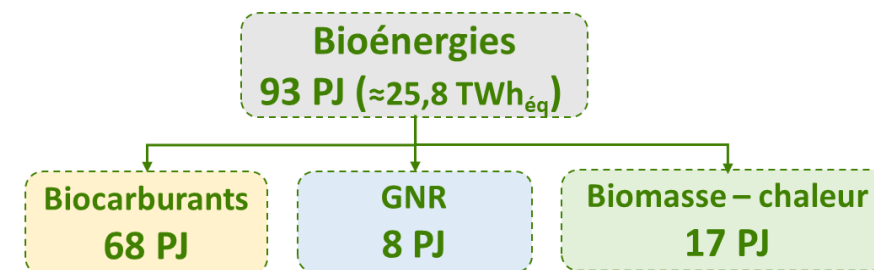
DES MILLIERS EMPLOIS **NON-DÉLOCALISABLES, RÉPARTIS SUR LE TERRITOIRE**

ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

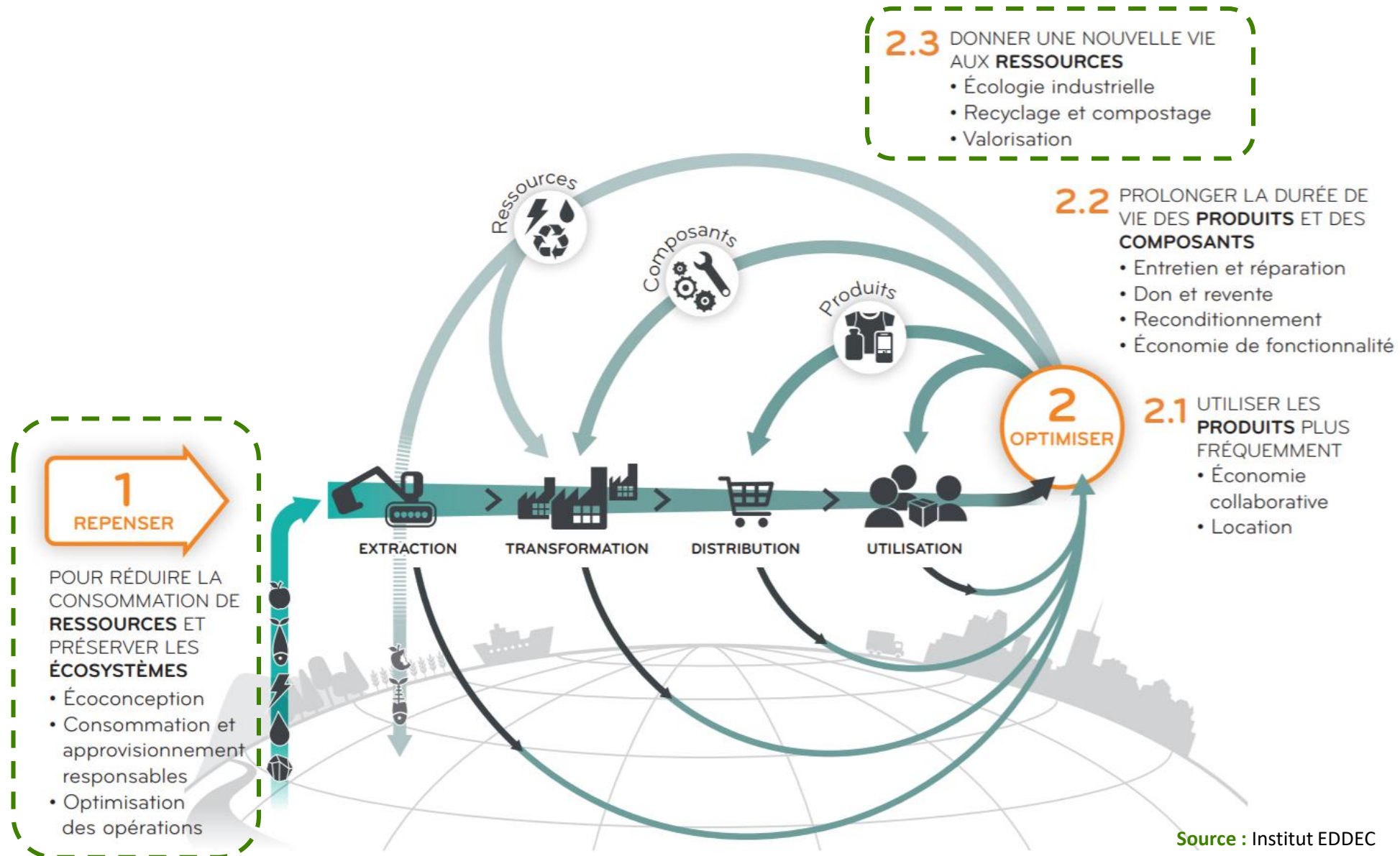
- ▶ Retombées régionales : « modèle québécois »
- ▶ Scénario proposé : **≈ 6,5 Milliards \$** d'investissements
- ▶ A/O **récurrents**, en fonction des besoins (flexibilité)

BIOÉNERGIE

- ▶ Valorisation matières résiduelles → **Économie circulaire**
- ▶ Scénario proposé : plusieurs **Milliards \$** d'investissement
- ▶ Grands projets industriels & exemplarité de l'État
- ▶ Déploiement de programmes de subvention **pérennes**



LA TRANSITION COMME MOTEUR D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE



LA TRANSITION COMME MOTEUR D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Le développement des **énergies renouvelables** devra également être considéré sous l'angle de son apport à l'**économie circulaire** et au **développement régional**. Il faudra par exemple développer des modèles d'affaires qui favorisent l'exploitation d'énergie en réseau et veiller à ce que ce type de projet bénéficie aux **collectivités locales**.

*Plan directeur 2018-2023,
Transition énergétique Québec, 2018*

Conjuguer
nos forces
pour un avenir
énergétique
durable/

Plan directeur en transition,
innovation et efficacité énergétiques
du Québec 2018-2023



LA TRANSITION ET LA BALANCE COMMERCIALE

TABLEAU 12 • BALANCE COMMERCIALE INTERNATIONALE DU SECTEUR DE L'ÉNERGIE AU QUÉBEC, 2018

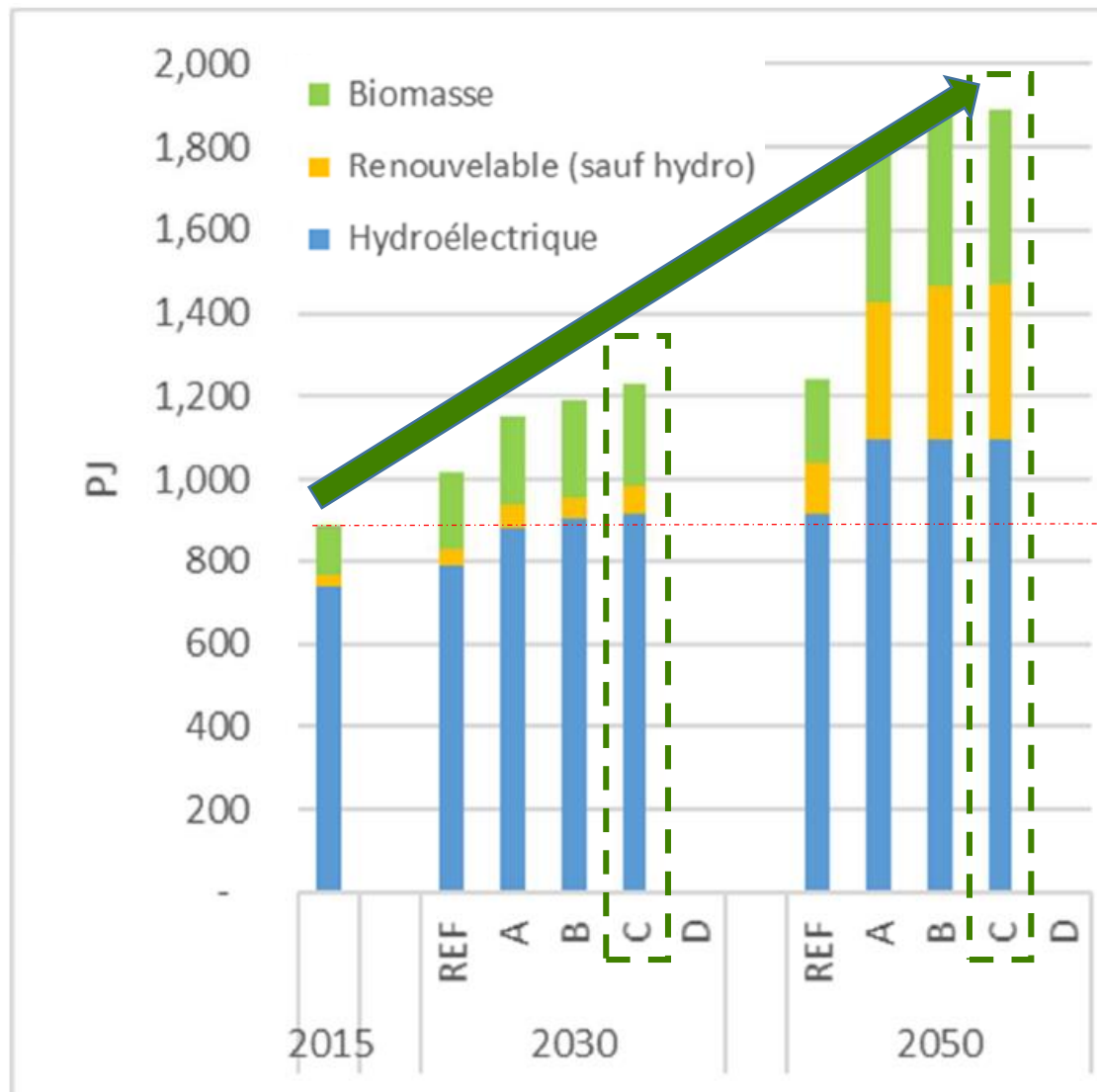
	Exportations		Importations		Bilan
	G\$	% des exportations totales	G\$	% des importations totales	G\$
ENSEMBLE DE L'ÉCONOMIE QUÉBÉCOISE	92,2	100 %	102,9	100 %	-10,7
Secteur de l'énergie	3,9	4 %	13,8	13 %	-9,8
<i>Production, transport et distribution d'électricité</i>	1,2	1 %	0,03	0,03 %	1,1
<i>Extraction de pétrole et de gaz</i>	0,000 1	0,000 1 %	5,4	5 %	-5,4
<i>Fabrication de produits du pétrole et du charbon</i>	3,9	3 %	8,3	8 %	-5,6

Source : ISQ, 2019.

Source : État de l'Énergie 2020, HEC Montréal



CIBLES 2030 UNE PRÉPARATION POUR 2050



Source : Rapport Trajectoires, Dunsky

UN EFFORT COMMUN ET COORDONNÉ

- ▶ Gouvernement
- ▶ Utilités réglementées (électricité & gaz)
- ▶ Producteurs d'énergie indépendants
- ▶ Acteurs économiques & de la société

UNE DÉCENNIE CRUCIALE POUR LA RECHERCHE

- ▶ Développer les nouvelles technologies
- ▶ Atteindre les cibles de 2050

UNE RAMPE DE LANCEMENT

- ▶ Structuration de la chaîne de valeur
- ▶ Développement de l'expertise
- ▶ Mise à l'échelle industrielle (↓ coûts)
- ▶ Restructuration graduelle du secteur énergétique



TRANSFORMER L'URGENCE D'AGIR EN OPPORTUNITÉ

*Pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir, mais de le rendre **possible**.*

Antoine de Saint Exupéry, Citadelle, 1948

Préambule du rapport spécial sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C (SR15), GIEC, Octobre 2018



Source :

<http://inspiration-mashup.blogspot.com/2015/03/humanisme.html>



CONCLUSION : RENDRE POSSIBLE LES CIBLES 2030

PISTES DE RÉFLEXION :

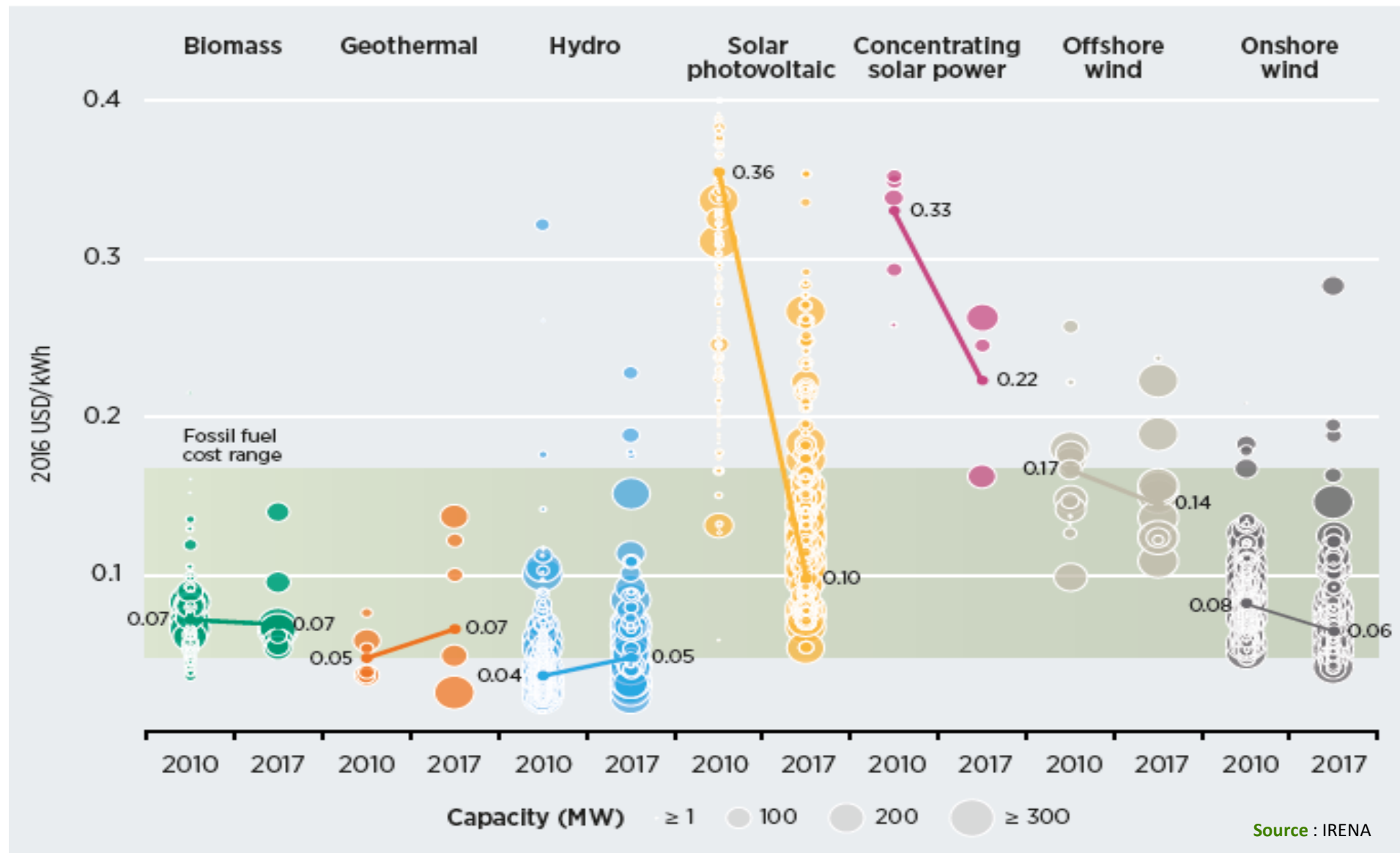
- ▶ Des données ouvertes, revues annuellement (bilan GES, énergie)
- ▶ Des indicateurs de performances précis (ex: \$/TéqCO₂)
- ▶ Piloter une hausse de production d'énergie renouvelable
 - ▶ Tenir compte des délais du modèle québécois
 - ▶ Approche modulaire et multi énergies (abondance → résilience)
 - ▶ Révision des besoins annuels **en fonction des cibles climatiques**
 - ▶ Déployer des programmes de subvention ciblés
- ▶ Structurer la demande en énergie verte
 - ▶ Appel d'offres pour l'électricité renouvelable
 - ▶ Teneurs minimales pour les biocarburants & le GNR
 - ▶ Exemplarité de l'état & cibles de substitution géographiques



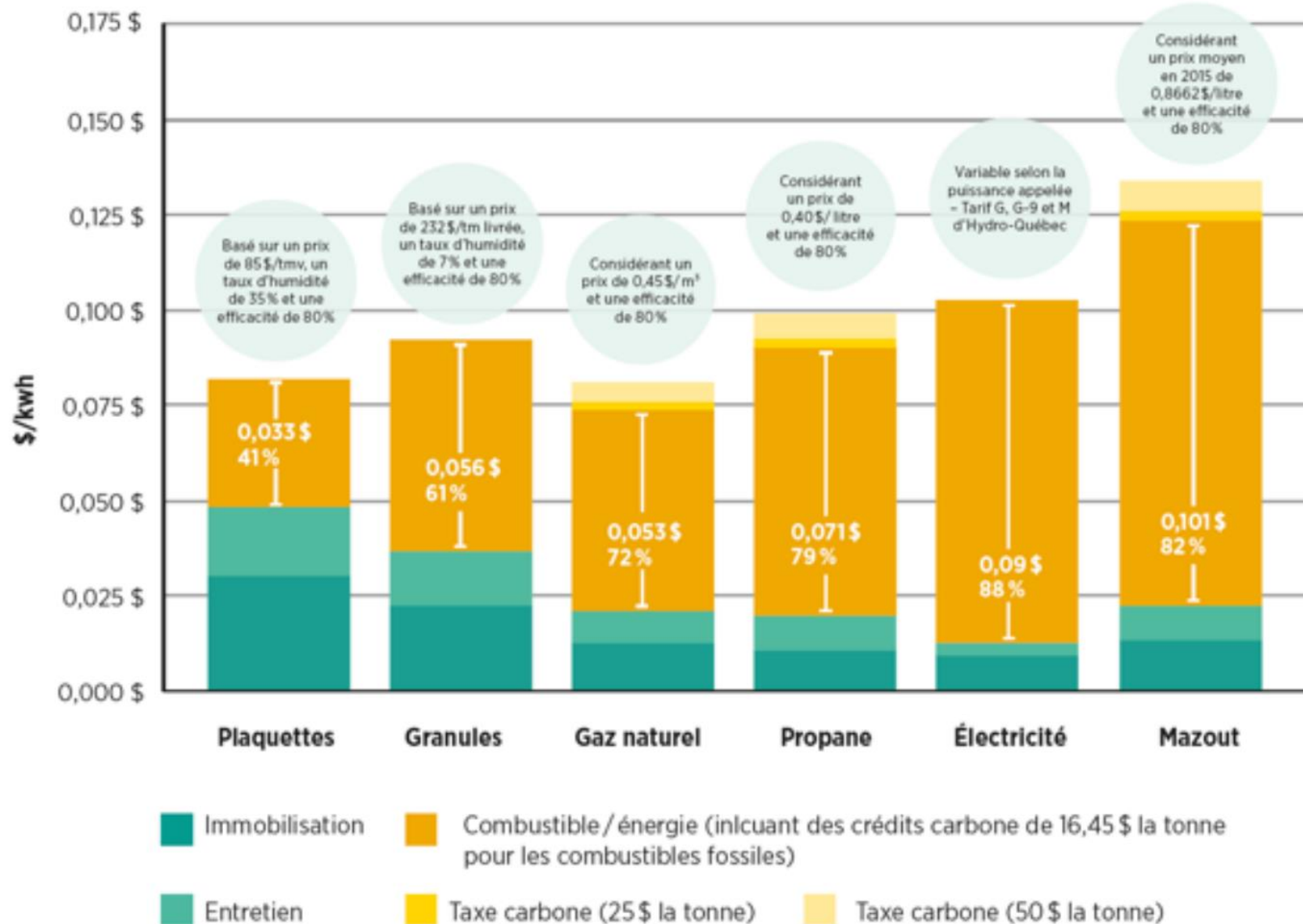
QUESTIONS ET DISCUSSION



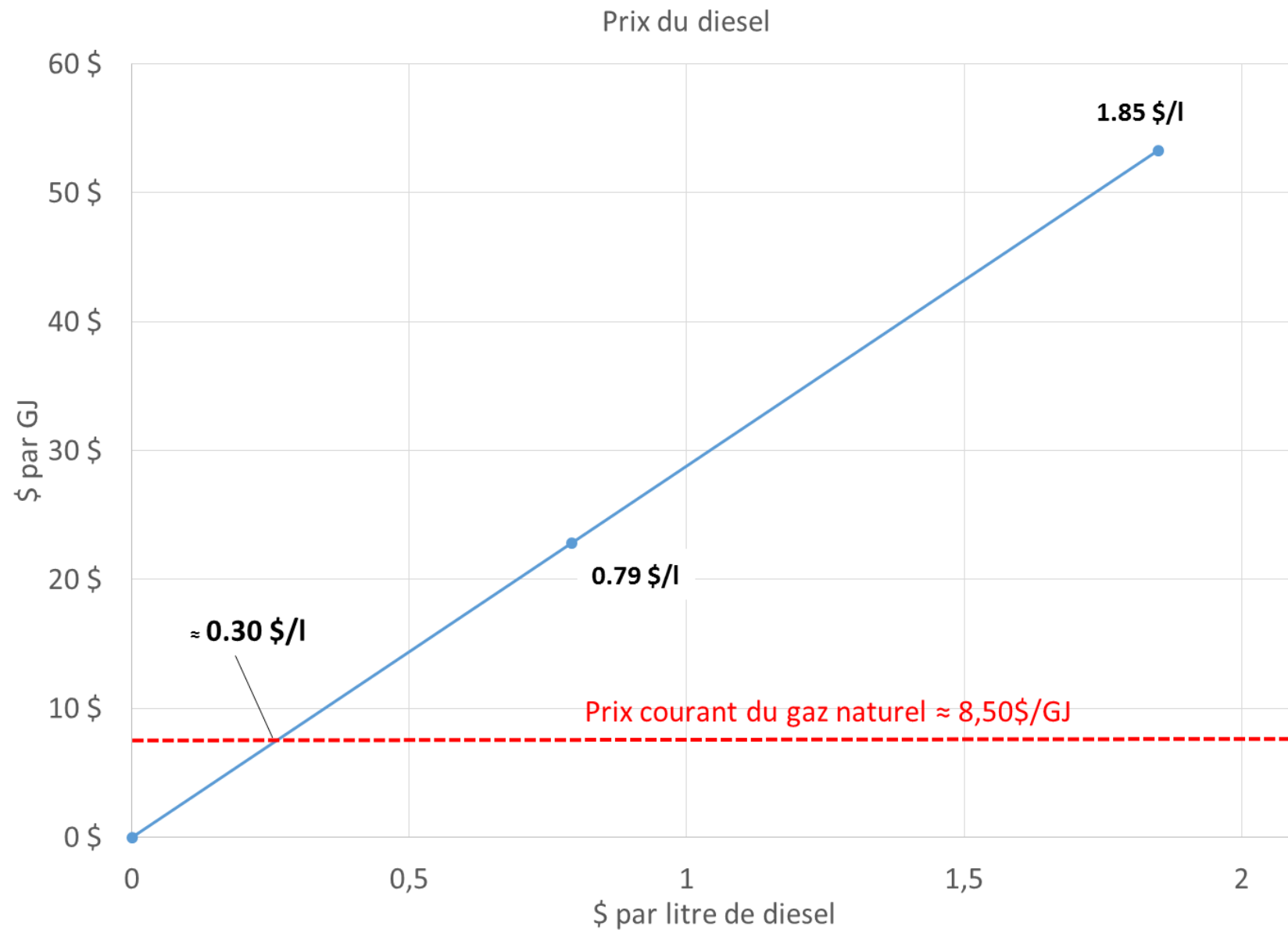
MATÉRIEL DE SUPPORT : PRIX RENOUVELABLE



MATÉRIEL DE SUPPORT : PRIX CHALEUR



MATÉRIEL DE SUPPORT : PRIX GNR



MATÉRIEL DE SUPPORT : BIOMASSE CONSOMMATION

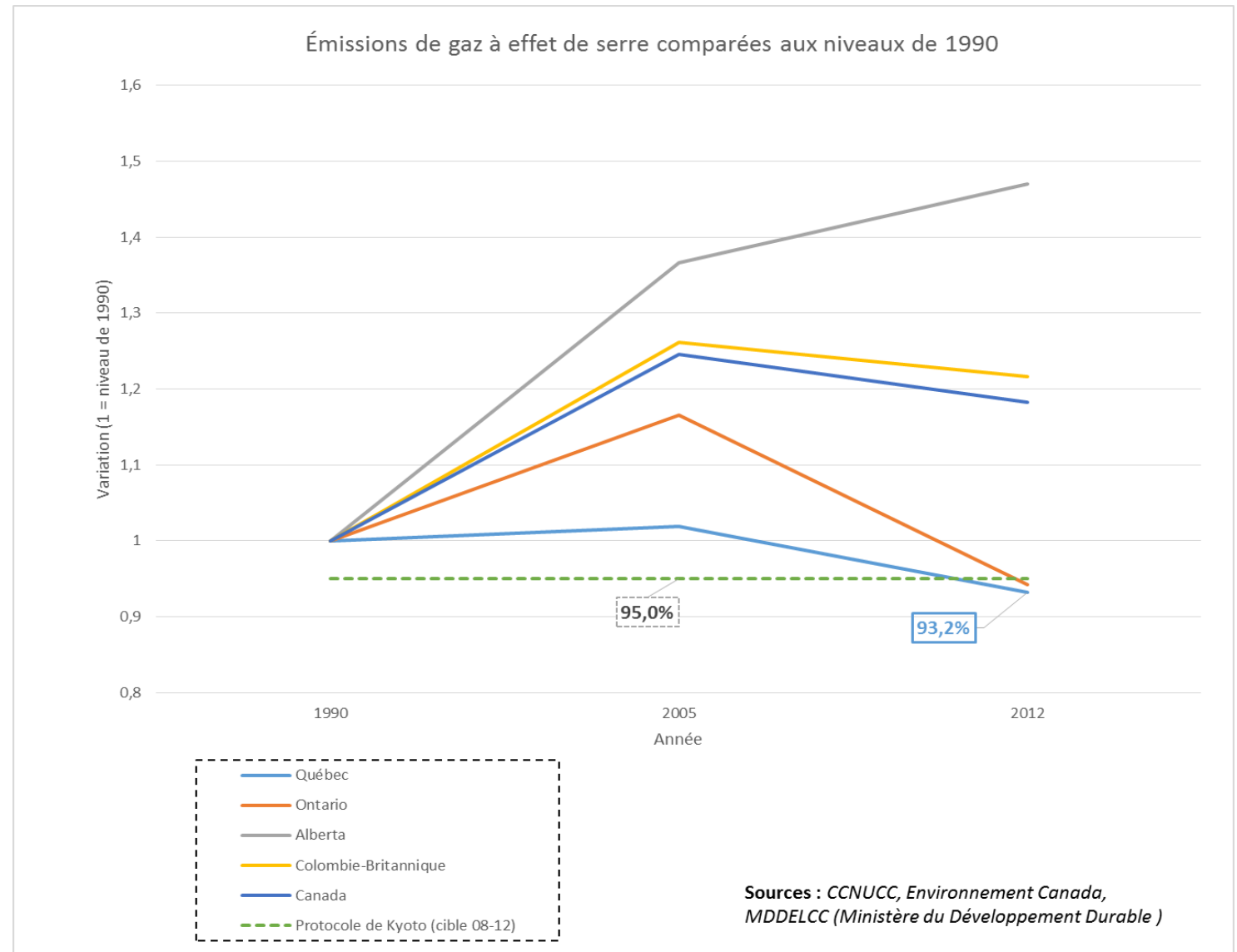
Secteurs	Source d'énergie	Consommation (2015, PJ)	% du Secteur	% total des carburants
Résidentiel	Électricité	243	73%	
	Gaz Naturel	26	8%	4,8%
	Biomasse (bois de foyer)	42	13%	7,7%
	Produits pétroliers (mazout)	21	6%	3,9%
	Total	332		
Industriel	Électricité	298	47%	
	Gaz Naturel	158	25%	29,0%
	Biomasse	86	14%	15,8%
	Produits pétroliers	77	12%	14,1%
	Charbon	12	2%	2,2%
Total	631			
Institutionnel & commercial	Électricité	89	42%	
	Gaz Naturel	79	37%	14,5%
	Biomasse	1	0%	0,2%
	Produits pétroliers	44	21%	8,1%
Total	213			
Total combustibles		545		
Total Biomasse		129		23,7%

Source : ONÉ



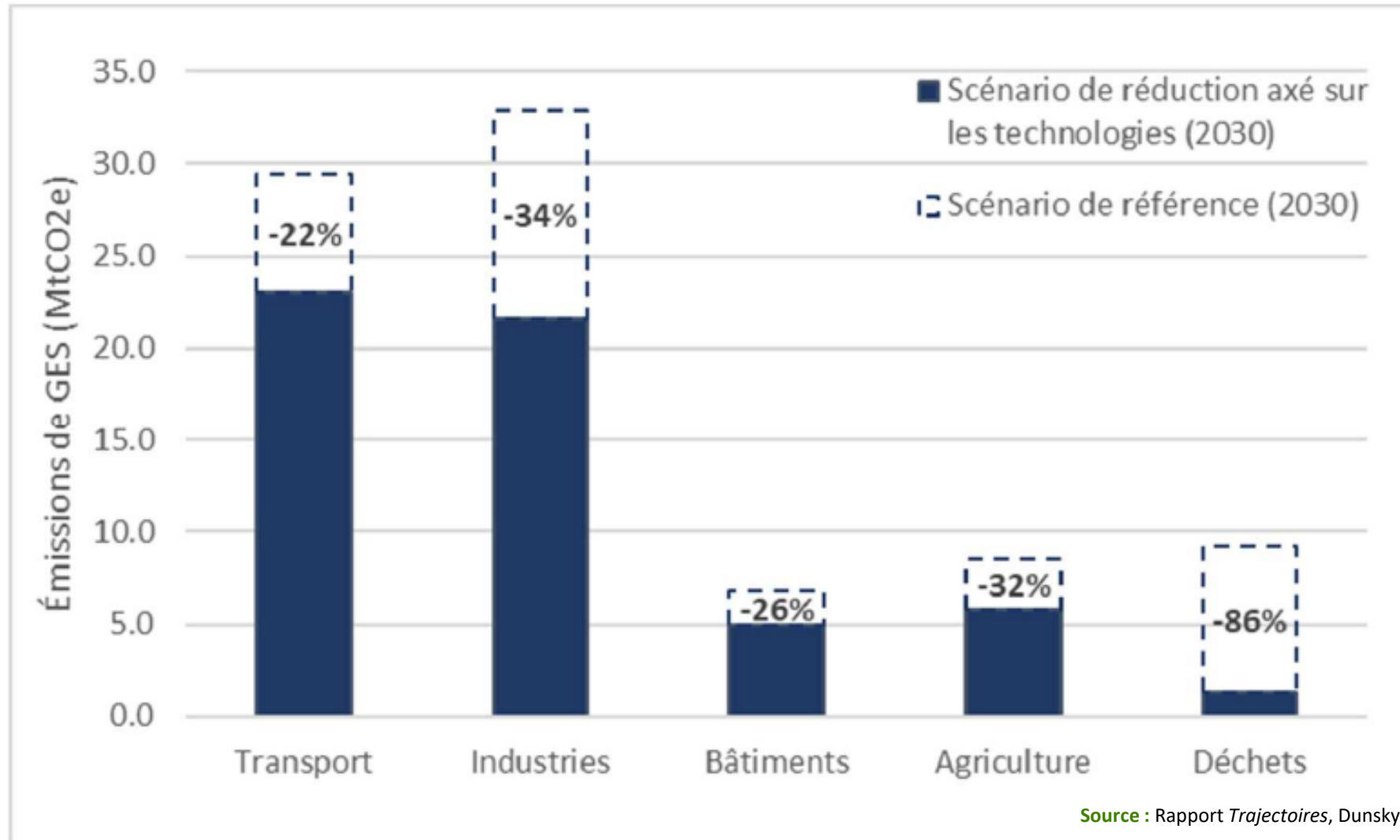
MATÉRIEL DE SUPPORT : POLITIQUE CLIMATIQUE CDN

- ▶ Accord de Paris (2015) : limiter à 2 °C de ↑ moyenne des températures (voire 1,5 °C), établissant ainsi un “budget carbone” mondial
- ▶ Objectif Canadien : 30% ↓ p/r niveau 2005 par 2030, prix sur le carbone imposé;
- ▶ Objectif Québec : 37,5% ↓ p/r niveau 1990 par 2030, bourse carbone;
- ▶ Objectif C-B : 80% ↓ p/r niveau 2007 par 2050, taxe carbone;
- ▶ Objectif Ontario : 37% ↓ p/r niveau 1990 par 2030, abandon de la bourse carbone.



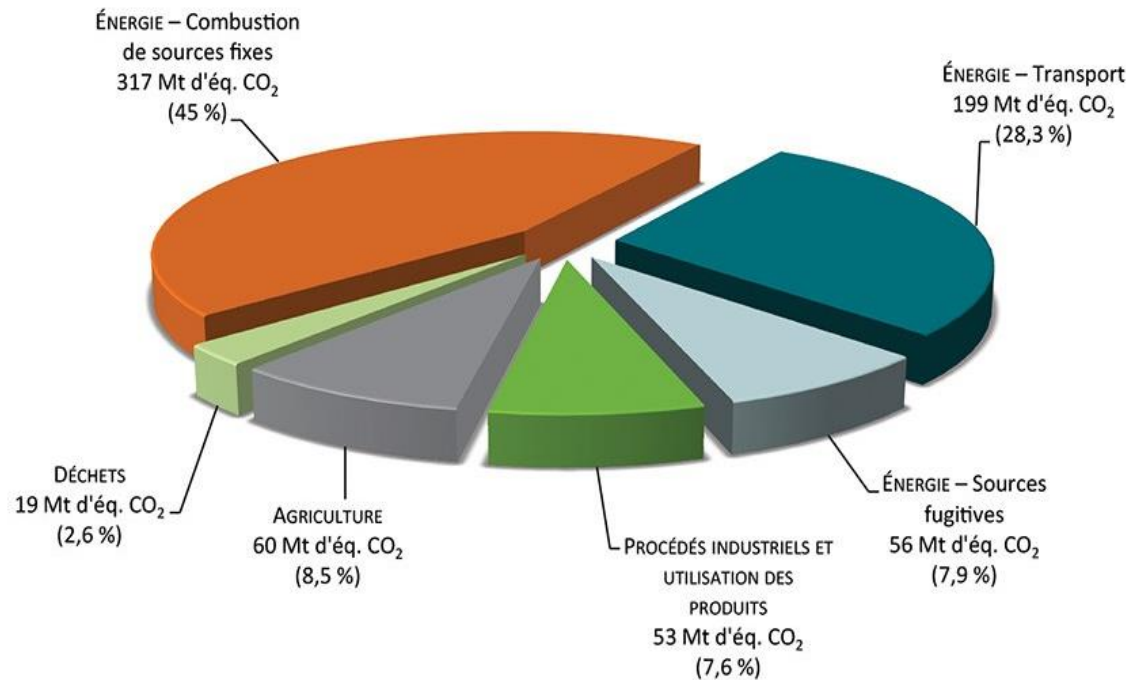
MATÉRIEL DE SUPPORT : BAISSÉ ÉMISSION 2030

Graphique S3 : La réduction des émissions attendue pour chaque secteur en 2030.



MATÉRIEL DE SUPPORT : VALORISATION DES DÉCHETS

- ▶ Portion non négligeable (19 MT, 2,6%) du bilan climatique du Canada (dont émissions de CH₄) et du bilan climatique du Québec (4,9 MT, 6,3%)
- ▶ Création d'emplois en région (biomasse forestière résiduelle)
- ▶ Réduction de l'enfouissement en ville (déchets organiques) et verdissement du gaz naturel (GNR)
- ▶ Réduction des problèmes d'épandage et de gestion des déchets agricoles en campagne (GNR)



Source : Gvnt du Canada

Total : 704 Mt d'éq. CO₂

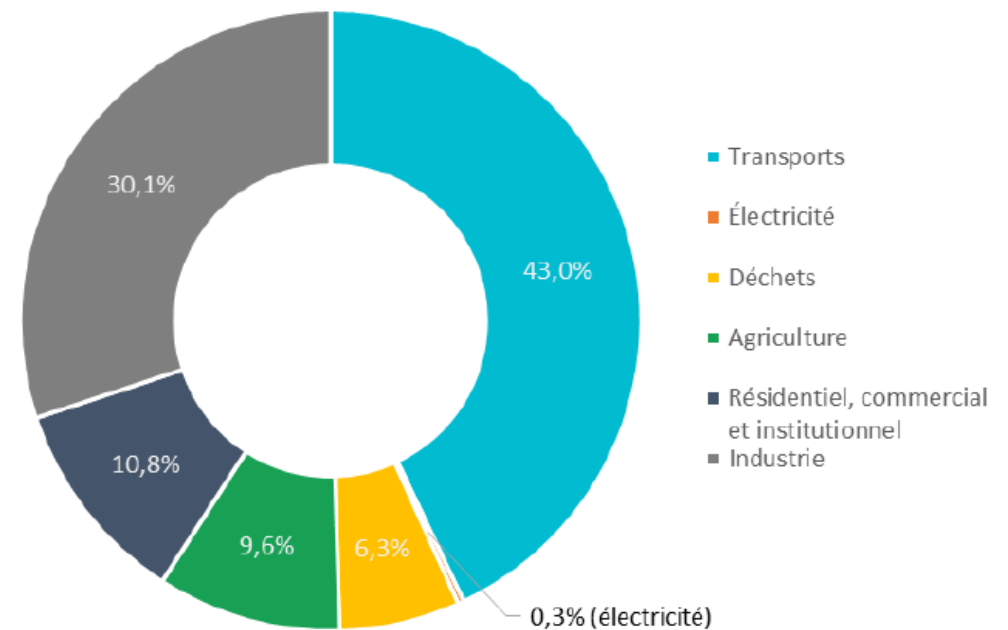


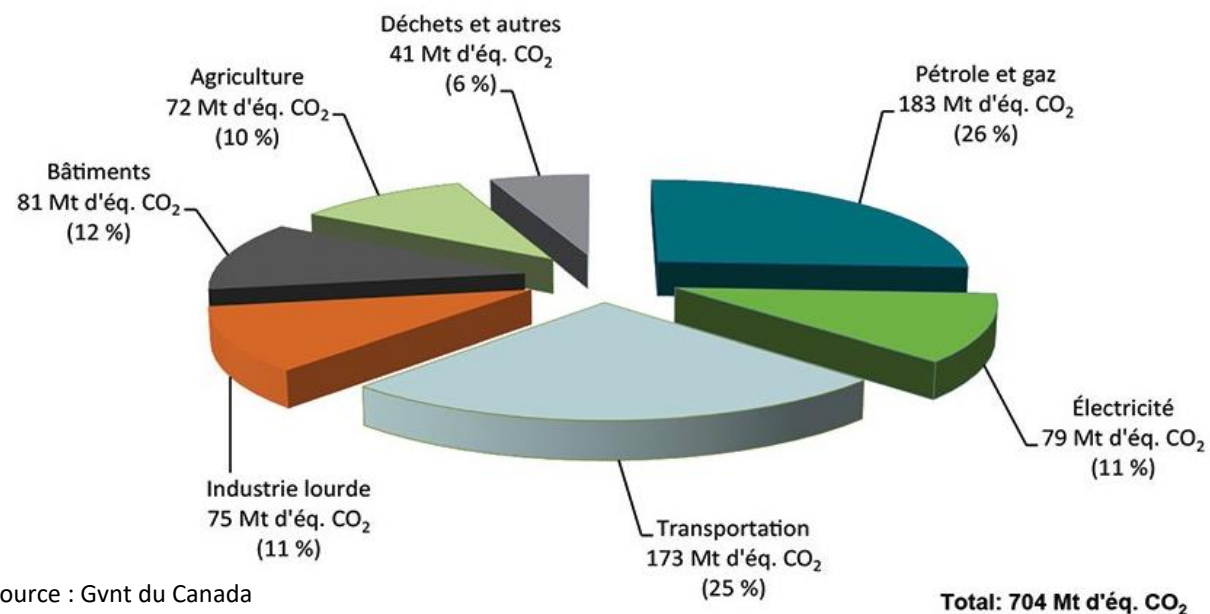
Figure 1: Répartition des émissions de GES au Québec, en 2016, par secteurs d'activité



MATÉRIEL DE SUPPORT : CHALEUR RENOUVELABLE

- ▶ Canada : L'extraction de pétrole & du gaz (26%) ainsi que le transport (25%) sont les principaux secteurs d'émission
- ▶ La plupart des grandes provinces (ON, QC et C-B) ont décarboné leur électricité;
- ▶ Les bâtiments (81 MT, 12%, au Canada) présentent un des prochains défis importants pour les grandes provinces.

Figure S-8 : répartition des émissions du Canada par secteur économique (2016)



Source : Gvnt du Canada

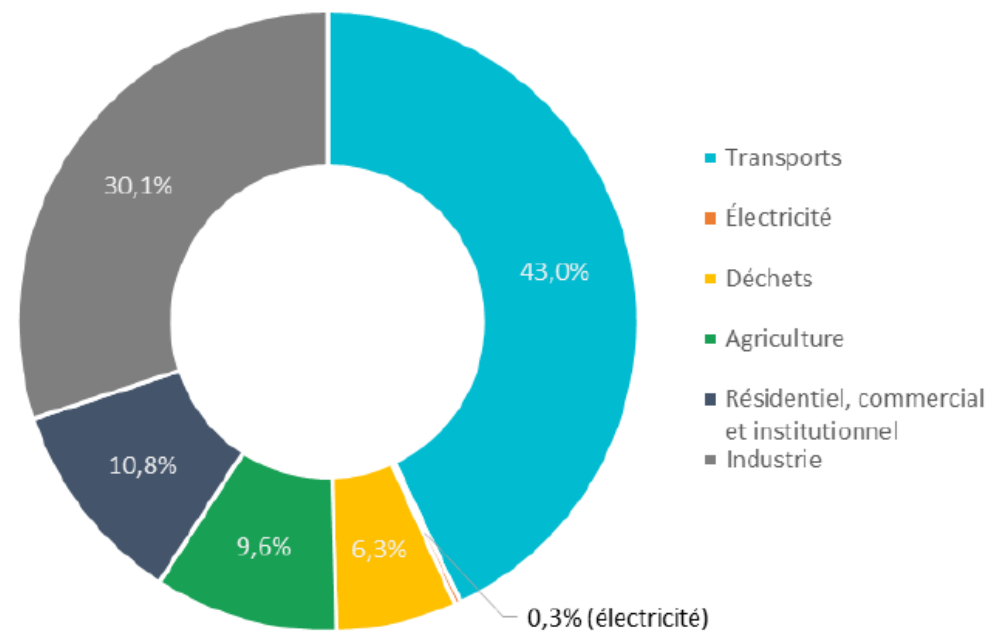
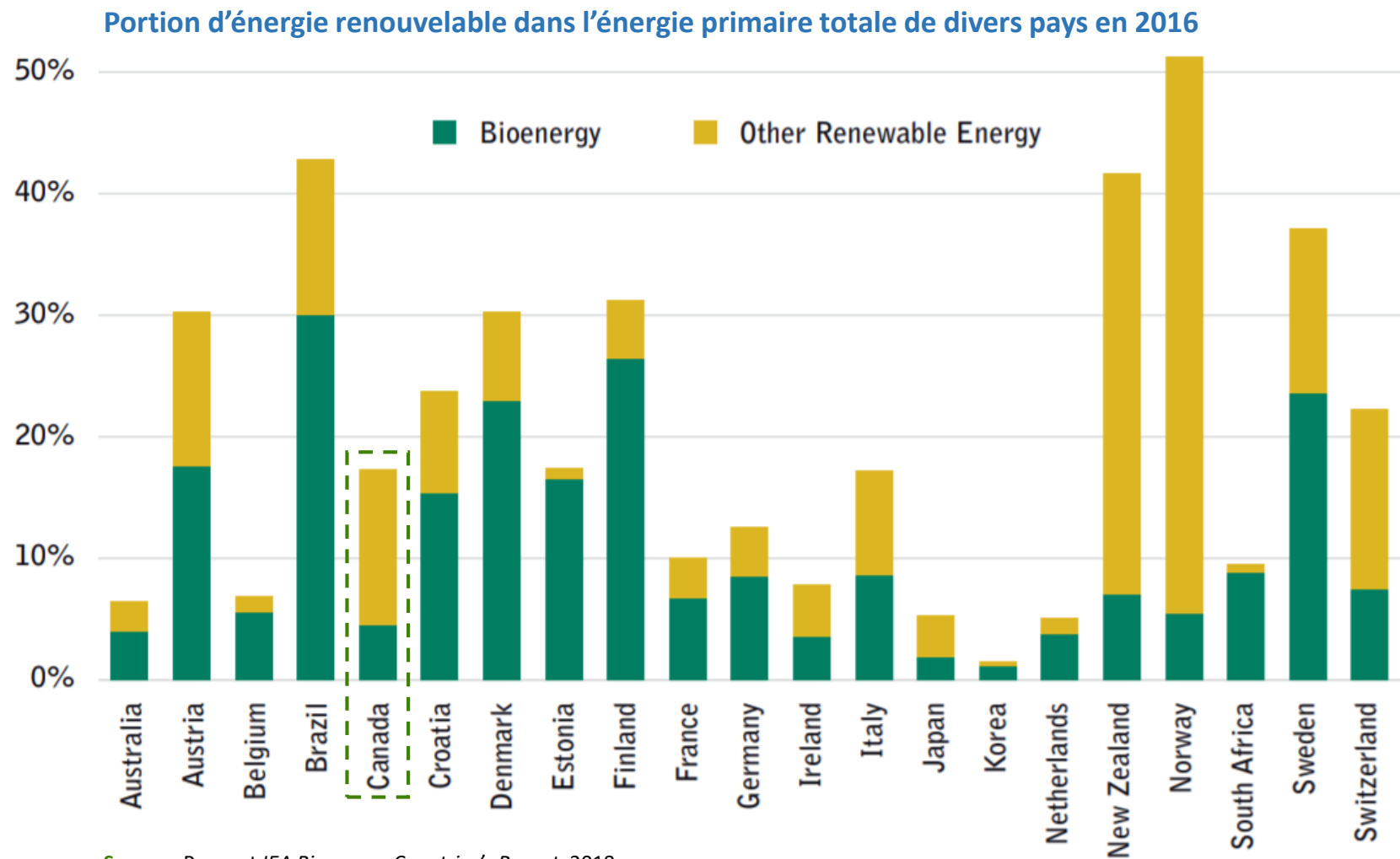


Figure 1: Répartition des émissions de GES au Québec, en 2016, par secteurs d'activité



MATÉRIEL DE SUPPORT : BIOÉNERGIE



Source : Rapport IEA Bioenergy Countries's Report, 2018



MATÉRIEL DE SUPPORT : ÉNERGIE PRIMAIRE QC

TABLEAU 1 • DISPONIBILITÉ DES SOURCES D'ÉNERGIE PRIMAIRE AU QUÉBEC, 2017

	Sources	Pétajoules	Part du total	Équivalence
Importations = 53 %	Pétrole	815	35 %	135 millions de barils
	Gaz naturel	323	14 %	8,4 milliards de m ³
	Hydro*	95	4 %	26 TWh
	Charbon	19	0,8 %	1,0 millions de tonnes
	Électricité (sources variables)**	3	0,1 %	0,8 TWh
Sources locales = 47 %	Hydro	801	34 %	223 TWh
	Biomasse	163	7 %	
	Éolienne	140	6 %	39 TWh
	Gaz naturel renouvelable	3	0,1 %	0,08 milliards de m ³
	Total	2362	100 %	

Sources : Voir graphique 1 ; EIA, 2019.

Note : *Cette importation d'électricité correspond à l'achat d'électricité produite par la centrale hydroélectrique de Churchill Falls à Terre-Neuve-et-Labrador.

** Ces importations d'électricité proviennent de l'Ontario, de New York, de la Nouvelle-Angleterre et du Nouveau-Brunswick, où elles sont issues de sources variables.

Source : Rapport État de l'énergie au Québec, HEC Montréal 2018

