Un aménagement forestier au SLSJ qui augmente le stockage de carbone en forêt et dans les produits du bois, c'est possible!

Jean-François Boucher, Ph.D.
Professeur en éco-conseil
Département des Sciences fondamentales
Université du Québec à Chicoutimi

St-Félicien, 27 octobre 2016

UQAC
Université du Québec
à Chicoutimi

carbone
boréal

Plan de présentation

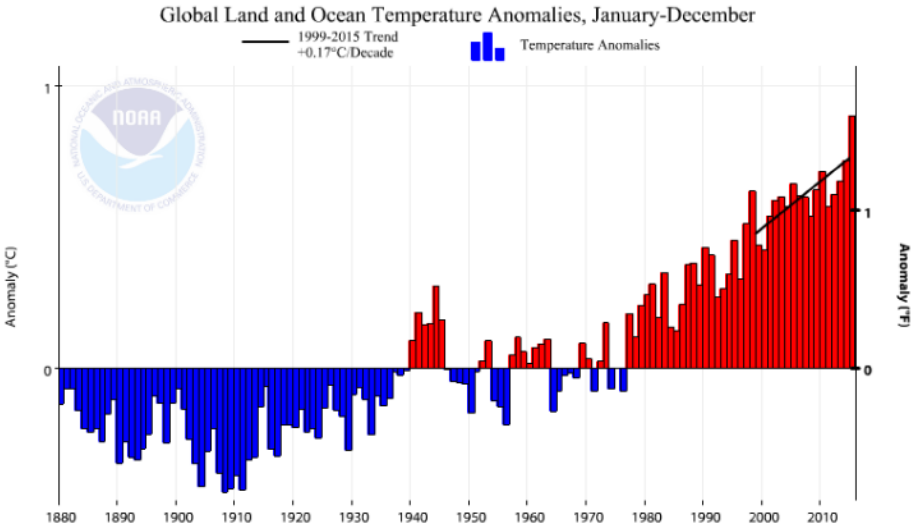
1. Contexte climatique mondial, canadien et québécois
2. Contexte forestier canadien
3. Contribution potentielle du secteur forestier canadien et québécois
4. Avantages (et désavantages) du secteur forestier québécois vis-à-vis la lutte aux CC
5. Potentialités du boisement au Québec
6. Lier le boisement/reboisement à l'aménagement forestier
7. Conclusion et feuille de route

1 |

Contexte climatique mondial, canadien et québécois

1 | Température terrestre: d'un record à l'autre…

- **Année 2015** = de loin la plus chaude de l'histoire
- **Deuxième année** record de suite
- **Août 2016**: 16e mois consécutif le plus chaud de l'histoire (fin de la série de records battus en septembre 2016)
- 2016 en voie d'être **l'année la plus chaude** de l'histoire
- **15 des 16 dernières années** figurent dans le top 16 des années les plus chaudes de l'histoire



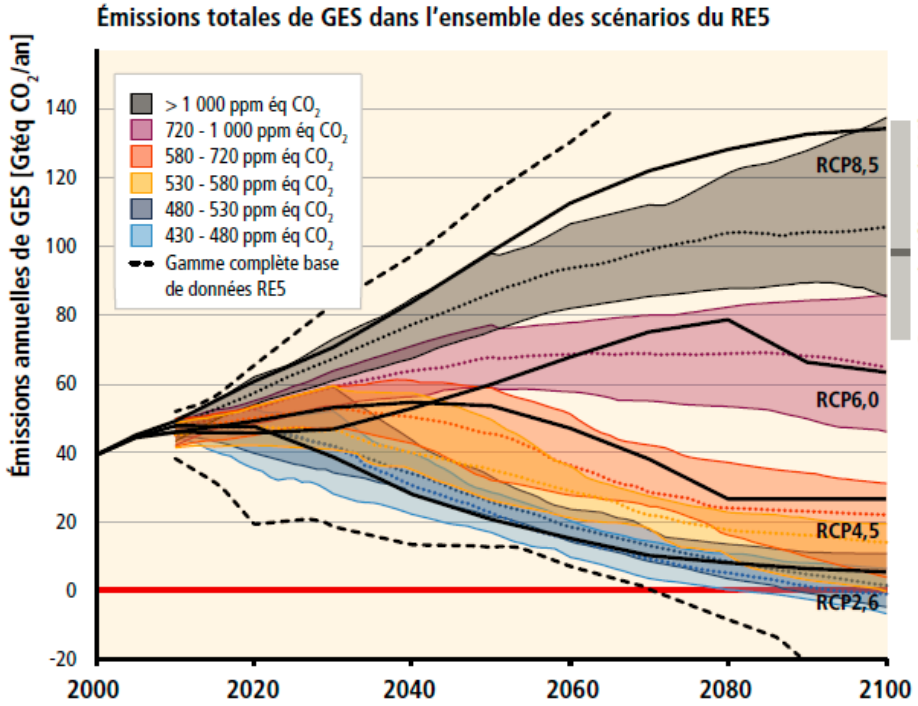
Download: XML

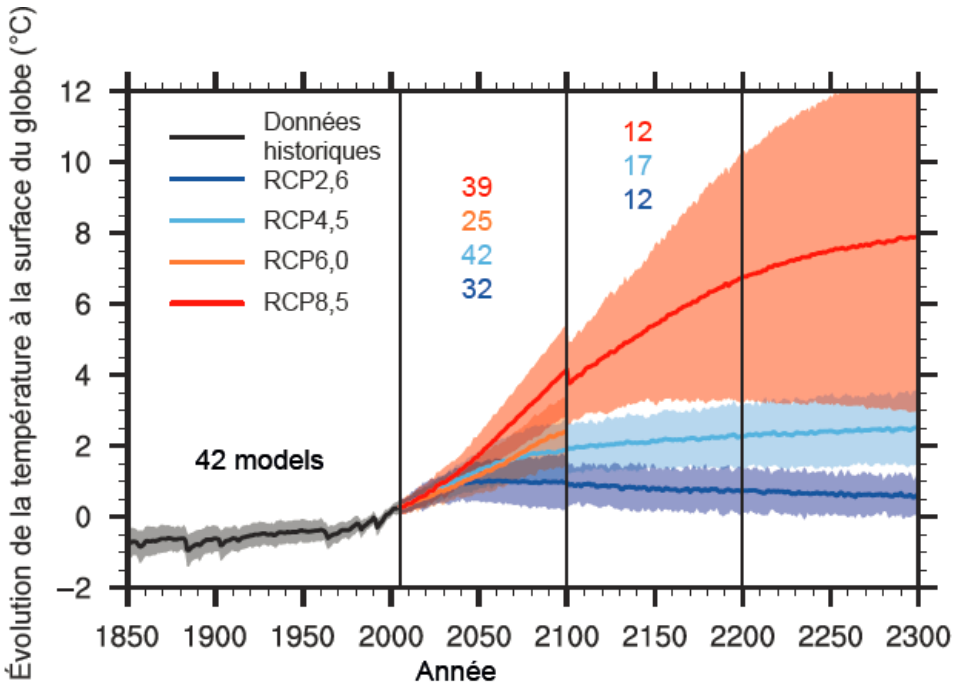
YEAR	ANOMALY	RANK
2015	0.90°C	136
2014	0.74°C	135
2010	0.70°C	134
2013	0.66°C	133
2005	0.65°C	132
1998	0.63°C	131
2009	0.63°C	131
2012	0.62°C	129
2003	0.61°C	128
2006	0.61°C	128

Source : NOAA (2016)

1 | Il FERA de plus en plus chaud…

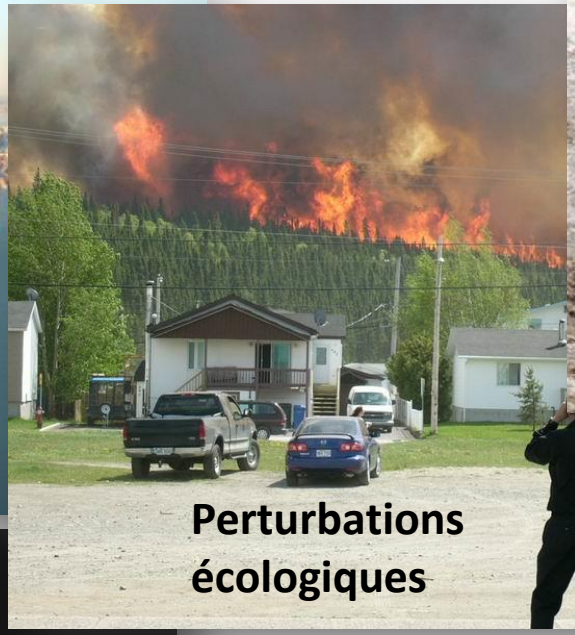
… surtout si l'on n'agit pas concrètement et rapidement!

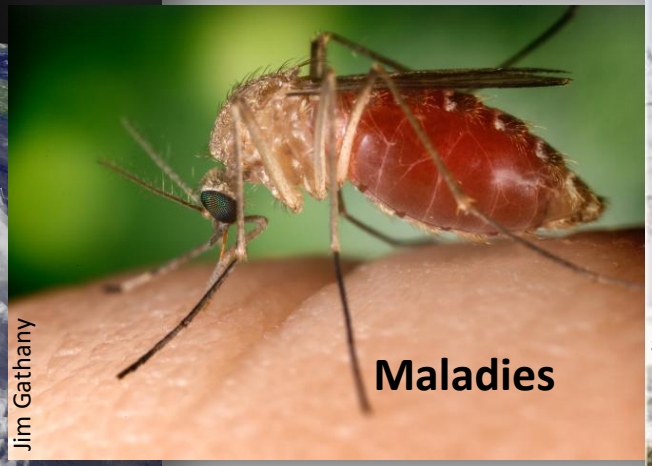


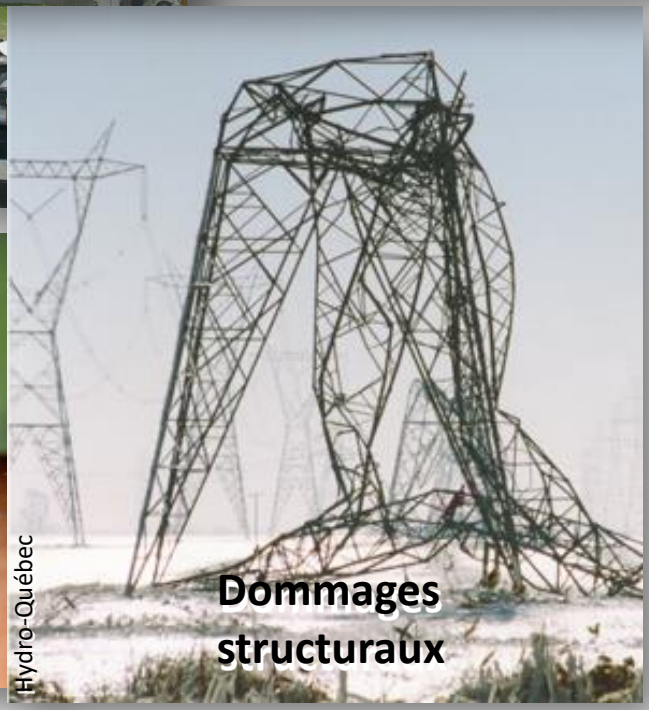


Source : GIEC (2014)

1 | Les conséquences sont nombreuses…

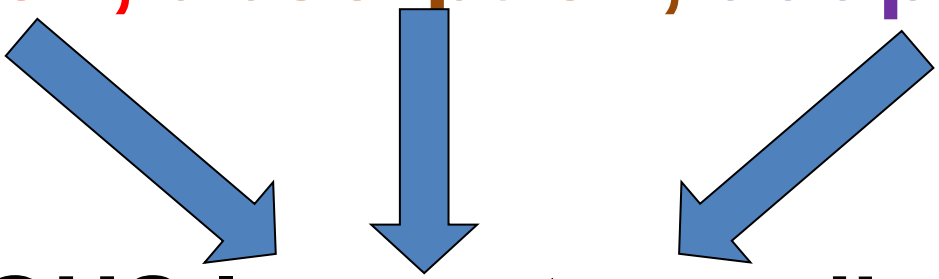






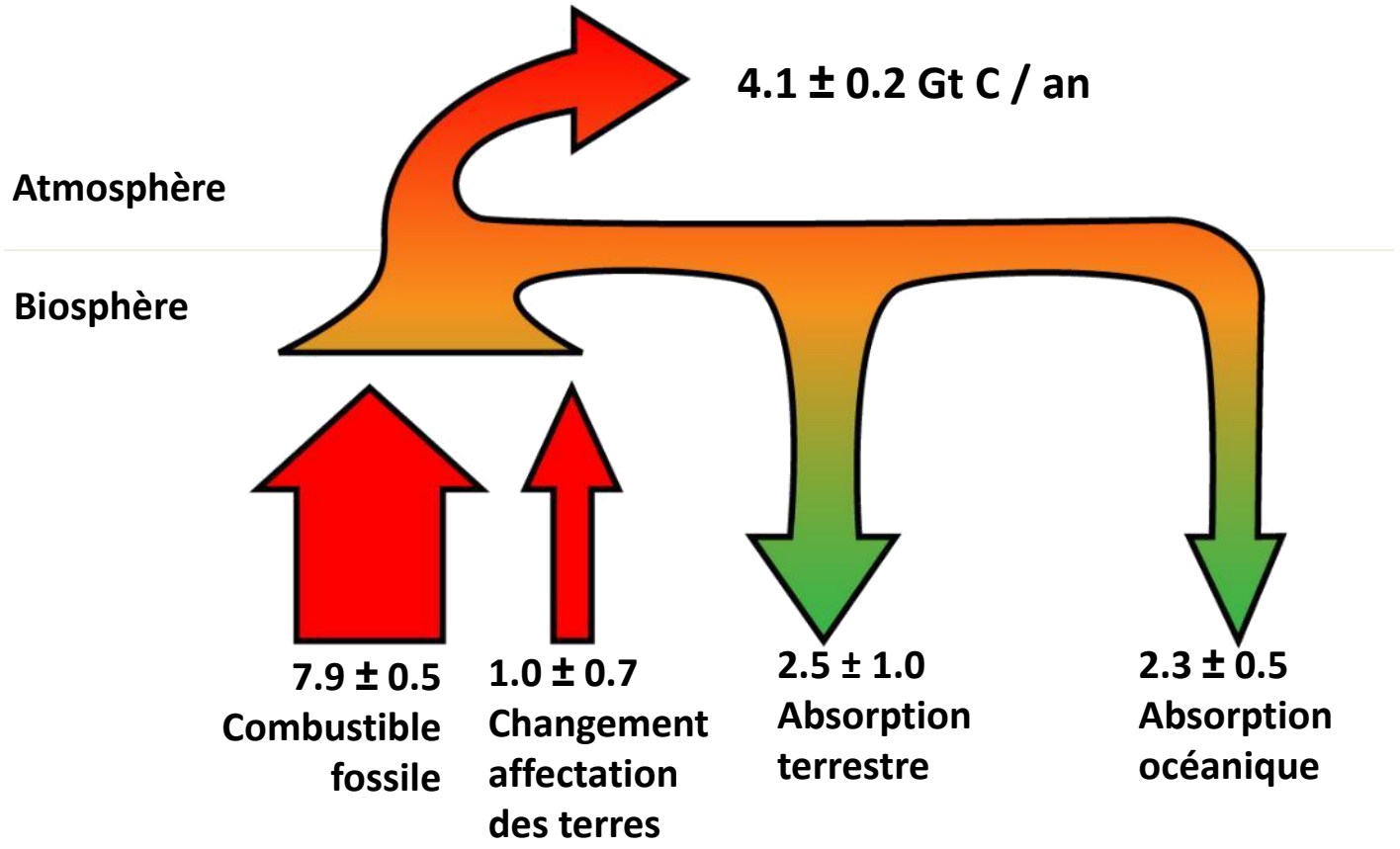
Consensus général:

réduction, absorption, adaptation



Dans TOUS les secteurs d'activité

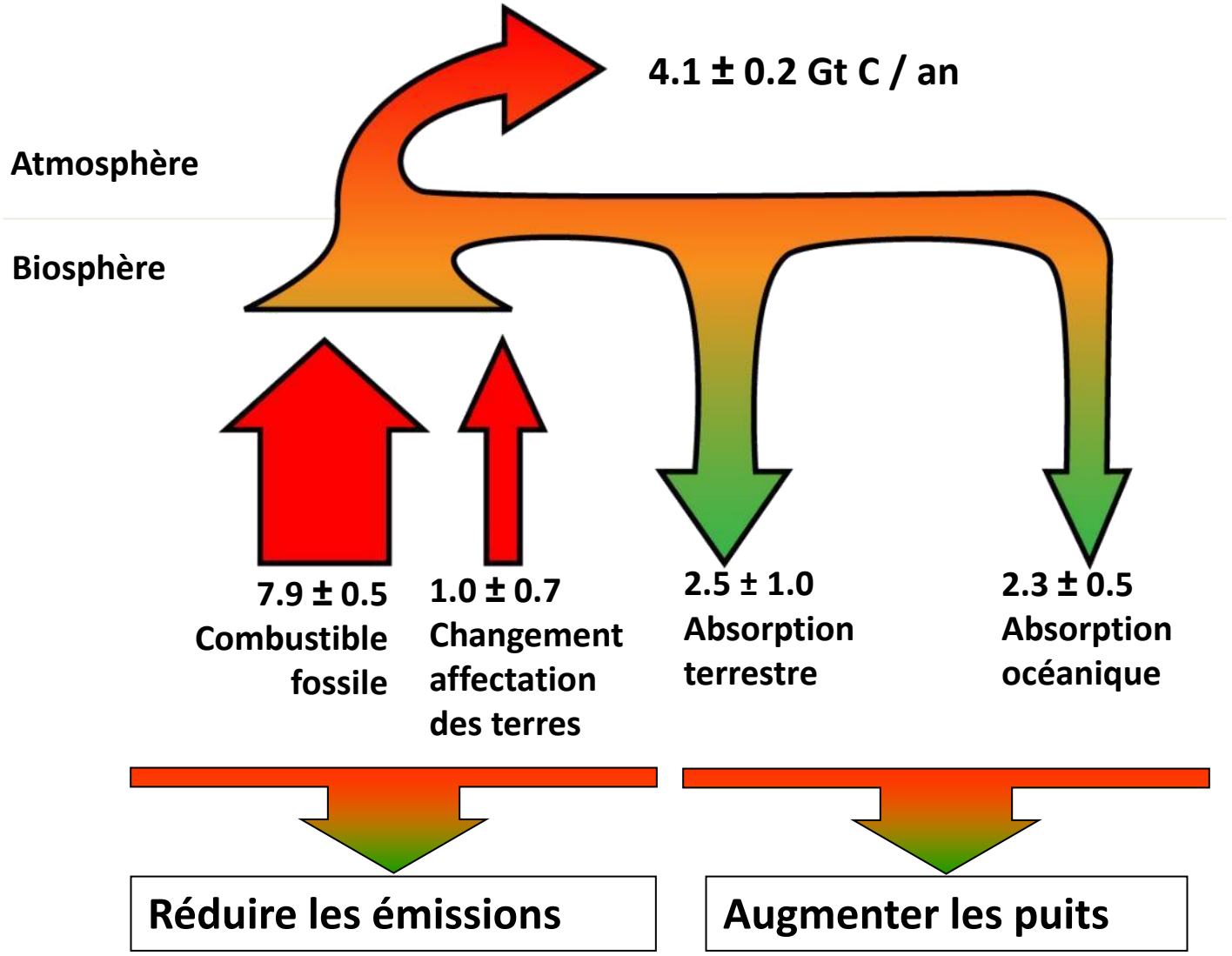
1 | Des sources et des puits de C



(traduit de Kurz 2007; basé sur Global carbon project 2011)

- Plus de la moitié des émissions anthropiques de C sont absorbées par les forêts et les océans (décennie 2000-2010).

1 | Des sources et des puits de C



(traduit de Kurz 2007; basé sur Global carbon project 2011)

1 | Le temps presse d'agir!

COMMENTARY:

The challenge to keep global warming below 2 °C

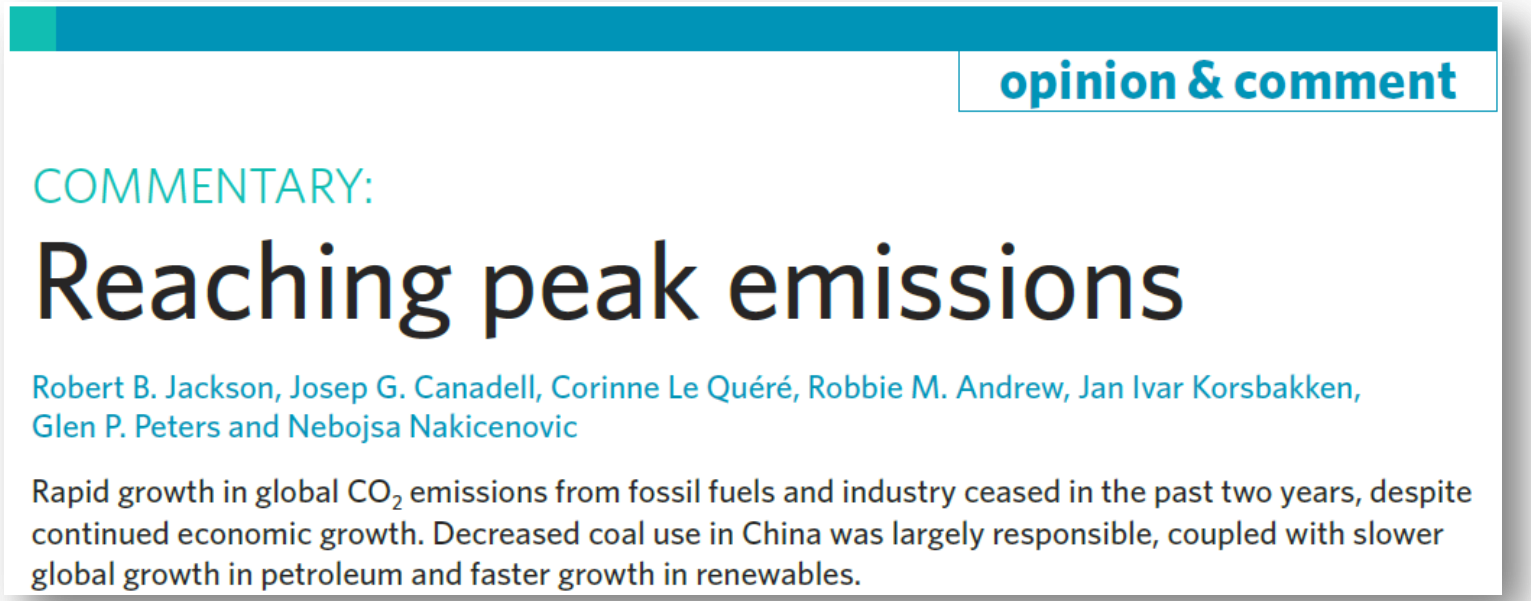
Glen P. Peters, Robbie M. Andrew, Tom Boden, Josep G. Canadell,
Philippe Ciais, Corinne Le Quéré, Gregg Marland, Michael R. Raupach and Charlie Wilson

NATURE CLIMATE CHANGE | ADVANCE ONLINE PUBLICATION | www.nature.com/natureclimatechange

© 2012 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

- Les chances de contenir le réchauffement global en deçà de 2 °C sont extrêmement minces, mais des **mesures d'atténuation immenses doivent être consenties maintenant** pour limiter les grands bouleversements

1 | Moins émettre des GES, c'est possible!



opinion & comment

COMMENTARY:

Reaching peak emissions

Robert B. Jackson, Josep G. Canadell, Corinne Le Quéré, Robbie M. Andrew, Jan Ivar Korsbakken, Glen P. Peters and Nebojsa Nakicenovic

Rapid growth in global CO_2 emissions from fossil fuels and industry ceased in the past two years, despite continued economic growth. Decreased coal use in China was largely responsible, coupled with slower global growth in petroleum and faster growth in renewables.

- Pour la première fois de l'histoire récente **en période de croissance économique**, les émissions globales de GES a non seulement presque cesser de s'accroître en 2014, mais elles ont diminué en 2015…

1 | CCNUCC – COP21 (Paris): On a un accord!

Nations Unies

FCCC/CP/2015/L.9

Convention-cadre sur les changements climatiques

Distr. limitée
12 décembre 2015
Français
Original : anglais

Conférence des Parties
Vingt et unième session
Paris, 30 novembre-11 décembre 2015

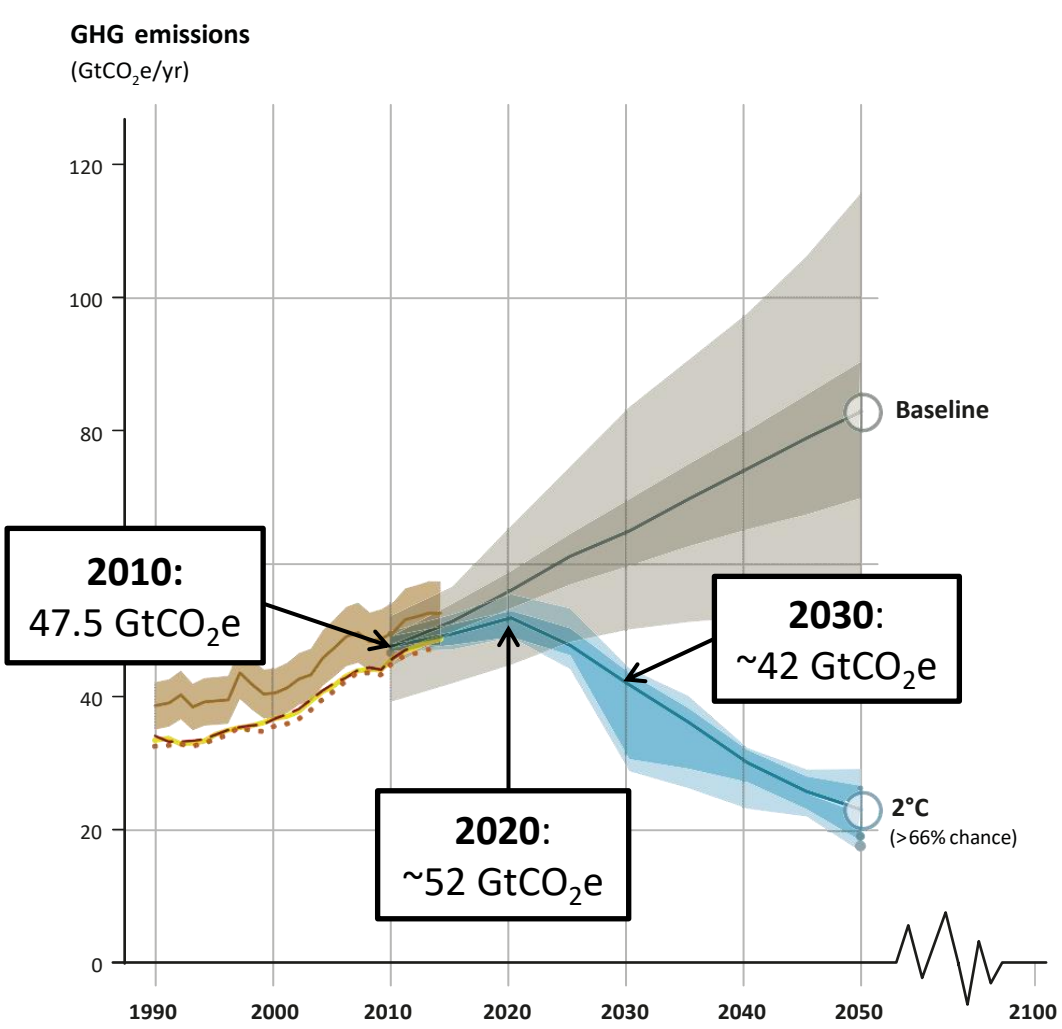
Point 4 b) de l'ordre du jour
Plateforme de Durban pour une action renforcée (décision 1/CP.17)
Adoption d'un protocole, d'un autre instrument juridique ou d'un texte convenu d'un commun accord ayant force juridique, élaboré au titre de la Convention et applicable à toutes les Parties

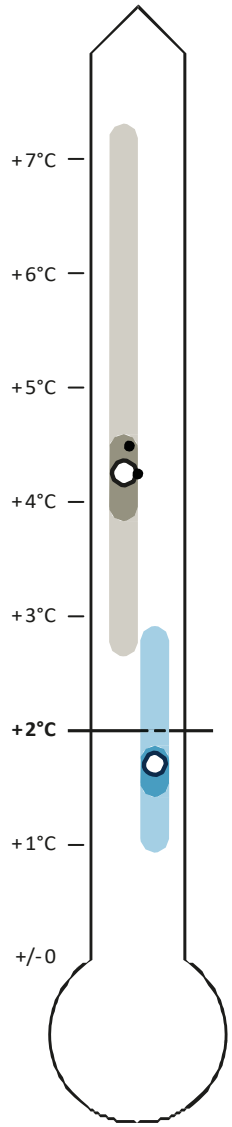
Adoption de l'Accord de Paris

Proposition du Président

Projet de décision -/CP.21

1 | Trajectoire pour tendre vers le +2 °C…





UNEP

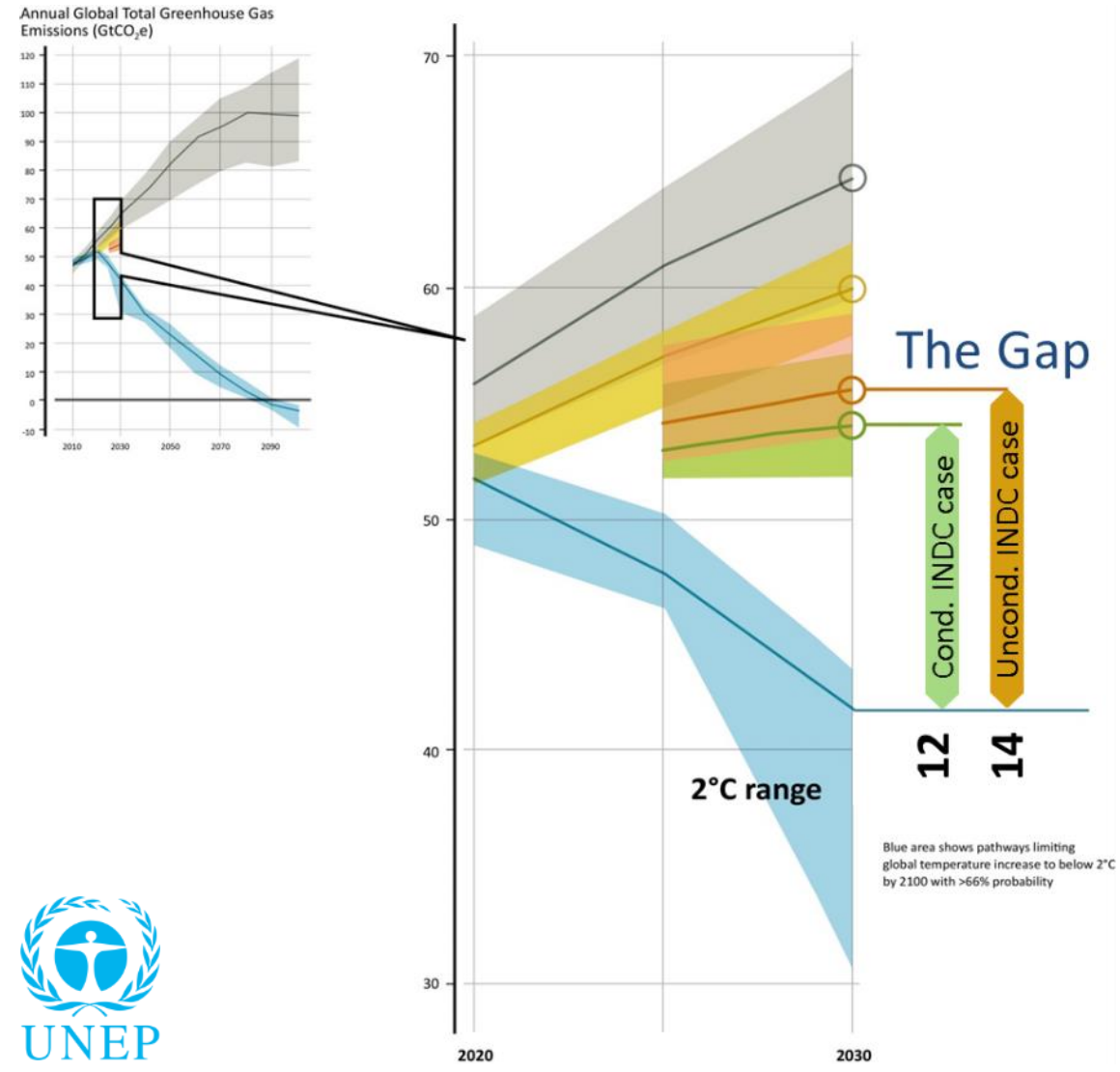
Estimated global warming by 2100
(°C rel. 1850-1900)

IPCC AR5 scenarios

Baseline
median (line),
20-80% (darker)
min. – max. (lighter)

2°C limit (starting in 2020)
median (line),
20-80% (darker)
min. – max. (lighter)

1 | Trajectoire pour tendre vers le 2 °C…



Scénario du *statu quo*
Émissions globales:
65 $GtCO_2e$ (entre 60-70)

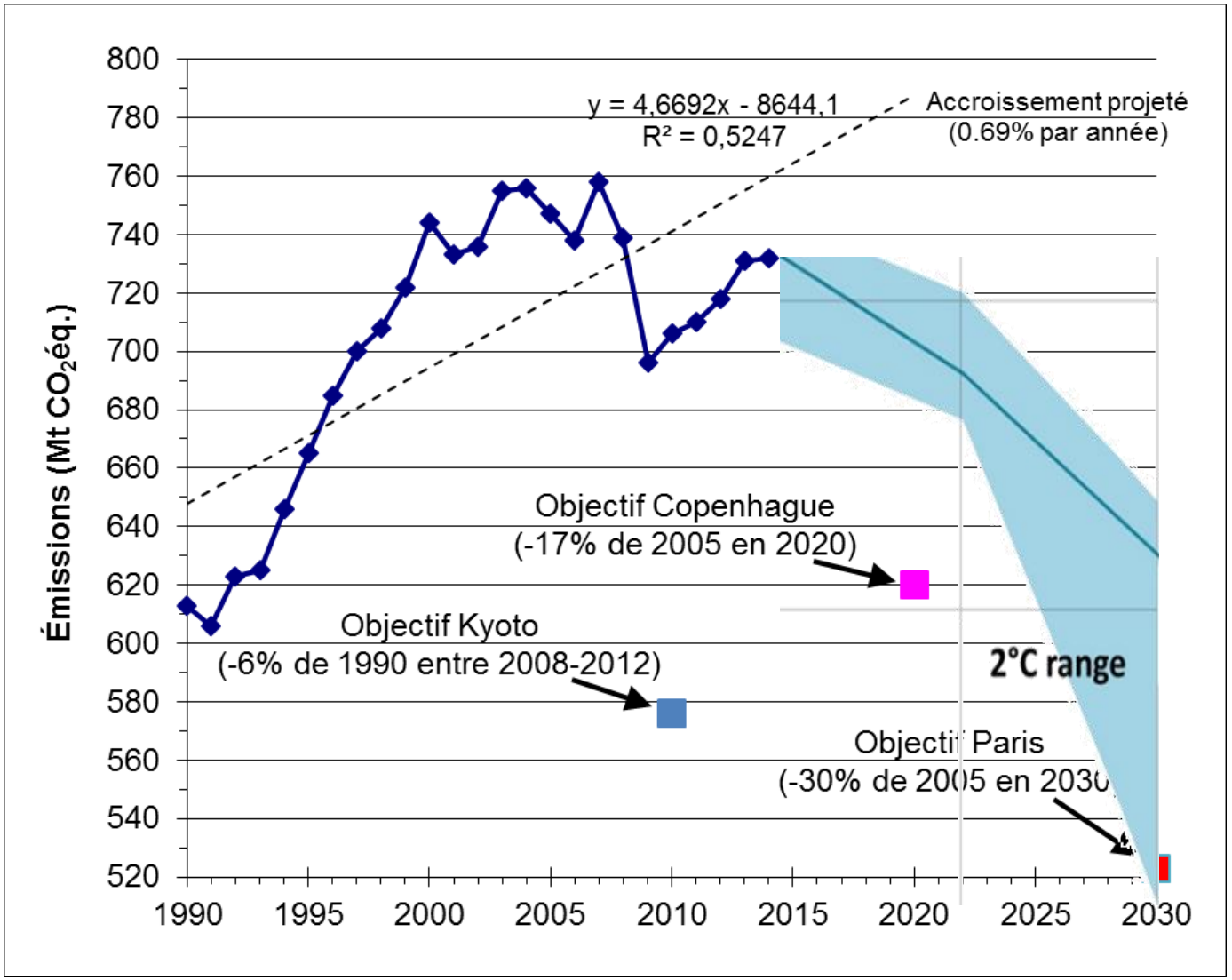
Annonces formelles:
56 $GtCO_2e$
Écart = 14 $GtCO_2e$

Annonces conditionnelles:
54 $GtCO_2e$
Écart = 12 $GtCO_2e$

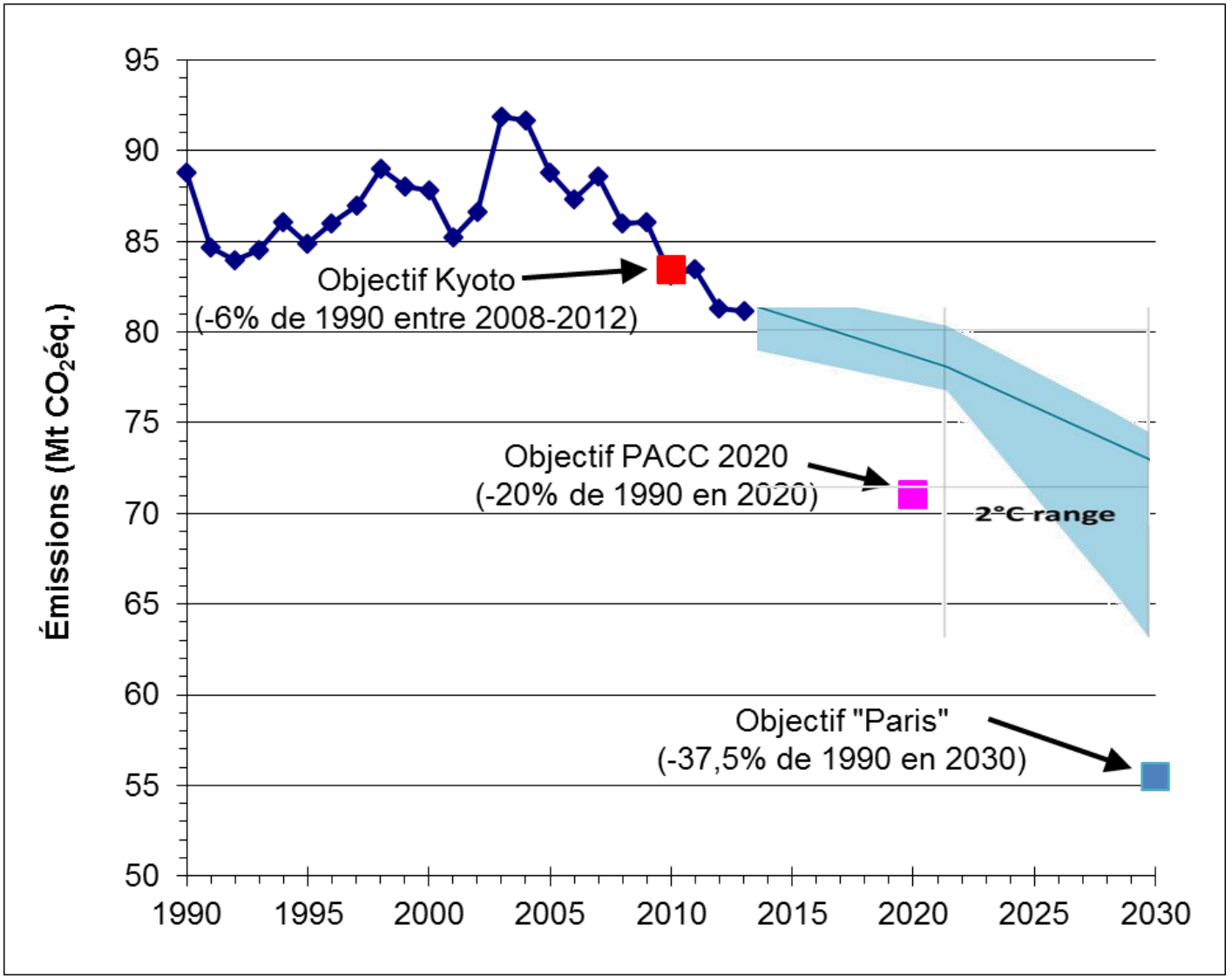
Trajectoire de température:
De 3,0 à 3,5°C (en 2100)

UNEP

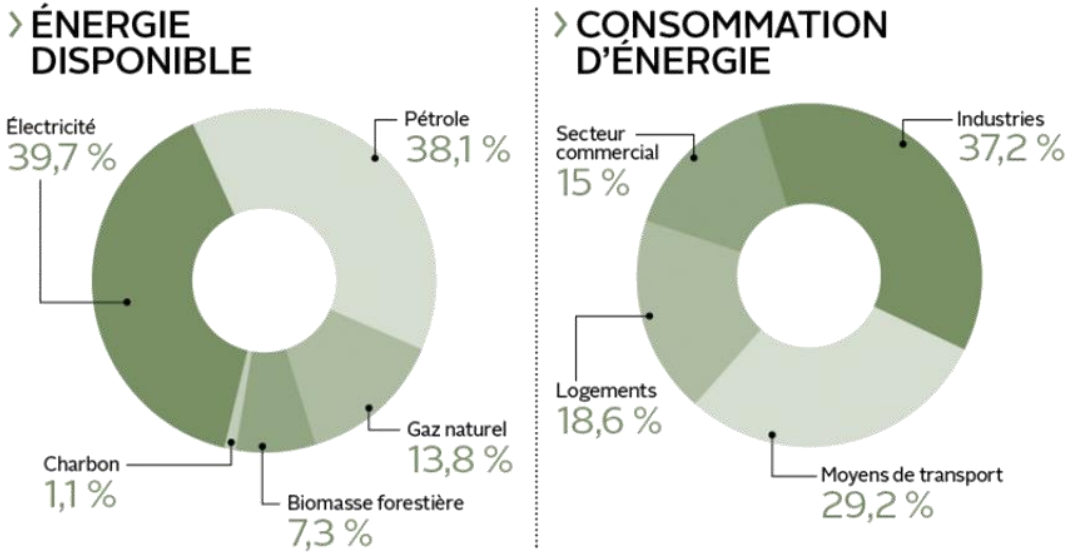
1 | Contexte canadien

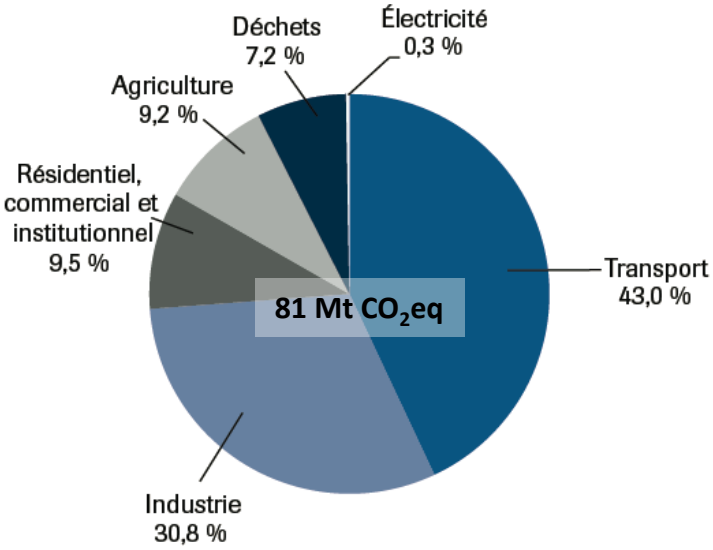


1 | Contexte québécois



1 | Contexte québécois





Source: MDDELCC 2016

Figure 1. Répartition des émissions de GES au Québec, en 2013, par secteur d'activité

- Transport + Industrie = **74% des émissions**
  → priorités de **réduction** de GES…
- Réductions faciles, **déjà faites**
- Autre possibilité?... **absorptions** de GES, notamment sur les terres…

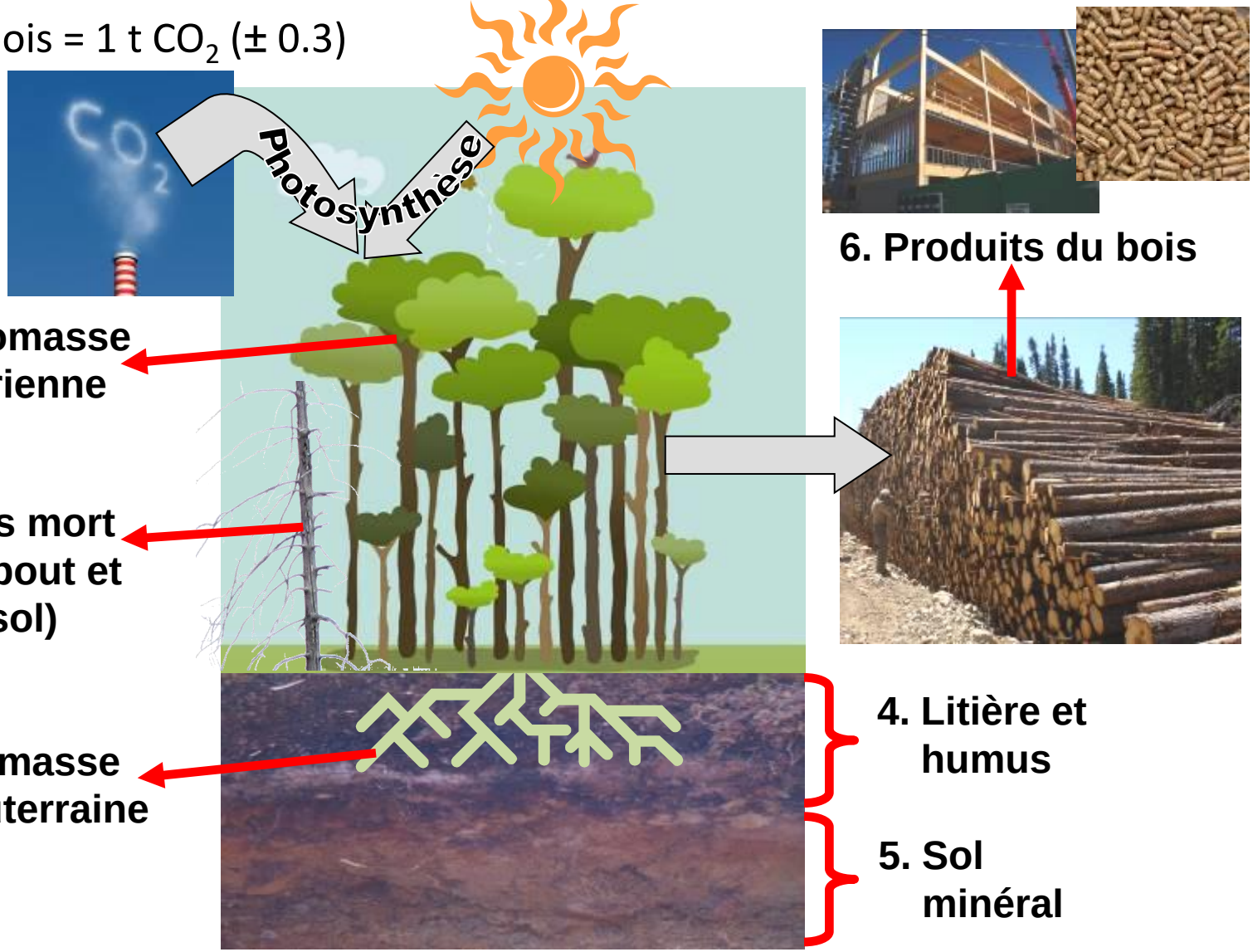
1 | Des sources et des puits de C

2

Contexte forestier canadien

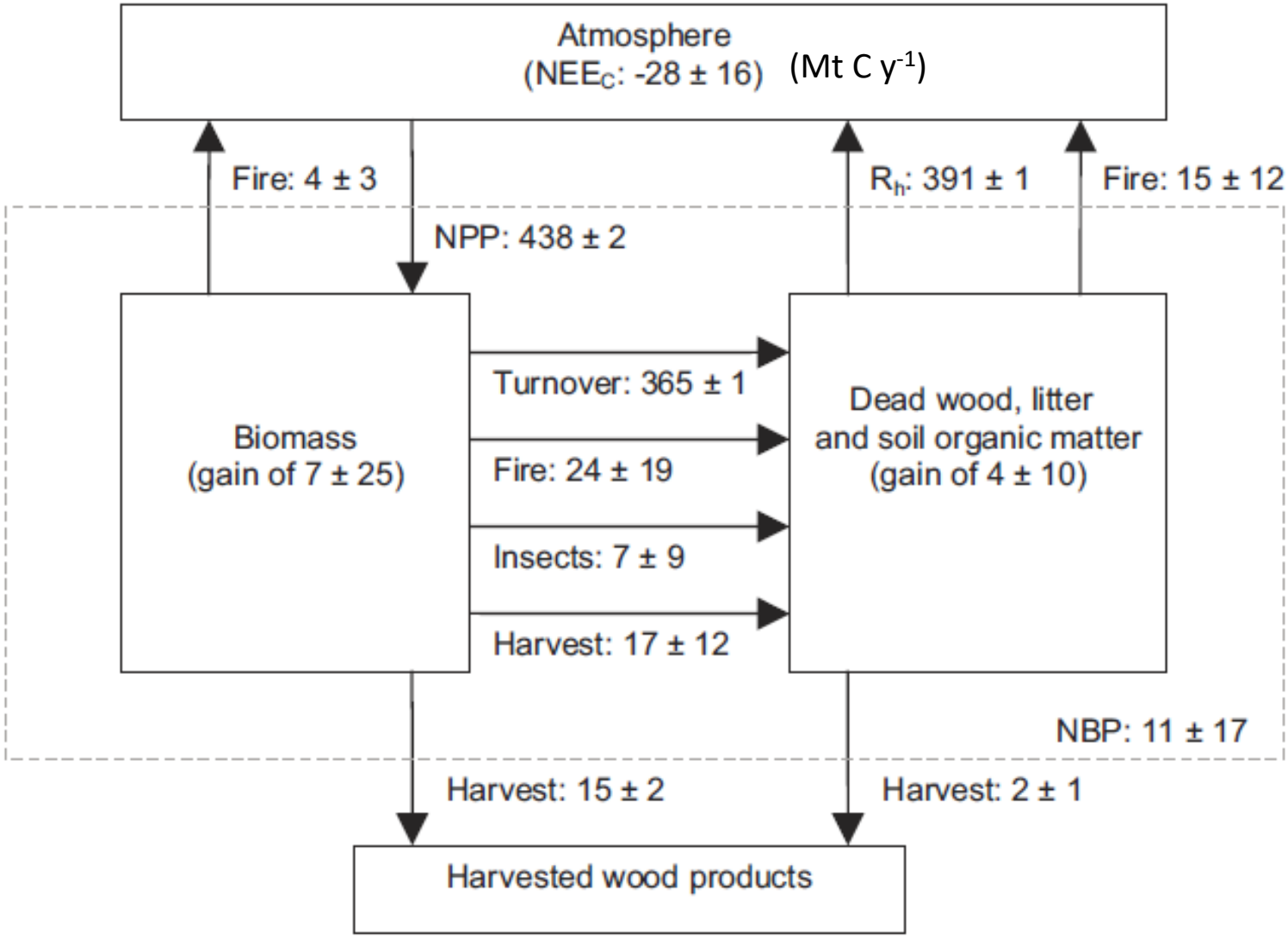
2 | Les 6 réservoirs de C forestier

- 1 t de C = 3.67 t de CO_2
- 1 t de bois sec = 0.5 t de C (GIEC 2003)
- 1 m^3 de bois = 1 t CO_2 (± 0.3)



2 | Flux de C forestier au Canada, 1990-2008

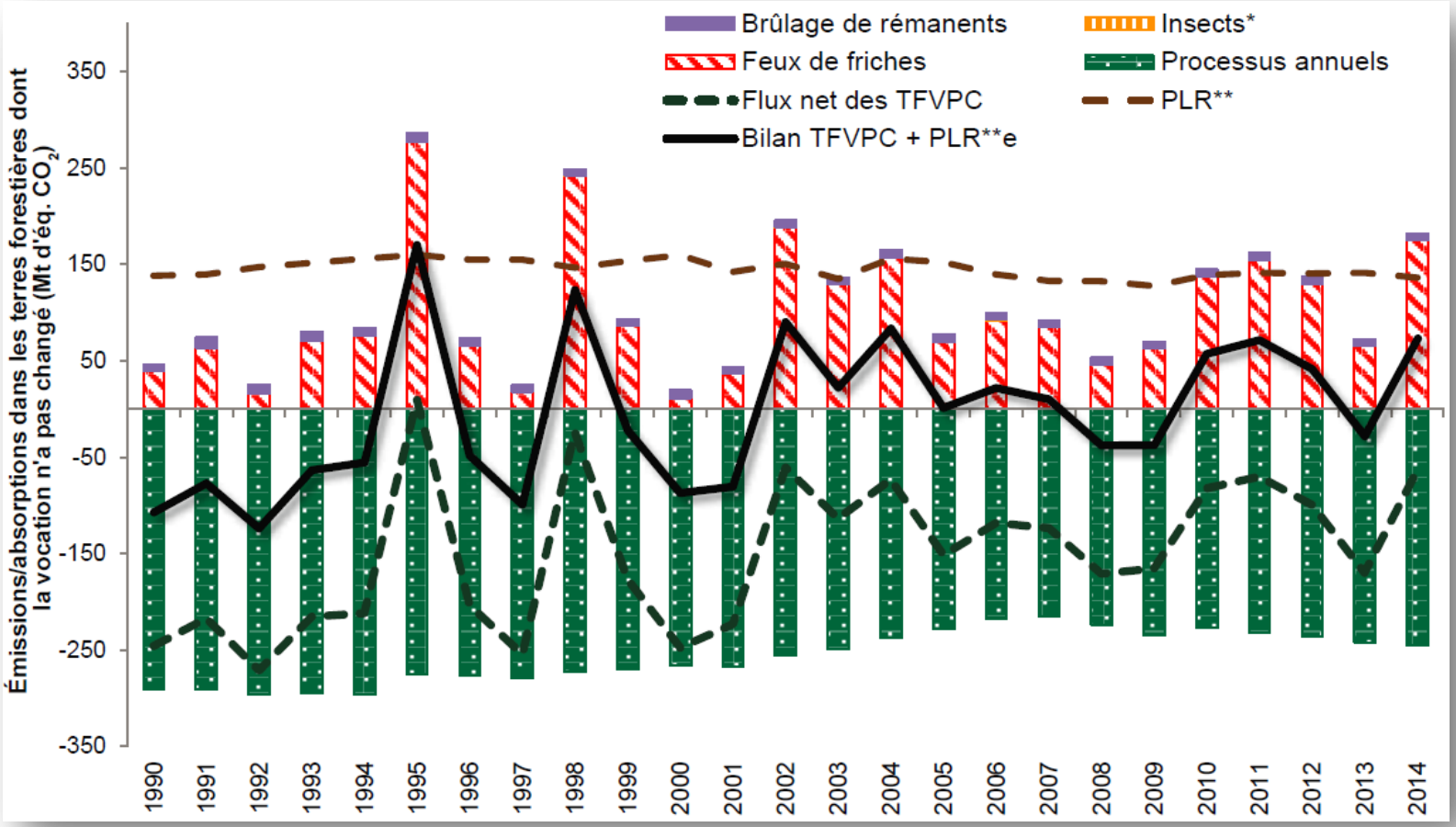
(Kurz et al. 2013)



- **P.S.** Les émissions anthropiques canadiennes en 2014 ≈ 200 Mt C

~ 1 million m3 de bois
~ 0.25 Mt de C
(750 Mt de C récoltées / an dans le monde,
46 Mt C au Canada)
Source: Kurz 2009
Credit: Ola Nilsson

2 | Sources et puits de C au Canada



Source: Inventaire canadien de GES (2016)

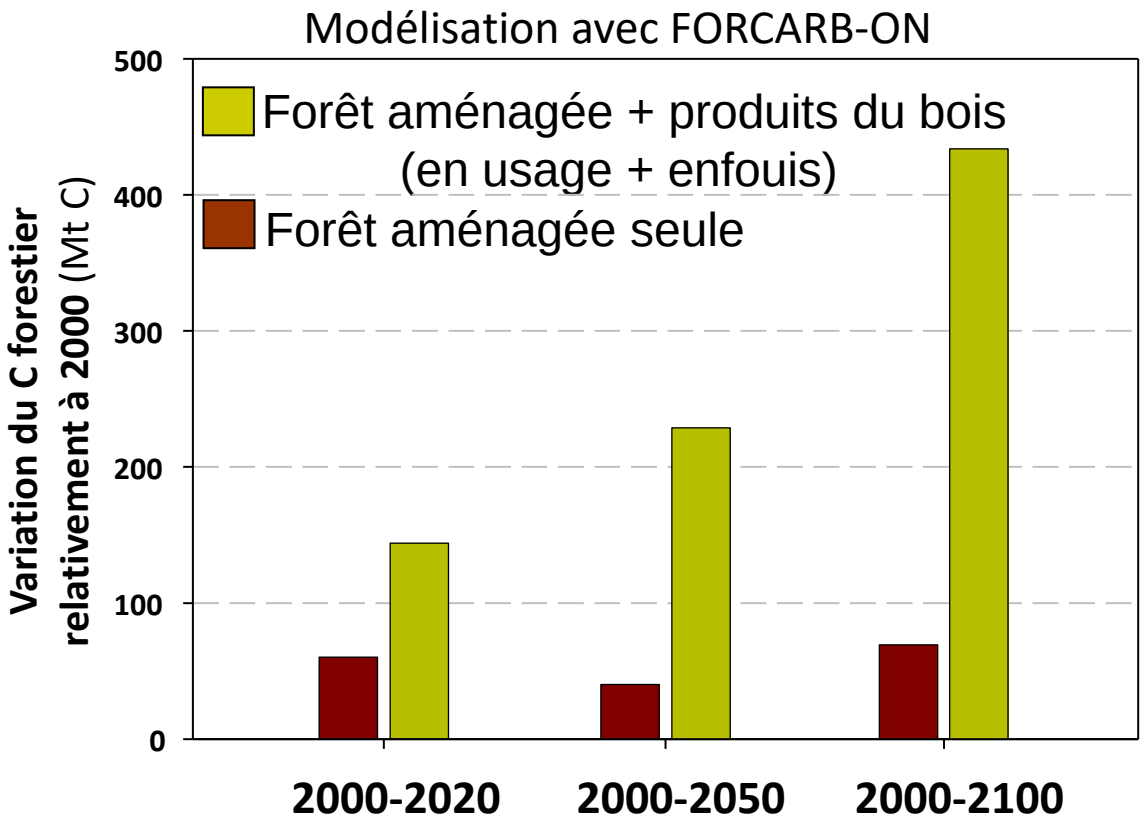
Année	Stocks nets dans les PLR (Mt C)
1990	300
2000	420
2005	500
2010	530
2011	540
2012	540
2013	550
2014	560

2 | Produits ligneux récoltés (PLR)

Produits ligneux récoltés (PLR)	**Demi-vie** (an)	**Intérieur** (Mt CO_2)	**Exportation** (Mt CO_2)	**Total** (Mt CO_2)	**%**
1. Bois massif		**12,1**	**22,3**	**34,4**	**25%**
Bois de sciage	35-40	*6,1*	*17,1*	*23,2*	*17%*
Panneaux de bois	25-27	*3,9*	*5,1*	*9,1*	*7%*
Autres bois massif	35-40	*2,1*	*0,1*	*2,2*	*2%*
2. Papier et pâte commerciale	2-3	**2,4**	**39,0**	**41,5**	**30%**
3. Autres PLR		**59,2**	**1,3**	**60,5**	**44%**
Résidus de sciage	1	*9,0*		*9,0*	*7%*
Bois de chauffage	1	*50,2*	*1,3*	*51,5*	*38%*
Total		**73,7**	**62,7**	**136,4**	

Source des données: Inventaire canadien de GES (2016)

2| Projection du stockage du C sur territoire aménagé en Ontario (Chen et al. 2010)



(Figure tirée de Ter-Mikaelian et al. 2008)

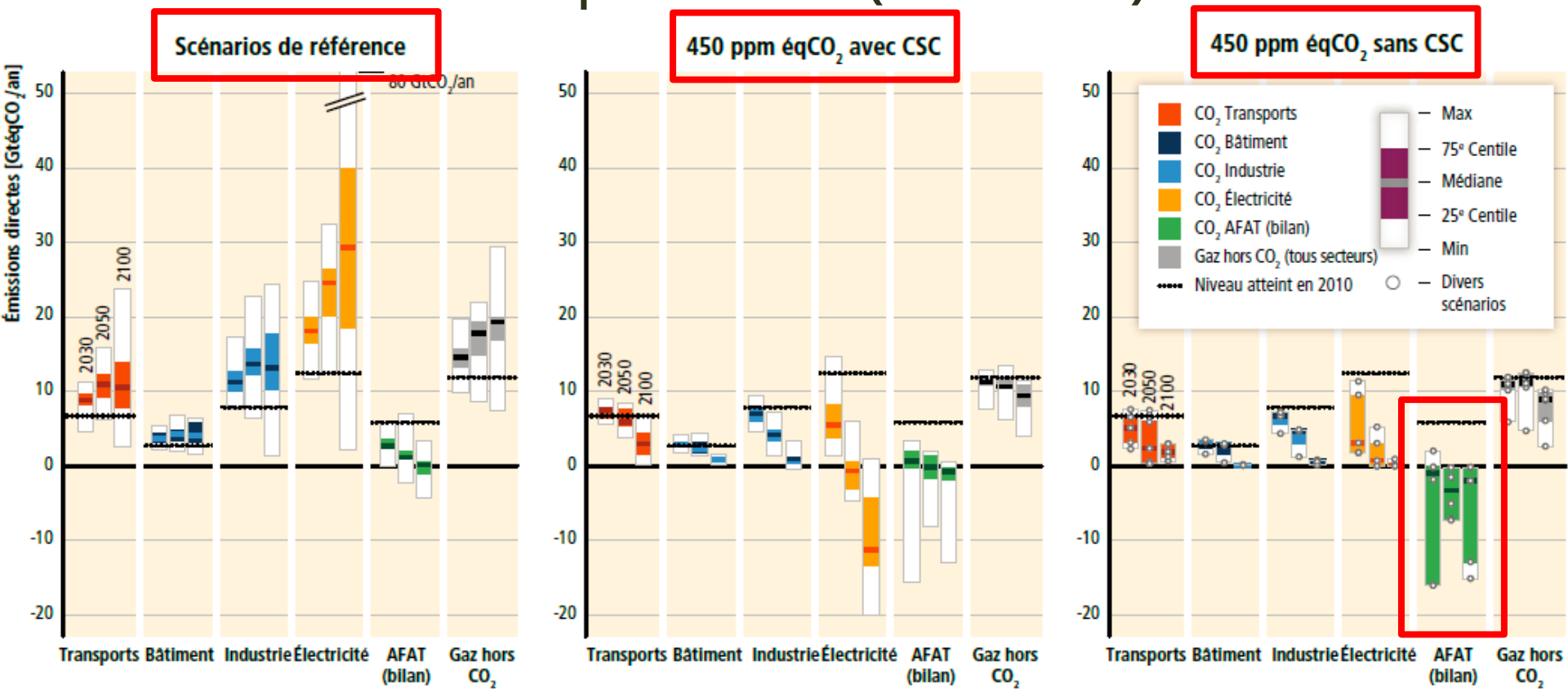
- Les stocks totaux estimés les plus élevés sont de loin dans les réservoirs des écosystèmes forestiers, mais **c'est le réservoir des produits du bois qui connaîtra la plus grande croissance**.

3

Contribution potentielle du secteur forestier canadien et québécois

3 | Lutte sectorielle aux CC

Atténuation des GES par secteur (GIEC 2014)



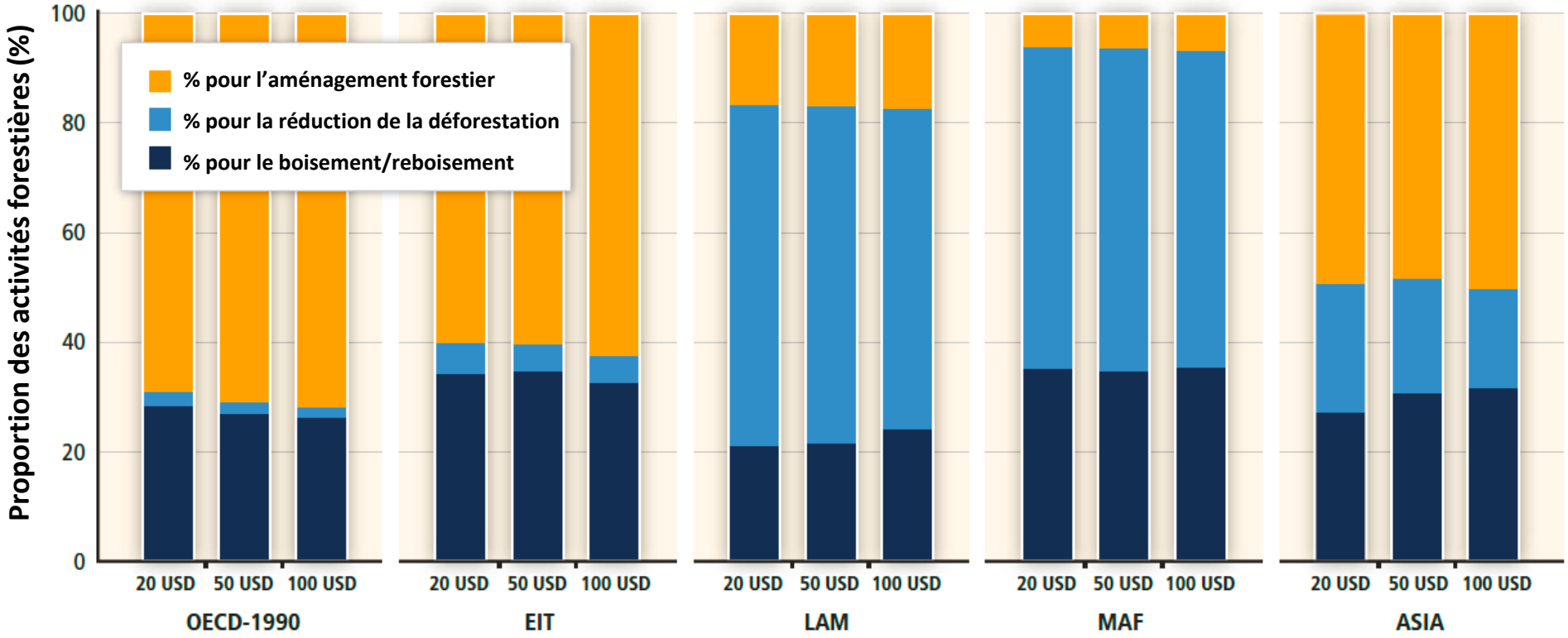
- Tous les secteurs d'activité sont responsables des émissions de GES, mais tous peuvent aussi contribuer à l'atténuation des émissions…

  AFAT = Agriculture, Foresterie et autres utilisations des terres

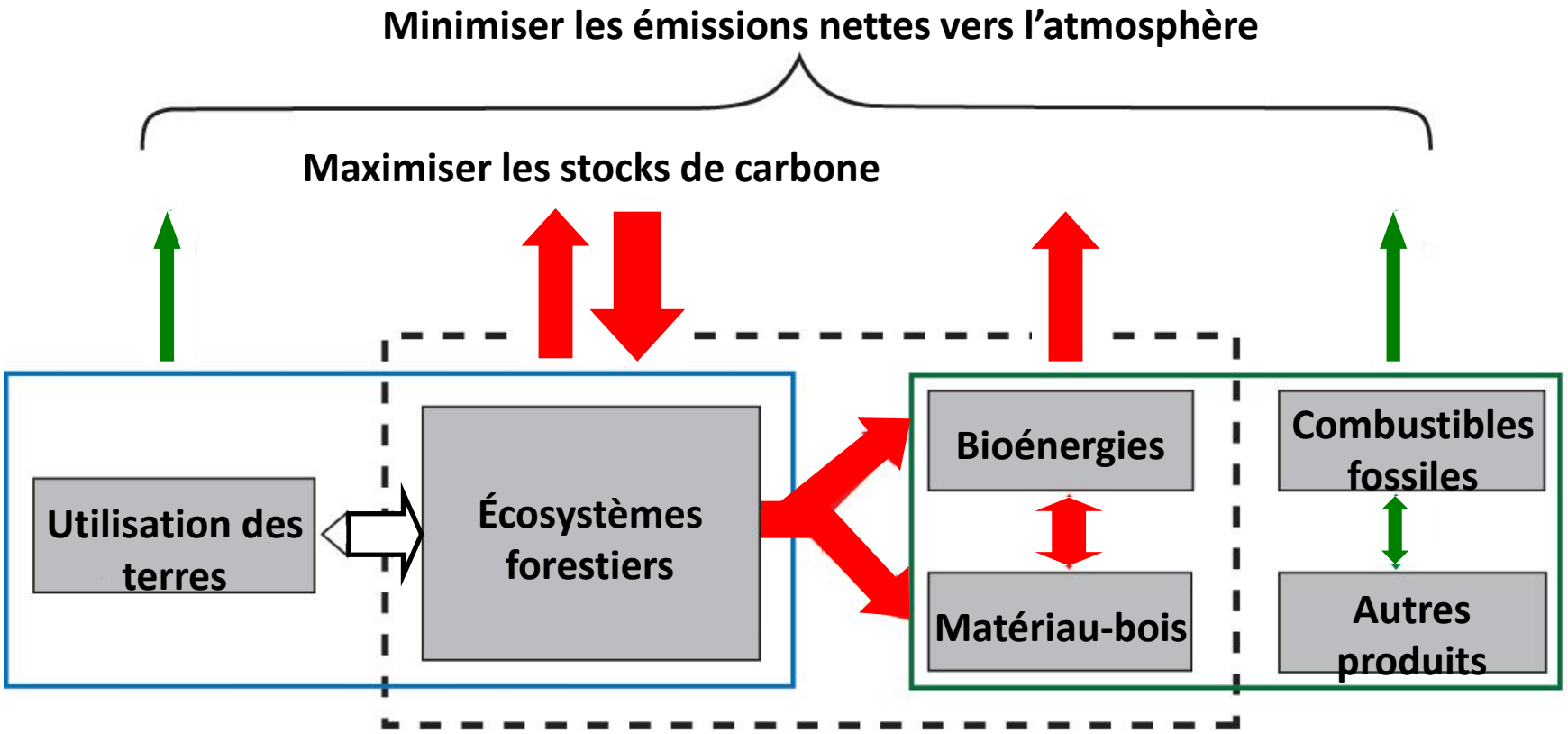
  CSC = Capture et Stockage du Carbone (en anglais CCS)

3 | Lutte sectorielle aux CC: Forêts

Atténuations potentielles par activité et prix



3 | Gestion durable du carbone forestier…



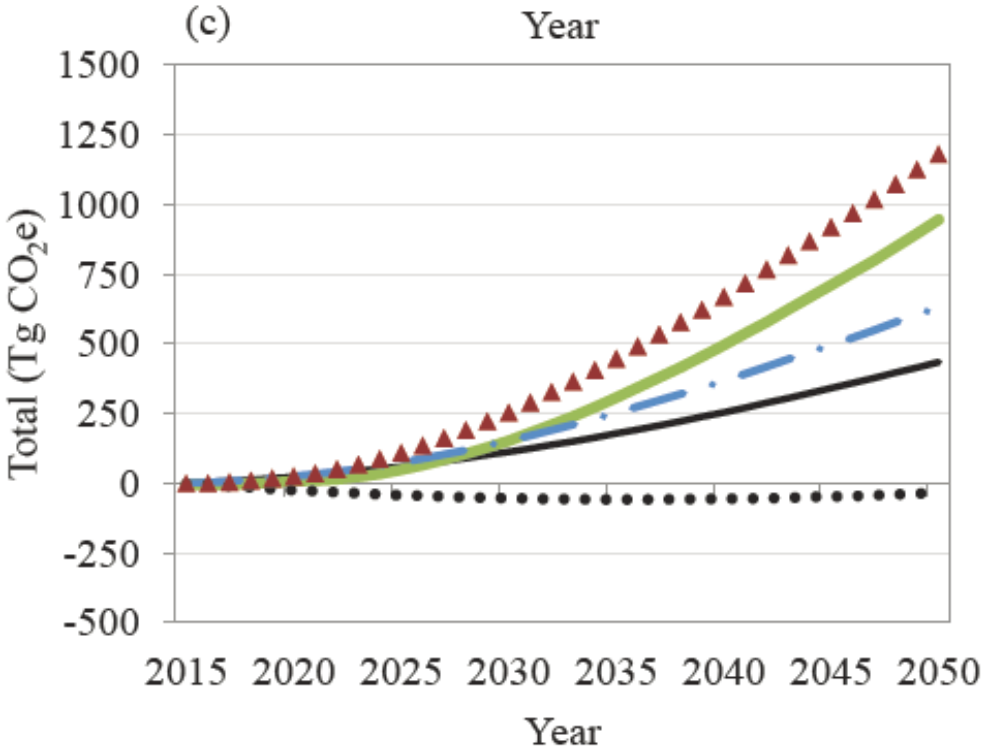
Secteur d'utilisation des terres

Secteur des forêts

Services utiles à la société

(Traduit de Nabuurs et al. 2007, Fig. 9.3)

3 | Scénarios de gestion des stocks de C forestier au Canada (Smyth et al. 2014)



Biogeosciences Discuss., 11, 441–480, 2014
www.biogeosciences-discuss.net/11/441/2014/
doi:10.5194/bgd-11-441-2014
© Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.

Biogeosciences Discussions

This discussion paper is/has been under review for the journal Biogeosciences (BG).
Please refer to the corresponding final paper in BG if available.

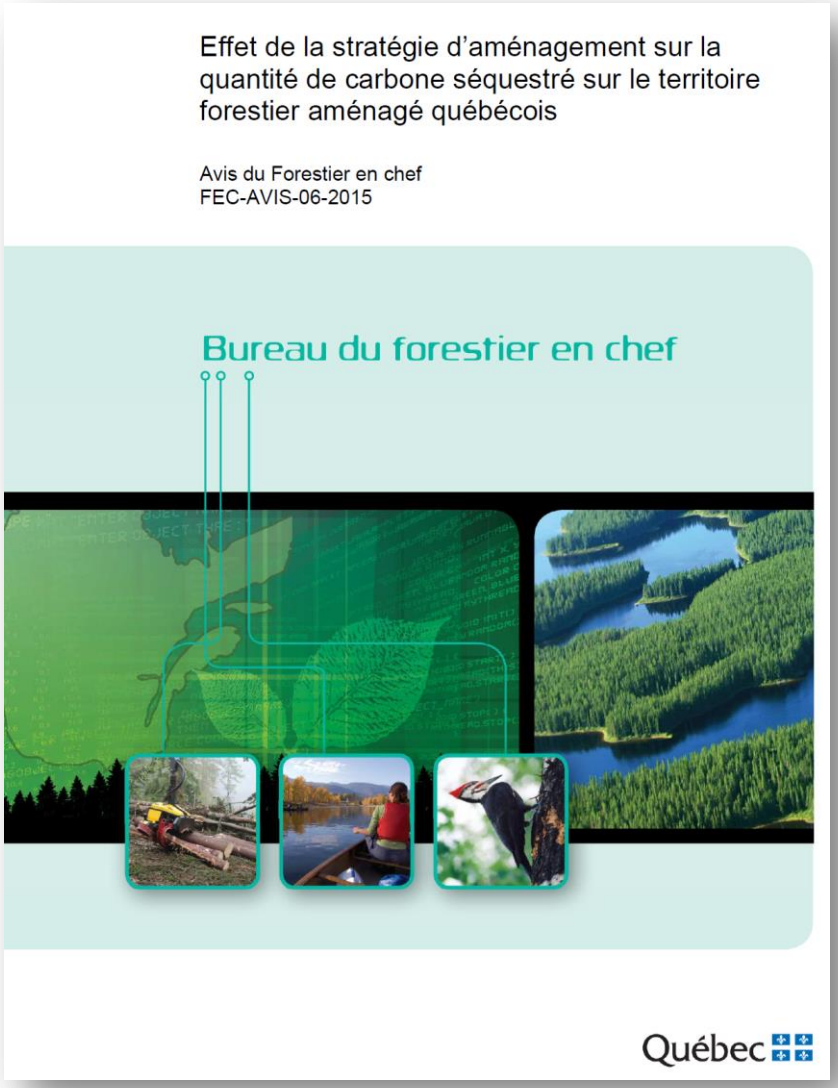
Quantifying the biophysical climate change mitigation potential of Canada's forest sector

C. E. Smyth[1], G. Stinson[1], E. Neilson[1], T. C. Lemprière[2], M. Hafer[1], G. J. Rampley[3], and W. A. Kurz[1]

Longer-lived products (LLP)
Better utilization + LLP
Harvest less + LLP
Bioenergy feedstock
Long-term portfolio

- Conclusion: **Approvisionnement accrue** en produits du bois à longue durée de vie = **meilleure option** d'atténuation d'ici 2050

3 | Optimisation du stockage de C sur territoire aménagé au Québec (BFEC 2015)



- « Nos résultats montrent **qu'en récoltant le même volume de bois** à chaque période, une modification de la stratégie d'aménagement permet d'augmenter la quantité de C séquestré dans l'écosystème forestier aménagé public. Sur un horizon de 100 ans, l'augmentation varie de 2 à 17 tonnes de carbone à l'hectare, selon l'unité d'aménagement. »

Tableau 3. Augmentation de la quantité de carbone du scénario d'optimisation en comparaison du scénario de référence selon 4 périodes d'analyse.

Unité d'aménagement	Quantité initiale (tC/ha)	Augmentation (tC/ha)			
		0-25 ans	0-50 ans	0-75 ans	0-100 ans
Type de couvert résineux dominé par de plus jeunes peuplements					
027-51	177	0	1	3	6
085-51	158	1	3	7	13
Type de couvert résineux dominé par de plus vieux peuplements					
026-62	121	1	2	4	8
094-52	171	0	1	2	2
Type de couvert mixte dominé par de plus jeunes peuplements					
011-51	278	1	3	6	10
064-51	281	2	4	7	14
Type de couvert mixte dominé par de plus vieux peuplements					
041-51	273	1	4	10	17
081-51	294	0	0	3	4
Type de couvert feuillu dominé par de plus vieux peuplements					
064-52	337	2	3	5	7
073-51	329	0	4	8	12

4 |

Avantages (et désavantages) du secteur forestier québécois vis-à-vis la lutte aux CC

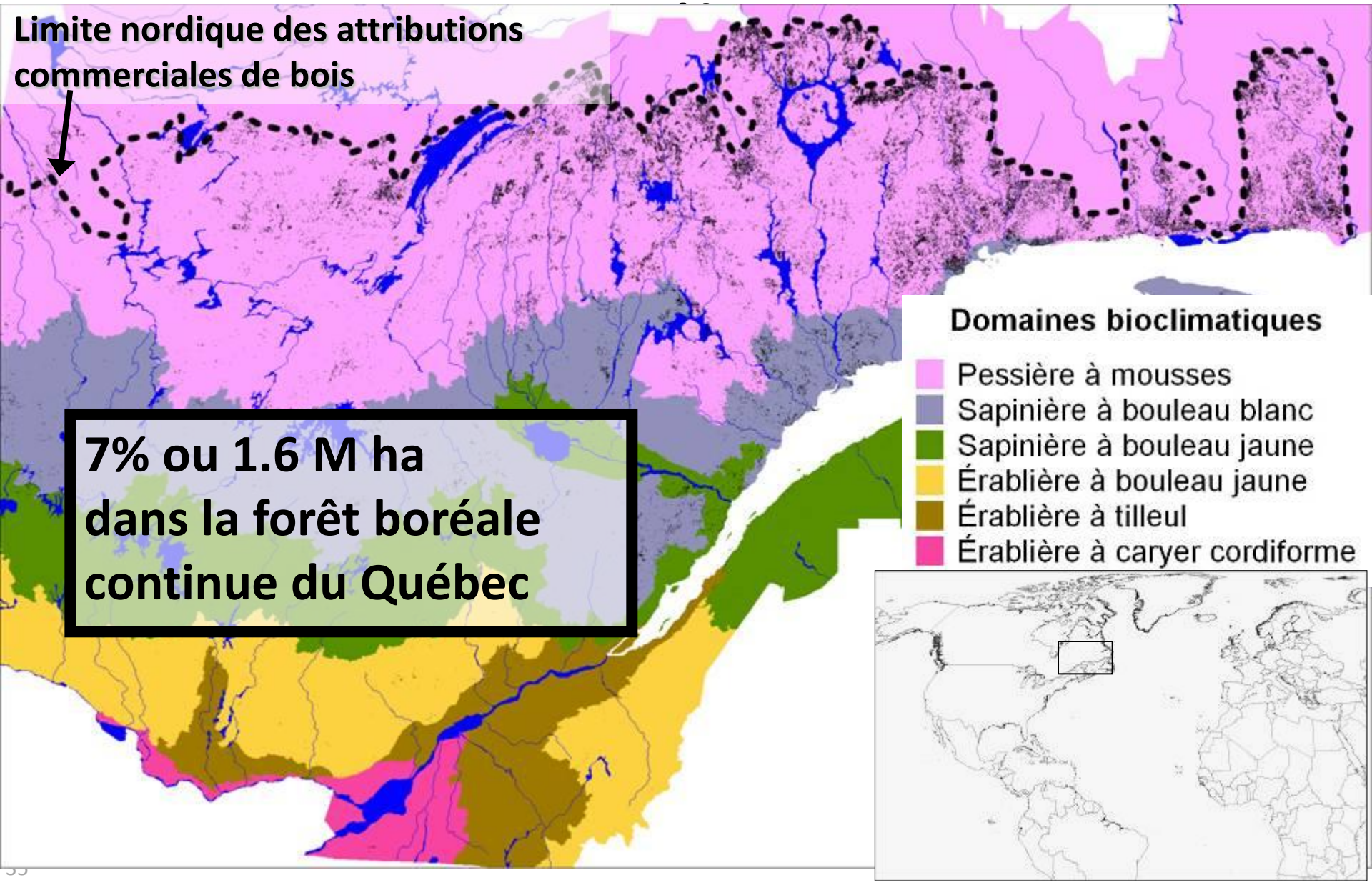
4 | Désavantages gestion du C forestier au QC

- Faible croissance
- Grandes distances (GES et coûts)
- Perturbations naturelles et gestion de la permanence
- Albédo de surface

4 | Avantages gestion du C forestier au QC

- Grandes superficies aménageables et disponibles pour le B/R

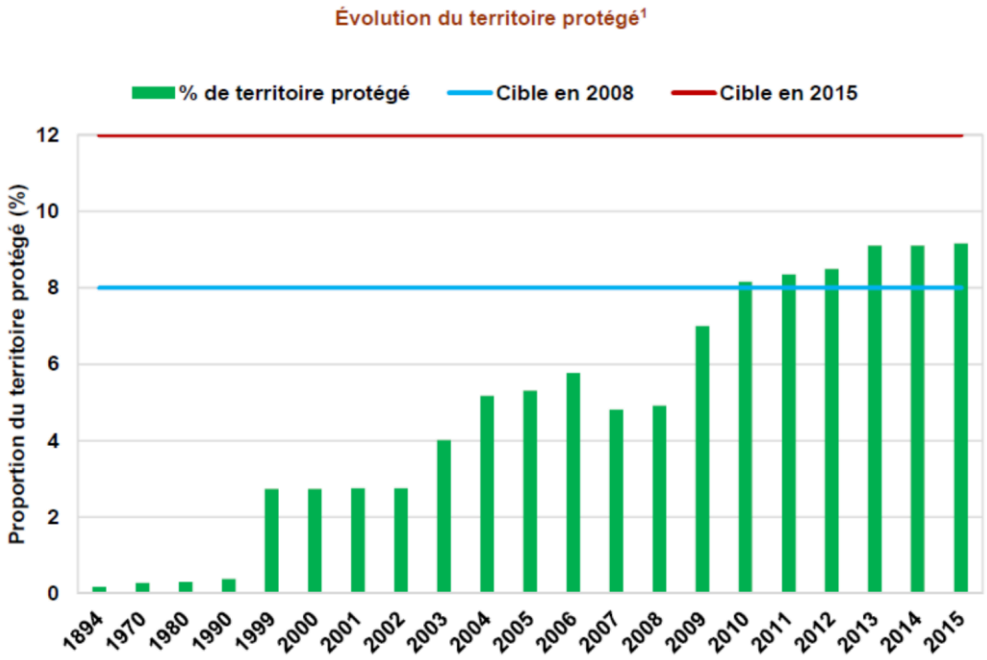
Une opportunité de boisement au



4 | Avantages gestion du C forestier au QC

- Grandes superficies aménageables et disponibles pour le B/R
- **Peu de conflits d'utilisation des terres et de pertes d'opportunités**

4 | Conflits d'utilisation des terres en zone boréale



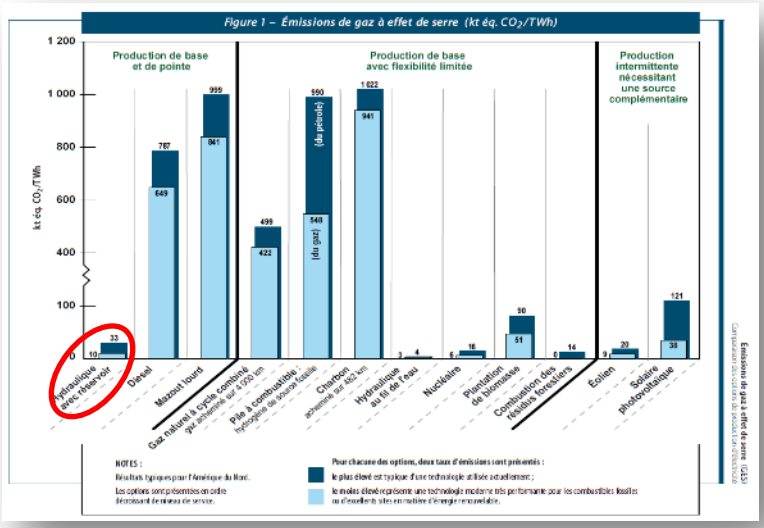
BFEC (2015)

Photo SEPAC

4 | Avantages gestion du C forestier au QC

- Grandes superficies aménageables et disponibles pour le B/R
- Peu de conflits d'utilisation des terres et de pertes d'opportunités
- **Propriétaire unique (terres publiques)**
- **Grille énergétique**

4| Électricité renouvelable à très faible intensité carbonique



GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES, VOL. 26, GB2016, doi:10.1029/2011GB004187, 2012

The net carbon footprint of a newly created boreal hydroelectric reservoir

Cristian R. Teodoru,[1,2] Julie Bastien,[3] Marie-Claude Bonneville,[4] Paul A. del Giorgio,[1] Maud Demarty,[3] Michelle Garneau,[5] Jean-Francois Hélie,[5] Luc Pelletier,[4,5] Yves T. Prairie,[1] Nigel T. Roulet,[6,7] Ian B. Strachan,[4] and Alain Tremblay[8]

Published July 10, 2015

Journal of Environmental Quality TECHNICAL REPORTS

ENVIRONMENTAL MODELS, MODULES, AND DATASETS

Uncovering the Minor Contribution of Land-Cover Change in Upland Forests to the Net Carbon Footprint of a Boreal Hydroelectric Reservoir

Pierre-Luc Dessureault,* Jean-François Boucher, Pascal Tremblay, Sylvie Bouchard, and Claude Villeneuve

Abstract

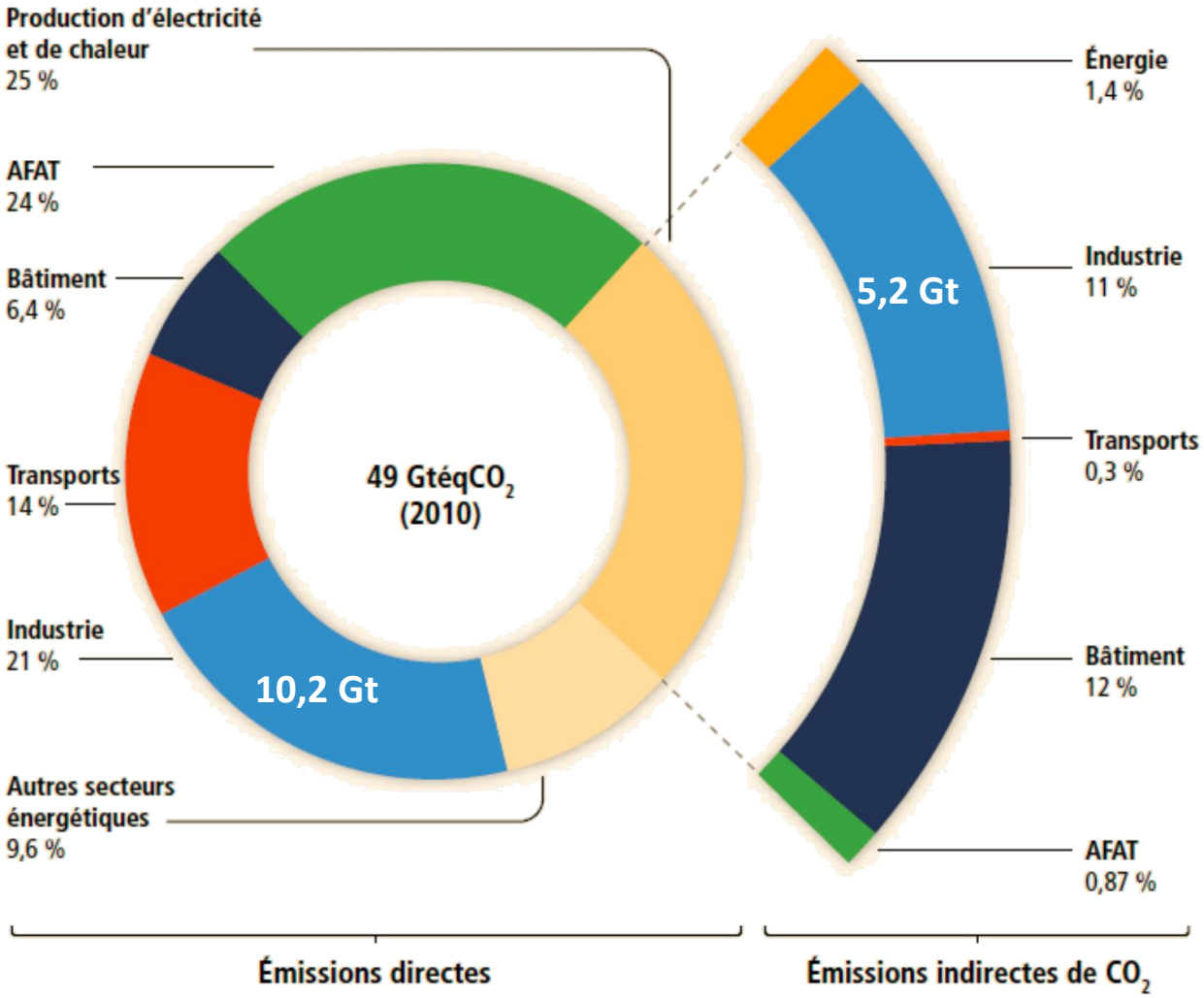
Hydropower in boreal conditions is generally considered the energy source emitting the least greenhouse gas per kilowatt-hour during its life cycle. The purpose of this study was to assess the relative contribution of the land-use change on the modification of the carbon sinks and sources following the flooding of upland forested territories to create the Eastmain-1 hydroelectric reservoir in Quebec's boreal forest using Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector. Results suggest a carbon sink loss after 100 yr of 300,000 ± 100,000 Mg CO_2 equivalents (CO_2e). A wildfire sensitivity analysis revealed that the ecosystem would have acted as a carbon sink as long as <75% of the territory had burned over the 100-yr-long period. Our long-term net carbon flux estimate resulted in emissions of 4 ± 2 g CO_2e kWh^{-1} as a contribution to the carbon footprint calculation, one-eighth what was obtained in a recent study that used less precise and less sensitive estimates. Consequently, this study significantly reduces the reported net carbon footprint of this reservoir and reveals how negligible the relative contribution of the land-use change in upland forests to the total net carbon footprint of a hydroelectric reservoir in the boreal zone can be.

With its 62 hydroelectric power plants and production capacity of 36.5 GW (Hydro Québec, 2015), Hydro-Québec is one of the most important electricity producers in northeastern North America. Hydro-Québec (HQ) claims that its hydroelectricity is among the lowest carbon-intensive technologies worldwide. However, assessing the carbon (C) footprint of a given unit of electricity requires a complete life-cycle analysis of emissions/sinks of greenhouse gases. In 2002, HQ reported a secondary data-based C footprint of the full energy chain associated with the Eastmain-1 hydroelectric plant compared with other types of electricity generation (Tremblay et al., 2005). The data showed that with emissions of approximately 15 Mg CO_2e GWh^{-1} over 100 yr for average boreal reservoirs (and up to 33 Mg CO_2e GWh^{-1} for the larger La Grande Complexe), boreal hydroelectricity is largely advantageous over others. However, Tremblay et al.'s (2005) report only took into account the gross greenhouse gas (GHG) emissions created by a reservoir, that is, without the variation in C fluxes associated with the land-use change caused by the flooding of

4 | Avantages gestion du C forestier au QC

- Grandes superficies aménageables et disponibles pour le B/R
- Peu de conflits d'utilisation des terres et de pertes d'opportunités
- Propriétaire unique (terres publiques)
- Grille énergétique
- **Régime forestier (AFD)**
- **Savoir-faire**
- **Matériau bois: non-résidentiel, bois d'ingénierie, exportation (préfab)**

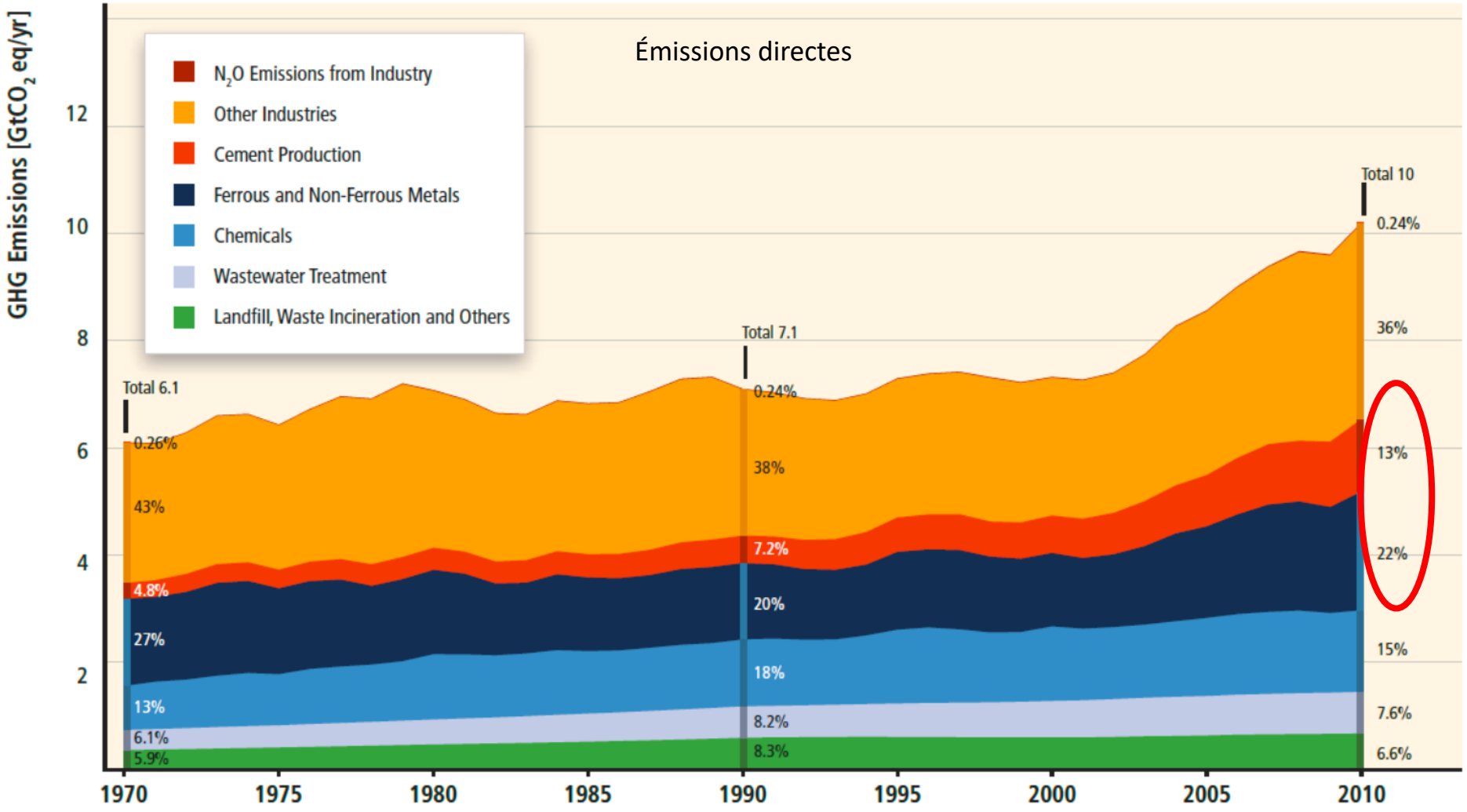
4 | Lutte sectorielle aux CC: L'industrie



- Secteur de l'industrie: 21% des émissions directes en 2010 (10,3 Gt CO_2eq), mais occupe la 2^{e} plus grande part (11%) des émissions indirectes liées au secteur de l'énergie (production d'électricité et de chaleur), pour **le plus grand total sectoriel en 2010 avec 15,4 Gt.**

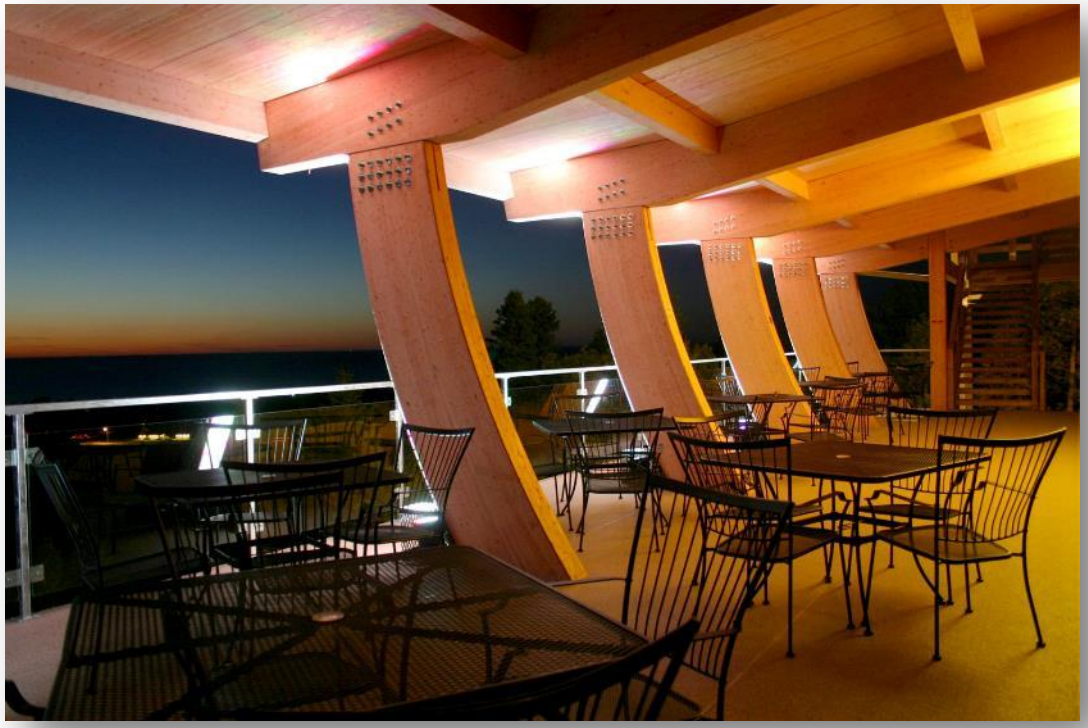
4 | Lutte sectorielle aux CC: L'industrie

Sources d'émissions du secteur industriel



4 | Lutte sectorielle aux CC: Le bâtiment

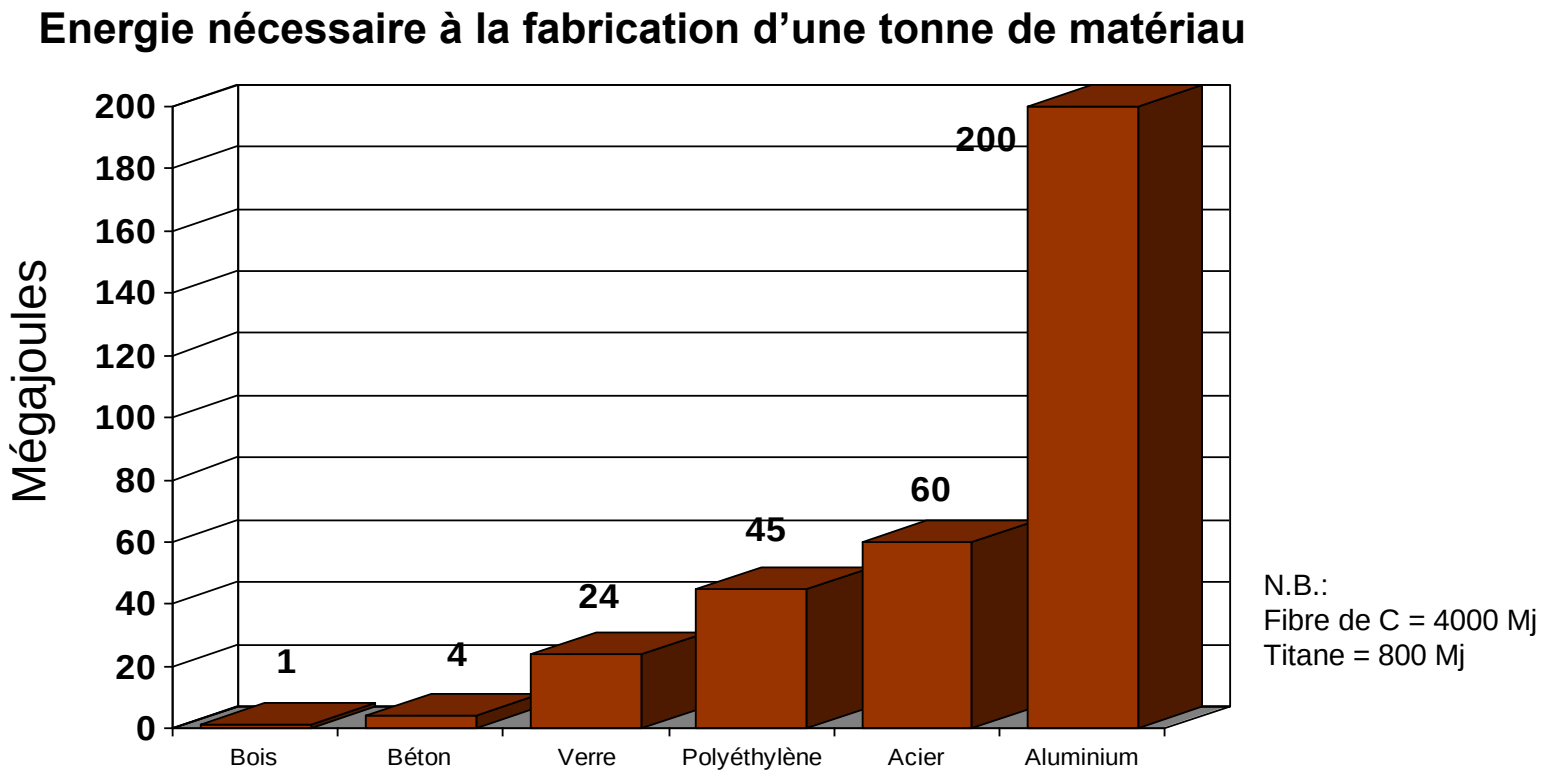
Le potentiel d'utilisation accrue des matériaux bois au QC



- Au Qc, moins de 5 % des bâtiments non résidentiels sont fabriqués en bois, ce qui représente 96 millions de pmp (MDEIE 2008). Ce taux **pourrait atteindre entre 50 et 60 %** tout en respectant les exigences du Code du bâtiment.

4 | Lutte sectorielle aux CC: Le bâtiment

Le potentiel d'utilisation accrue des matériaux bois au QC

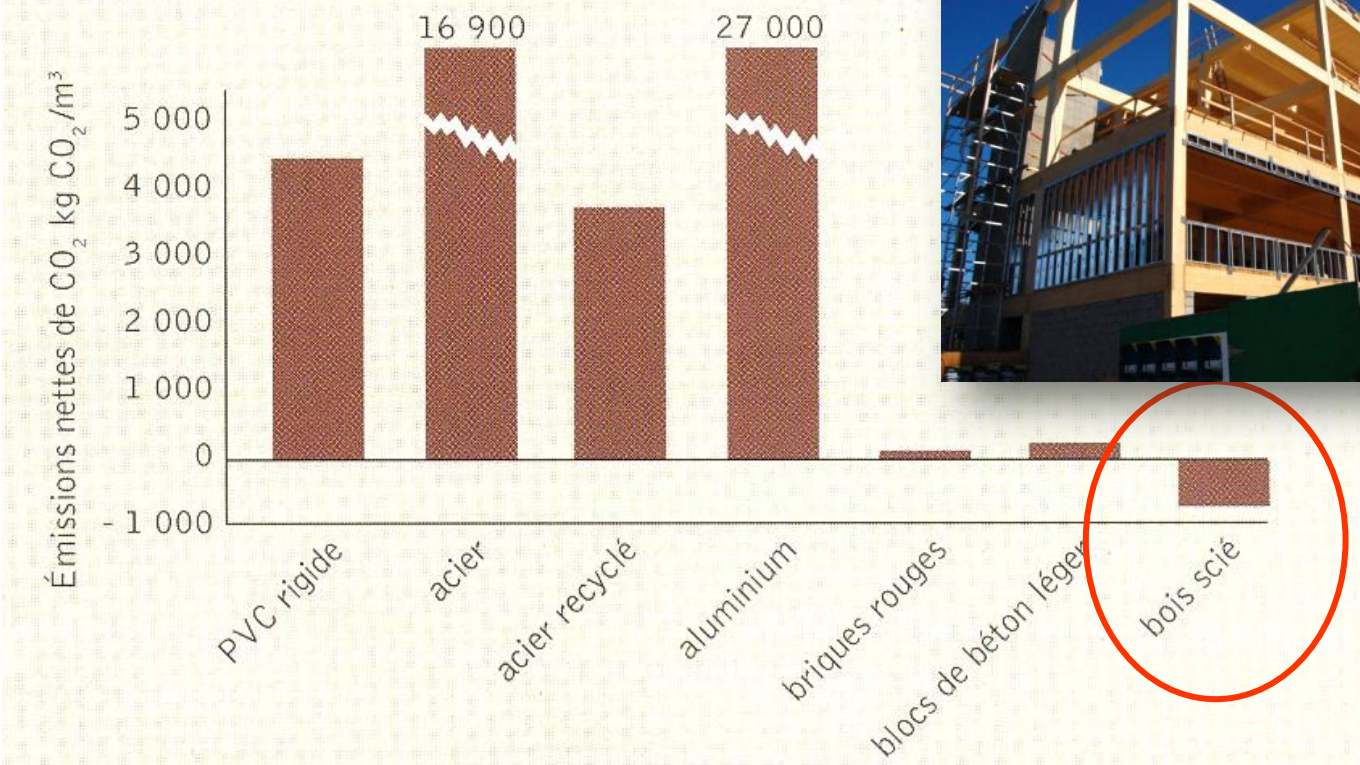


- Sutton (2003) rapporte les résultats d'une étude américaine (Koch 1992) qui estimait entre dix et trente fois **moins énergivores une construction résidentielle en bois** en comparaison avec les autres matériaux de construction (acier, béton, etc.).

4 | Lutte sectorielle aux CC: Le bâtiment

Le potentiel d'utilisation accrue des matériaux bois au QC

Graphique 1: Comparaison de la production de CO_2, piégeage du carbone inclus



RTS Building Information Foundation', Finlande, Environmental Reporting for Buildings Materials, 1998 – 2001 et Ministère de l'Environnement, Danemark, The Environmental Impact of Packaging Materials, 2001.

(Photo: A.-B. Laurent)

(tirée de Triboulot 2012)

4 | Lutte sectorielle aux CC: Le bâtiment

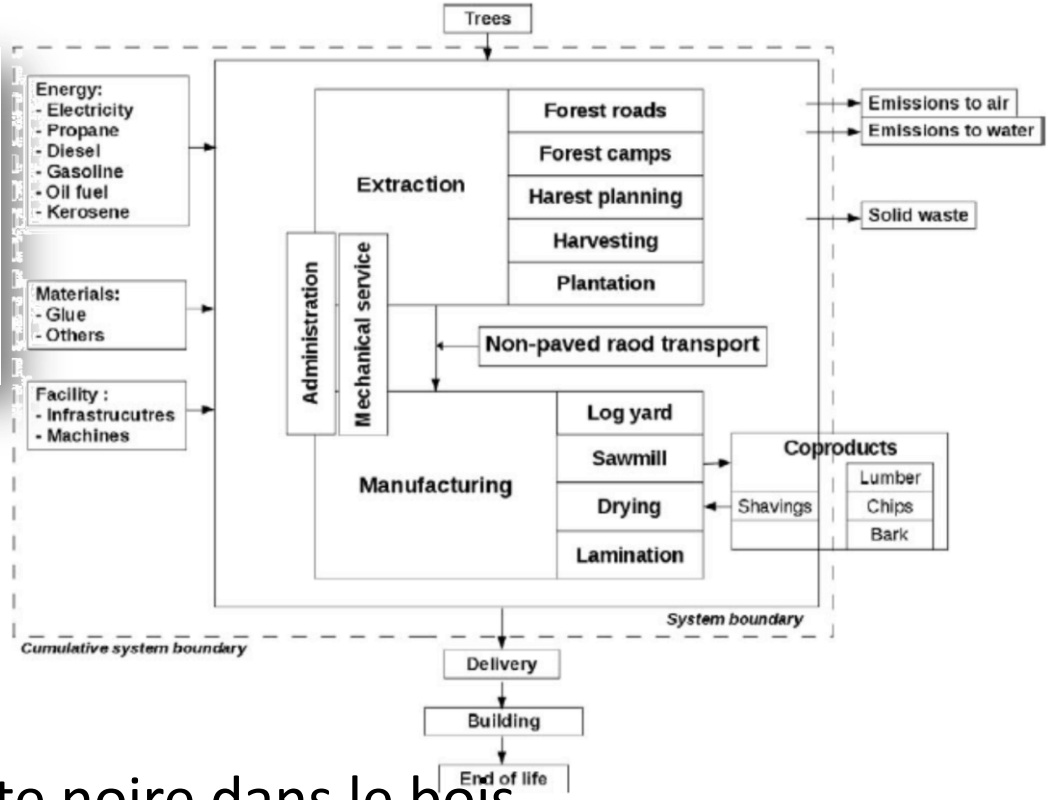
L'intégration du bois dans la structure d'un édifice

Cradle-to-Gate Life-Cycle Assessment of a Glued-Laminated Wood Product from Quebec's Boreal Forest

FOREST PRODUCTS JOURNAL VOL. 63, NO. 5/6

Achille-B Laurent Simon Gaboury Jean-Robert Wells
Sibi Bonfils Jean-François Boucher Bouchard Sylvie
Sophie D'Amours Claude Villeneuve

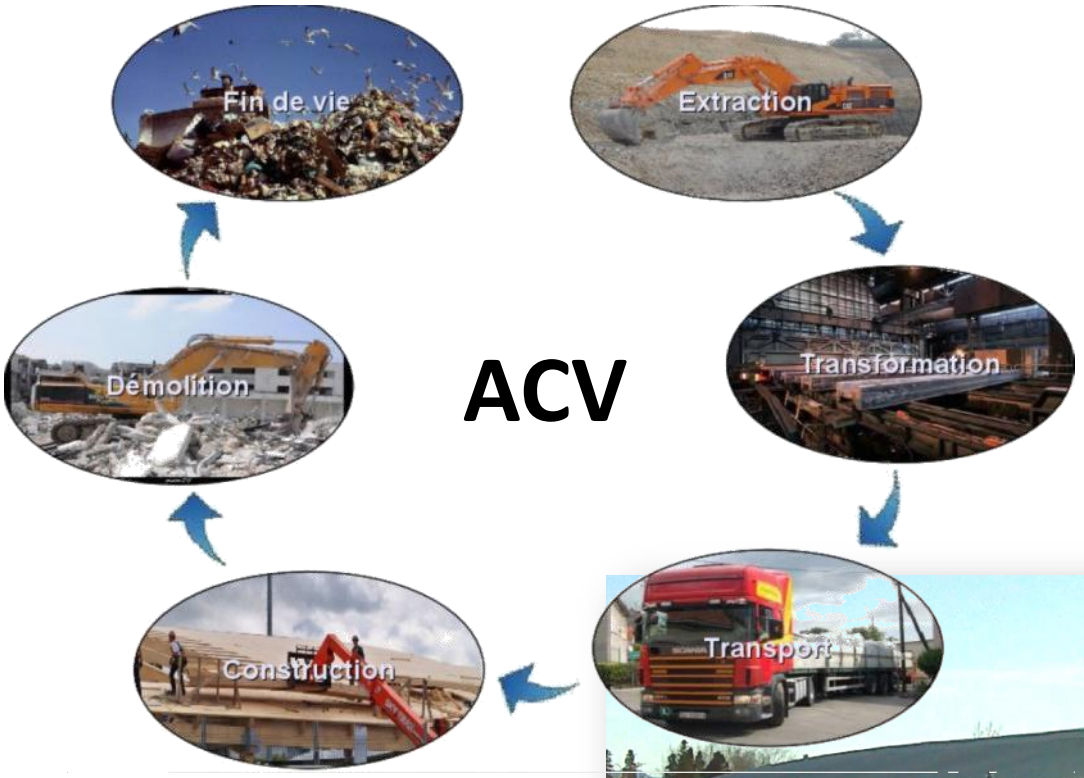
Poutre lamellée-collée



- La masse volumique de l'épinette noire dans le bois lamellé-collé = 498 kg m^{-3}, donc 249 kg C ou 914 kg CO_2 m^{-3}
- En soustrayant les émissions (102 kg CO_2) causées par la transformation de la matière première en bois lamellé-collé (glulam)
  ➔ **812 kg CO_2 net séquestré par m^3 de glulam** (durant sa durée de vie)

4 | Lutte sectorielle aux CC: Le bâtiment

L'intégration du bois dans la structure d'un édifice

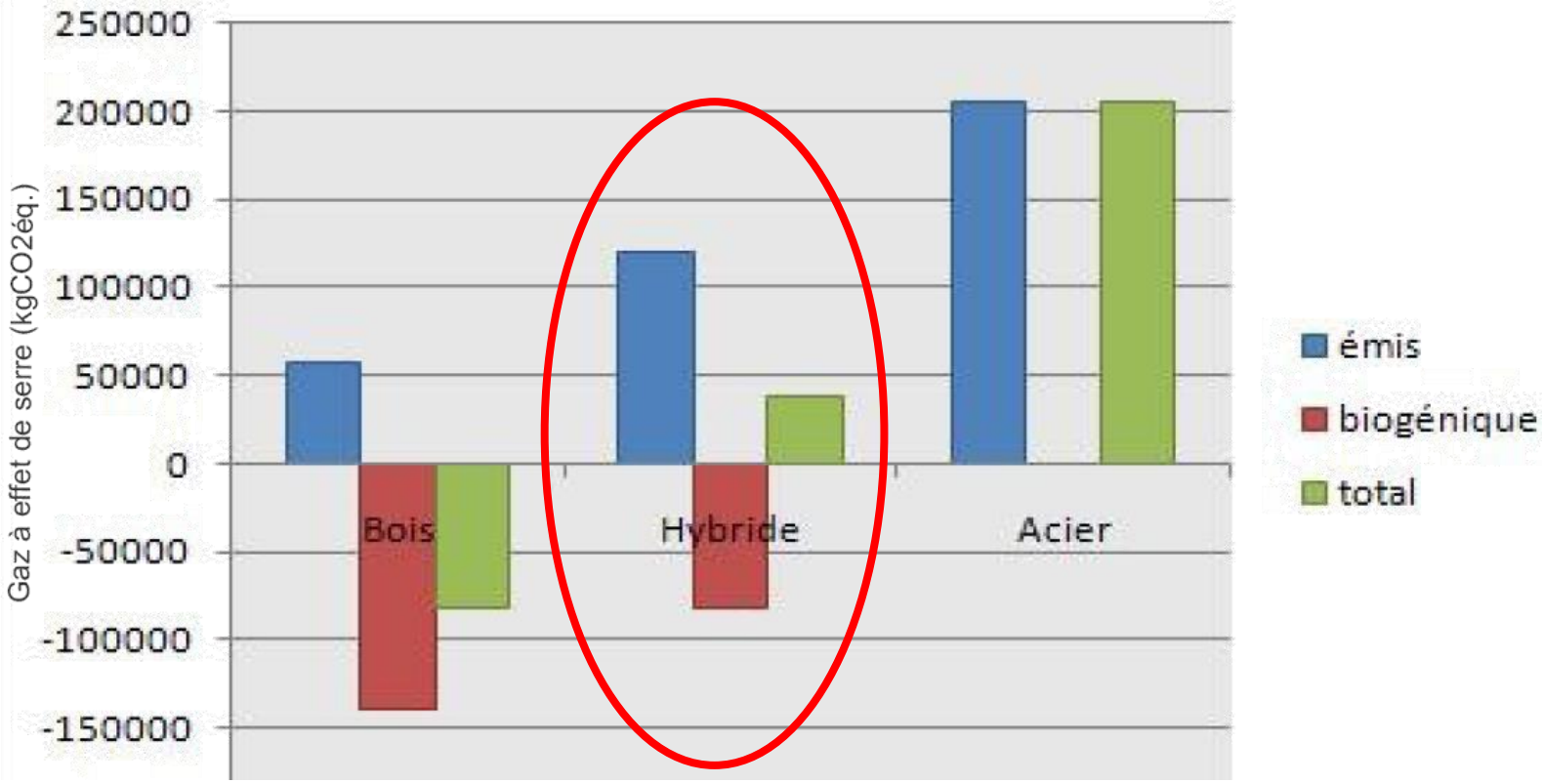


Poutre lamellée-collée

Source: Laurent et al., 2011 (pour Cecobois)

4 | Lutte sectorielle aux CC: Le bâtiment

L'intégration du bois dans la structure d'un édifice

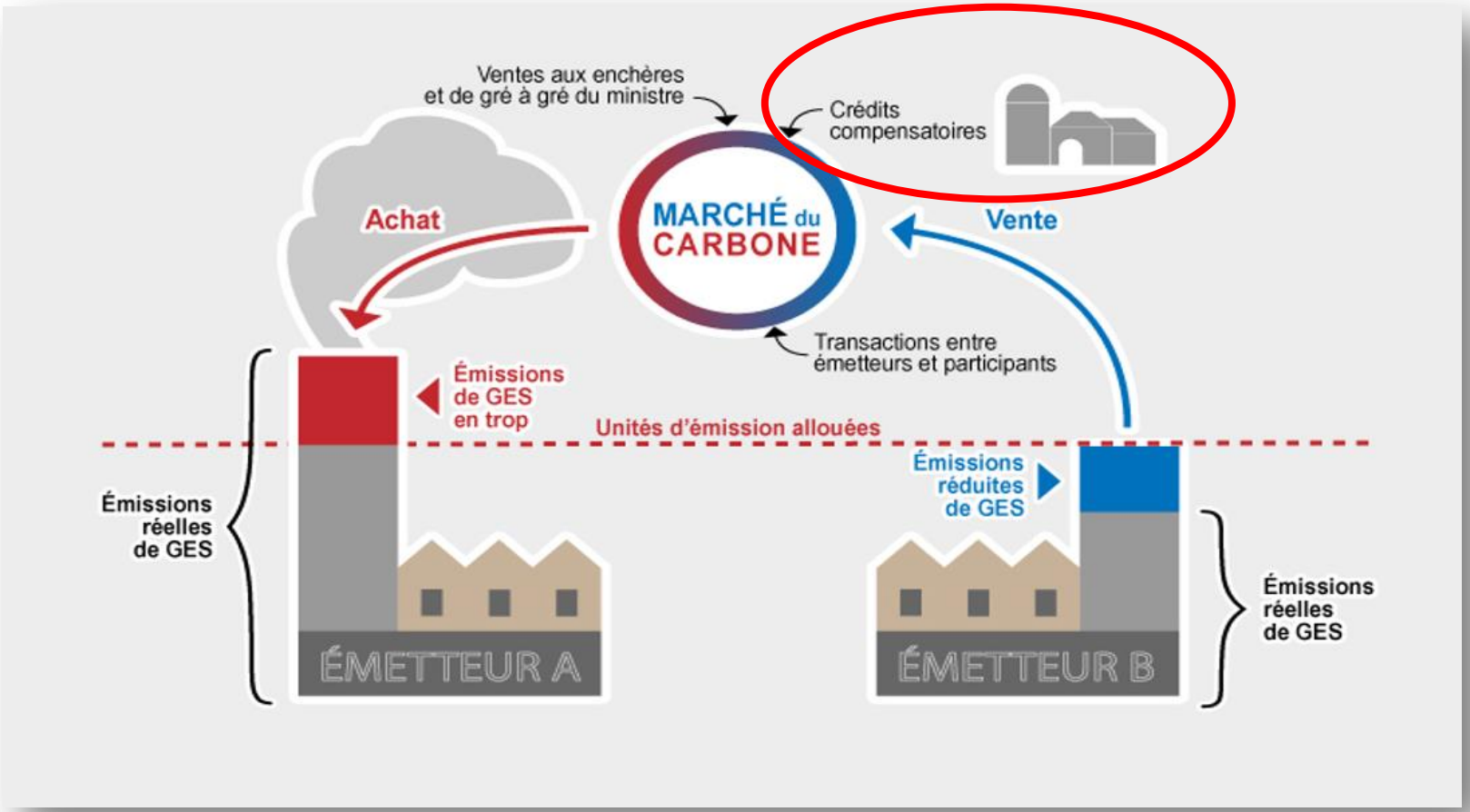


- L'utilisation du bois dans la structure (hybride acier-bois) de l'aréna **contribue à compenser partiellement les émissions** totales de l'édifice

4 | Avantages gestion du C forestier au QC

- Grandes superficies aménageables et disponibles pour le B/R
- Peu de conflits d'utilisation des terres et de pertes d'opportunités
- Propriétaire unique (terres publiques)
- Grille énergétique
- Régime forestier (AFD)
- Savoir-faire
- Matériau bois: non-résidentiel, bois d'ingénierie, exportation (préfab)
- **Marché du C réglementaire (WCI)**

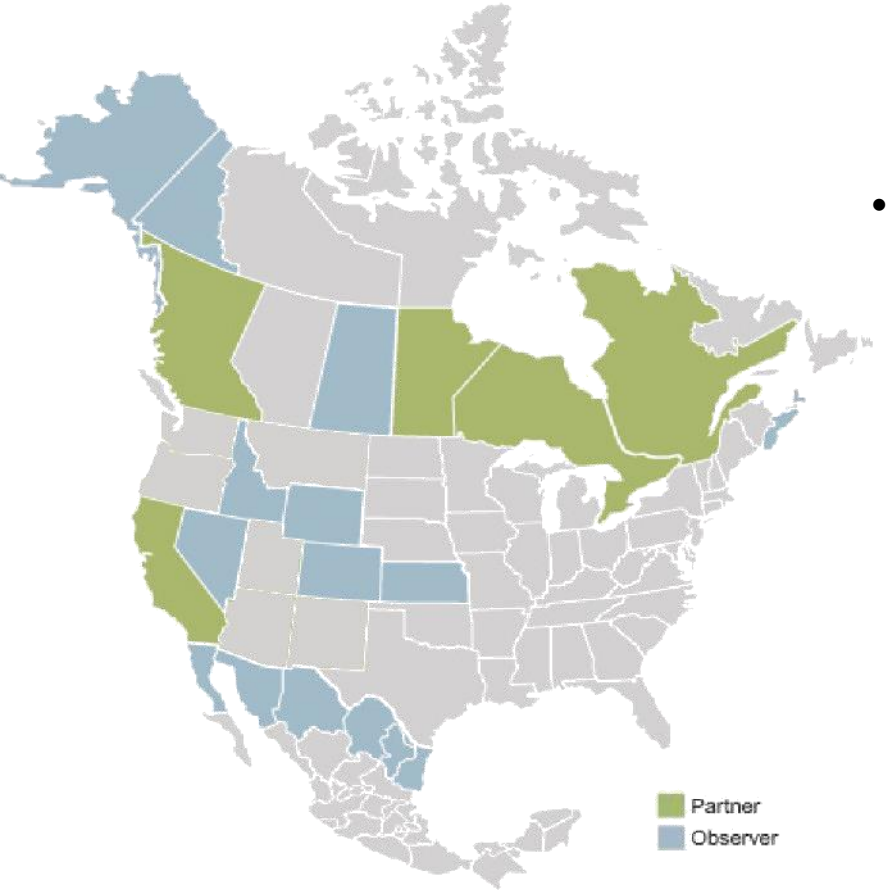
4 | Avantages gestion du C forestier au QC



(tiré de Fortin 2014)

4 | Avantages gestion du C forestier au QC

Western Climate Initiative (WCI)



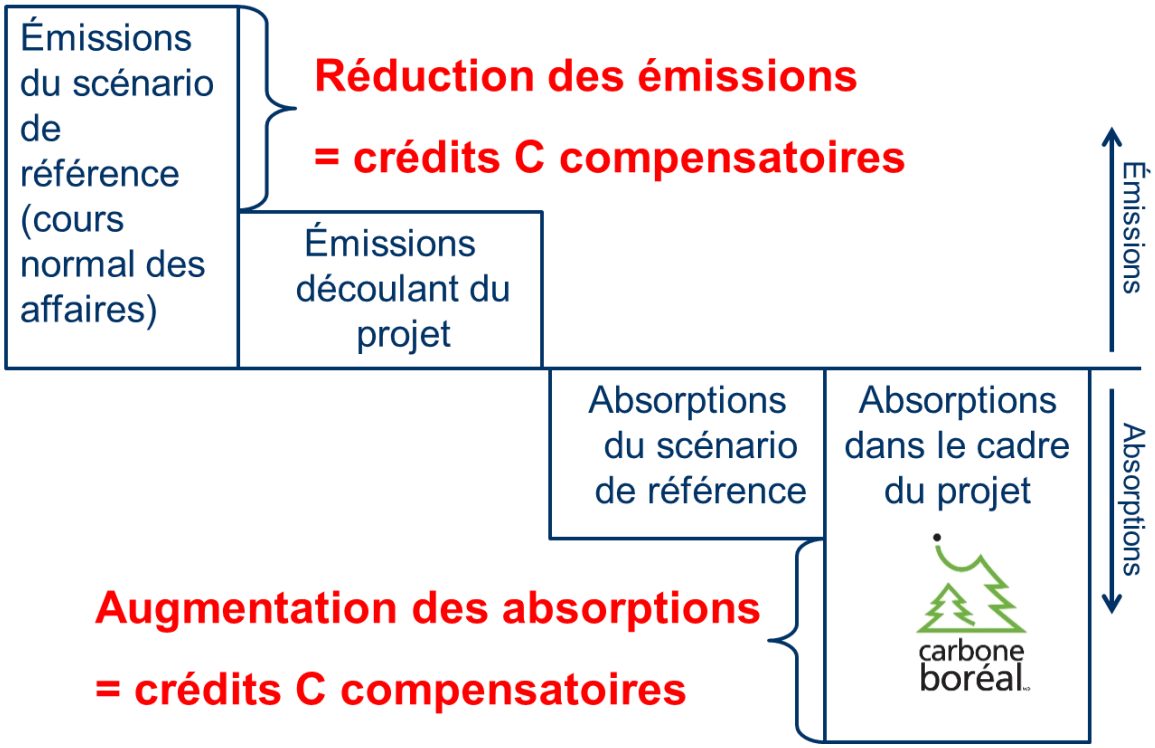
Source: WCI Design Summary Document

- L'achat de crédits compensatoires peut permettre à un émetteur assujetti au RSEPDE de **répondre à ses obligations de conformité réglementaire** (jusqu'à concurrence de 8% du volume total d'émissions)
- **Cinq protocoles** de crédits compensatoires sont publiés dans le Règlement :
  1. Recouvrement d'une fosse à lisier – Destruction du CH_4;
  2. Lieux d'enfouissement – Destruction du CH_4;
  3. Destruction des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) contenues dans des mousses isolantes provenant d'appareils de réfrigération et de congélation;
  4. Mines de charbon en exploitation – Destruction du CH_4 provenant du système de dégazage;
  5. Mines de charbon souterraines en exploitation – Destruction du CH_4 de ventilation.
- **Nouveaux protocoles** en élaboration…

4 | Crédits compensatoires

La compensation, c'est quoi?

- La compensation cadre dans le « **Paiement pour Services Environnementaux (PSE)** »
- Le principe sous-jacent à la compensation est qu'une quantité donnée de GES émise dans un endroit peut être « compensée » par la **réduction ou la séquestration d'une quantité équivalente** de GES en un autre lieu

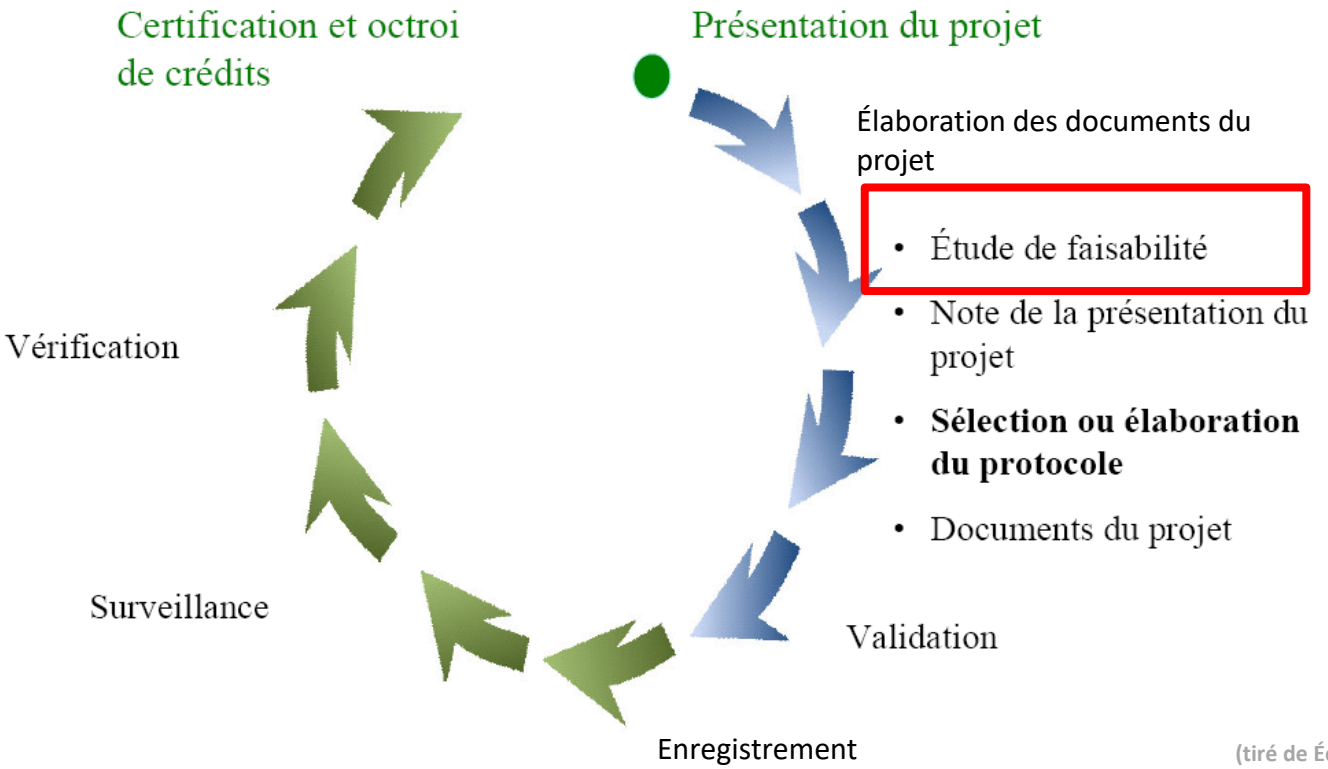


5 |

Potentialités du boisement au Québec

5 | Projets compensatoires

FIGURE 2 : CYCLE D'ÉLABORATION DU PROJET DES CRÉDITS COMPENSATOIRES



(tiré de ÉcoRessources 2009)

- Première étape de tout projet ou initiative = Étude de faisabilité.

5 | Étude de faisabilité = additionnalité + potentiel économique

- Choisir des créneaux **additionnels:**
  - **ADDITIONNELS** = au-delà du « **cours normal des affaires** » (CNDA), càd une activité (projet, initiative, etc.) qui n'aurait pas eu lieu de toute manière compte tenu du contexte réglementaire, législatif, technologique, économique (incitatifs, etc.), de la pratique courante, etc.
  - La lutte contre les CC demande de **faire davantage** que ce que l'on ferait normalement sans l'idée de lutter contre les CC…
- Choisir des créneaux aux **potentiels économiques élevés:**
  - **ACCESSIBLE ET DISPONIBLE** = grande disponibilité des terres, géographiquement accessible, tenure des terres ou servitude adéquate, propriété du C transigible, technologiquement accessible, faibles conflits d'utilisation (par ex. terres arables…)
  - **RENTABLE** = **rendement carbonique à court terme probant** (càd absorptions ou réductions d'émissions réelles à court terme), **retour sur l'investissement prévisible, Valeur actuelle nette (VAN) acceptable**
  - **VIABLE ET DURABLE** = gestion viable des risques (**d'inversion des stocks de C**, de fuites, de pertes d'opportunité), acceptable socialement, valeurs multiples vers les communautés (diminution de la pauvreté, emplois, cultures vivrières), maintien ou amélioration de la biodiversité, diminution de la vulnérabilité des écosystèmes et de communautés locales face aux CC

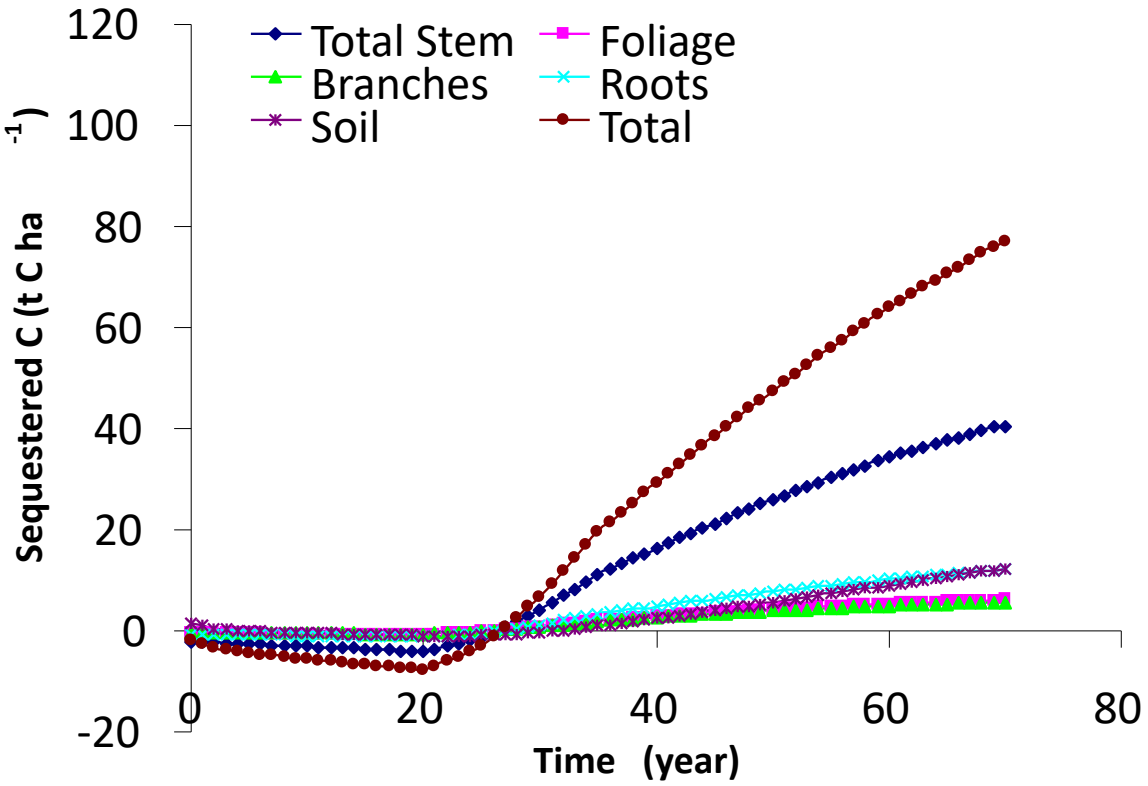
5 | Bilan C du boisement d'un terrain dénudé

- Étude de Gaboury et al. (2009)
- Approche de cycle de vie (ACV) du boisement d'un terrain dénudé boréal
- Inventaire et quantification suivant la norme ISO 14064-2, ainsi que les guides spécifiques au secteur forestier (GIEC 2003)

Bilan C du boisement =

Stocks de C plantation — **Stocks de C scénario de référence** — **Émissions de C**

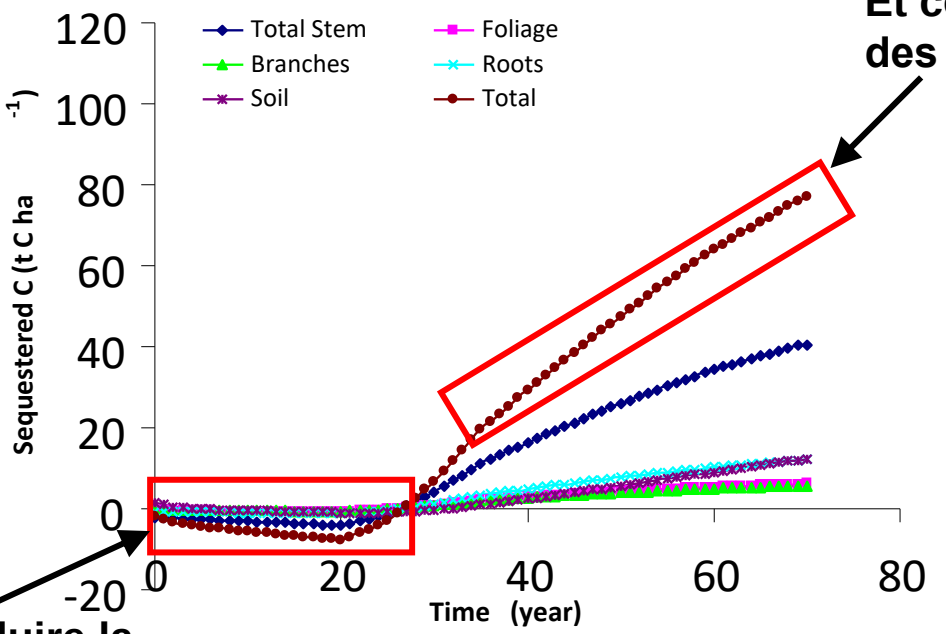
5 | Bilan C du boisement d'un terrain dénudé



- Le bilan net des 2 scénarios résulte en un lent passage de source à puits…

5 | Bilan C du boisement d'un terrain dénudé

Comment augmenter le taux net de séquestration et les stocks de C?
Et comment les protéger des risques d'inversion?



(Gaboury et al. 2009)

Comment réduire la période d'émissions nettes ou de « dette du C » (et optimiser le retour sur l'investissement)?

5 | Bilan C du boisement d'un terrain dénudé

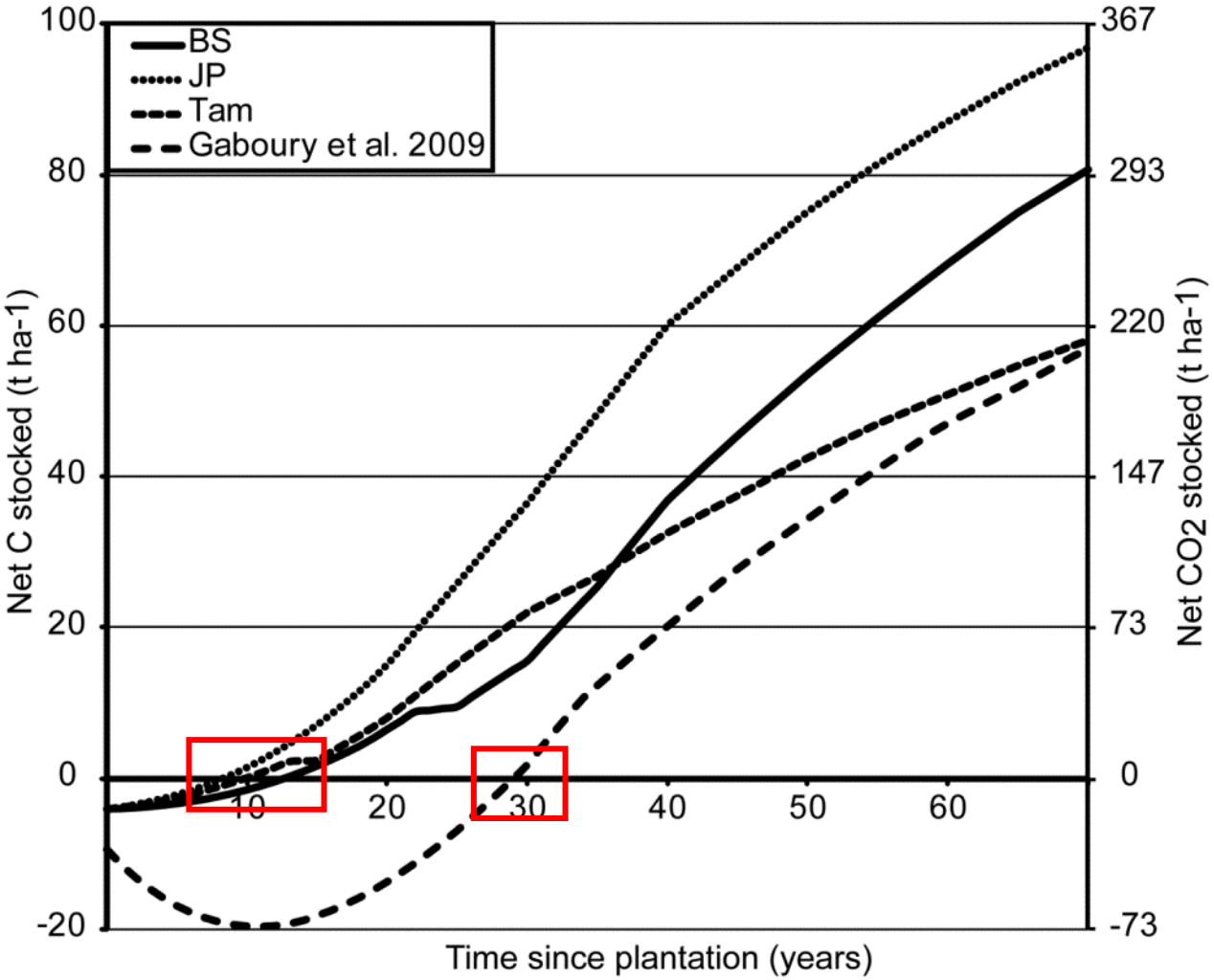
Récolte

Scarifiage (après coupe)

Scarifiage (entre les arbres)

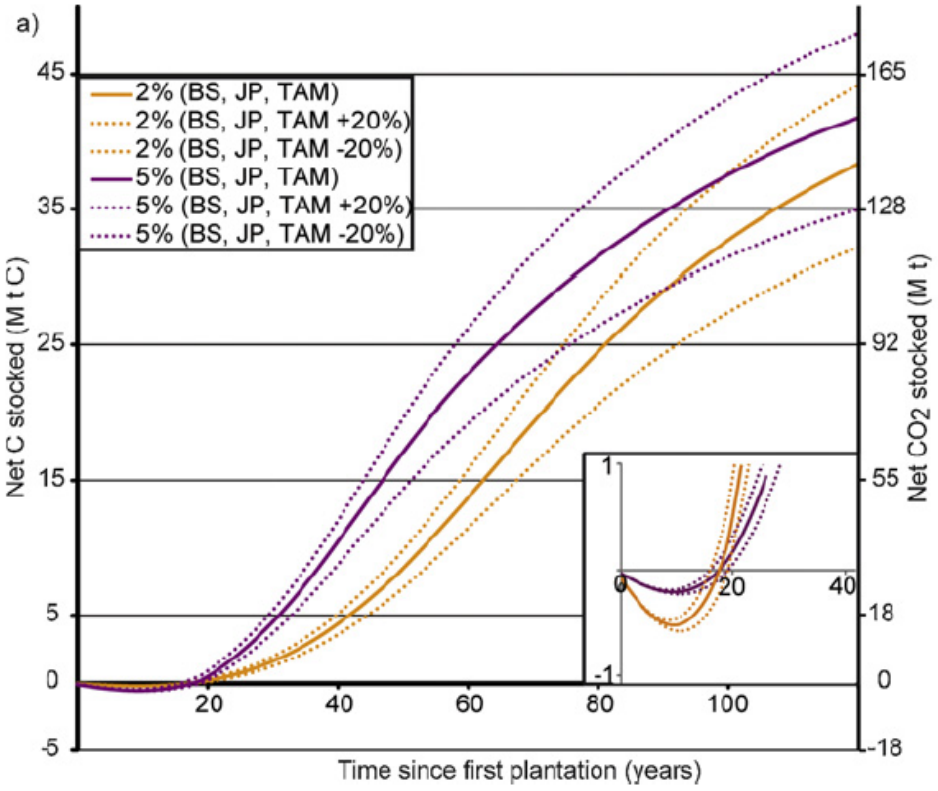
5 | Bilan C du boisement d'un terrain dénudé

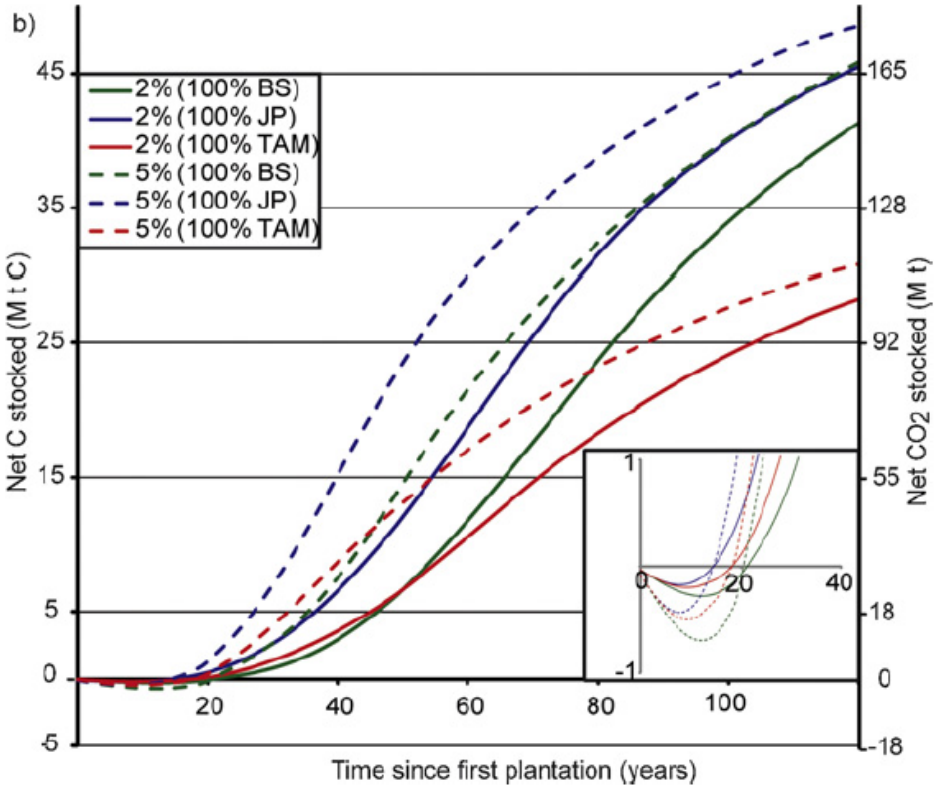
(Boucher et al. 2012)



- Jusqu'à 16 ans de gain sur la dette et stockage supérieur de C par rapport aux estimations de Gaboury et al. (2009)

5 | Programme simulé de plantations (Boucher et al. 2012)

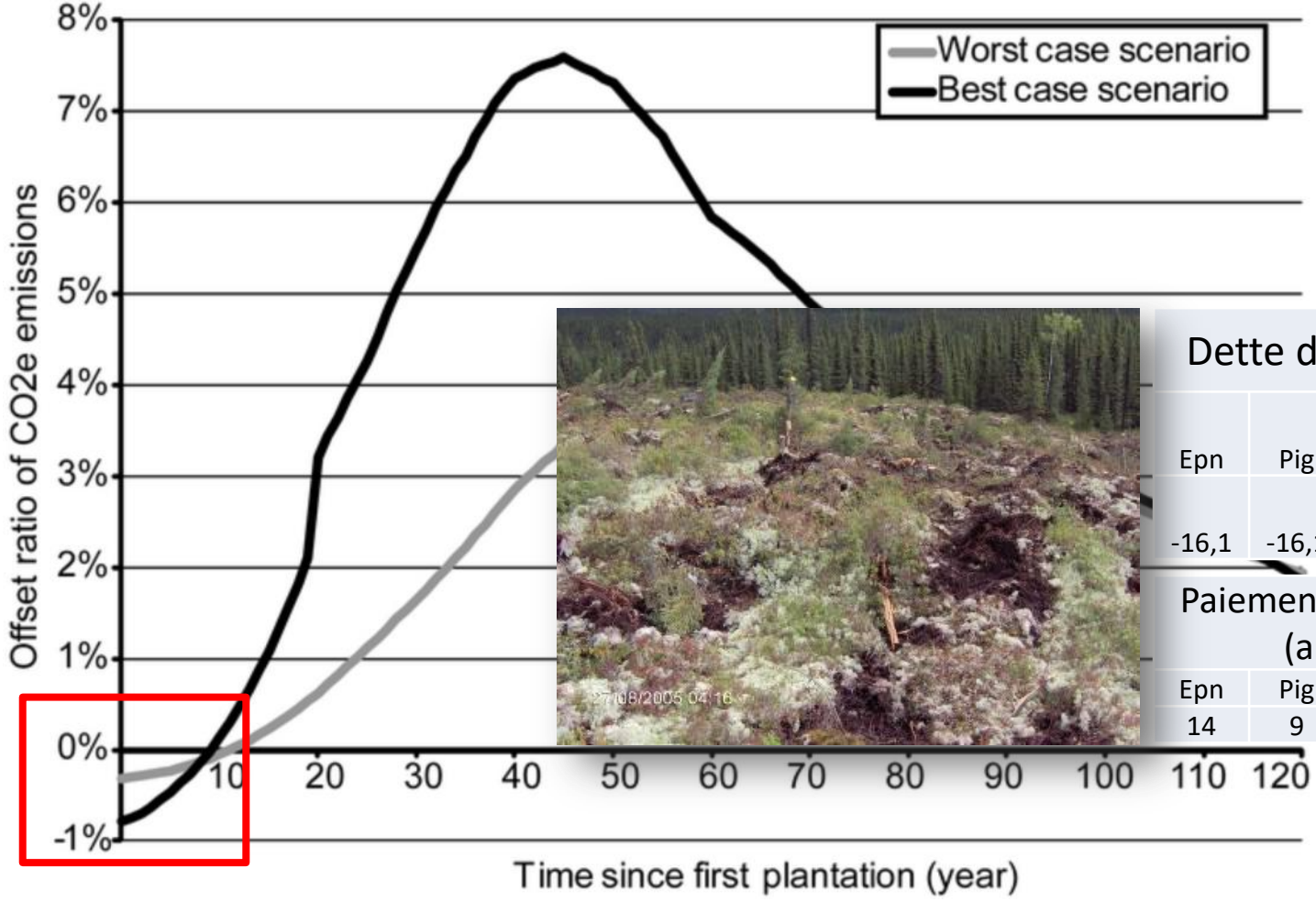




- Programme de plantations de 400 kha sur 20 à 50 ans.

5 | Potentiel technique de compensation

(Boucher et al. 2012)



Dette de C (t CO_2)

Epn	Pig	Mel	Gab
-16,1	-16,1	-16,1	-73,4

Paiement de la dette (année)

Epn	Pig	Mel	Gab
14	9	11	30

- Jusqu'à près de 8% de compensation des émissions de procédés industriels du Qc (en 2009) avec un programme de plantations de 400 kha sur 20 à 50 ans.

5 | Bilan C du boisement d'un terrain dénudé

(Dufour et al. 2016)

VS

Pessières noires **ouvertes**
Densité « D » (598 tiges ha^{-1})
= Scénario de référence

Pessières noires **denses**
Densité « A » (2588 tiges ha^{-1})
≈ Scénario plantation

10 paires de peuplements matures (80 ans), adjacents et comparables

5 | Bilan C du boisement d'un terrain dénudé

(Dufour et al. 2016)

VS

Pessières noires **ouvertes**
Densité « D » (598 tiges ha^{-1})
= Scénario de référence

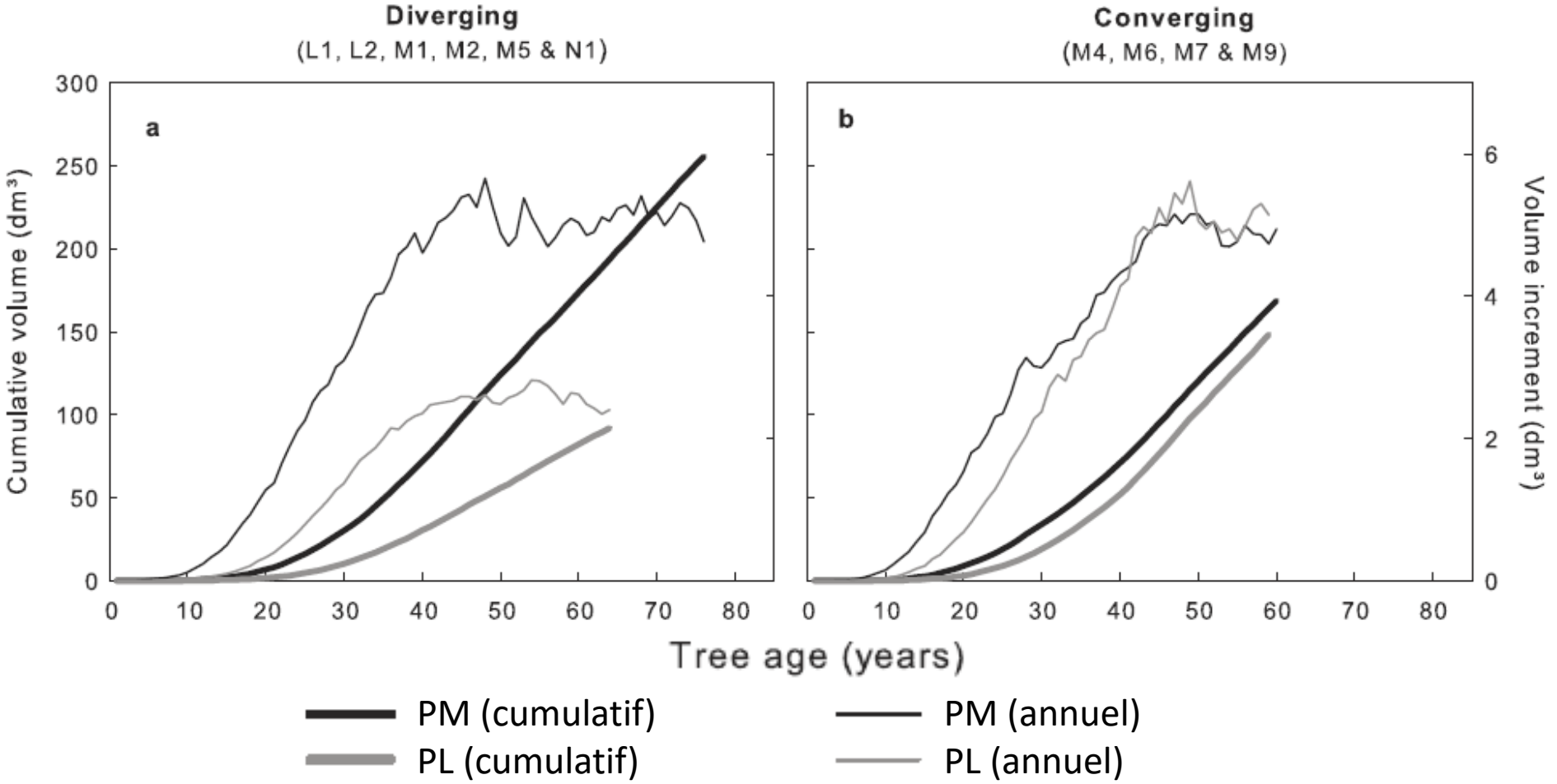
Pessières noires **denses**
Densité « A » (2588 tiges ha^{-1})
≈ Scénario plantation

Stocks moyens de C dans la biomasse (aérienne et racinaire) =

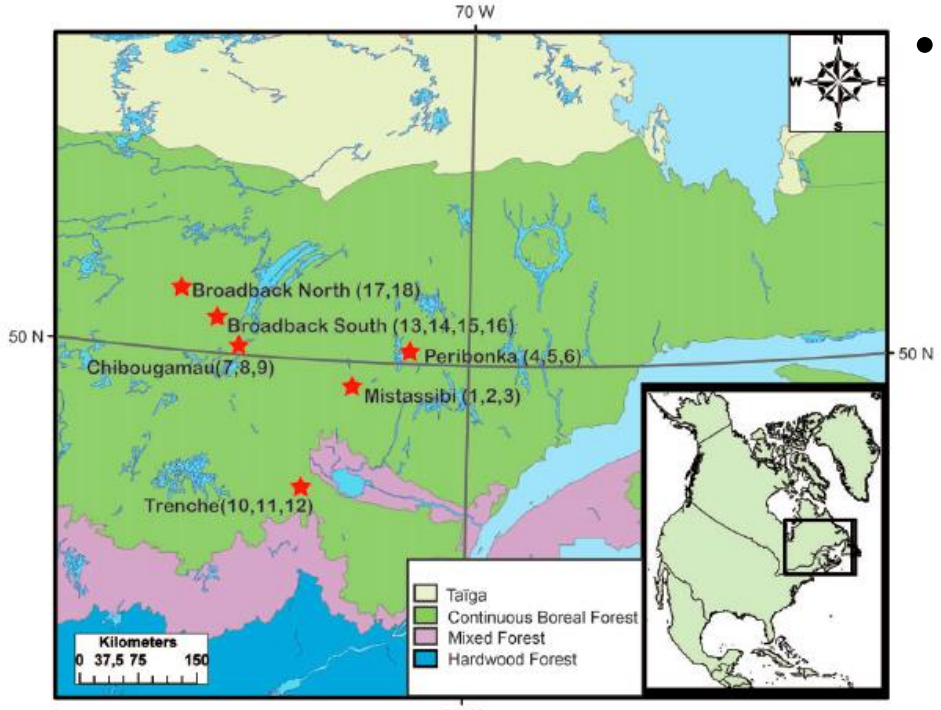
26.5 t C ha^{-1} | **114.0** t C ha^{-1}

5 | Potentiel de croissance sur les dénudés

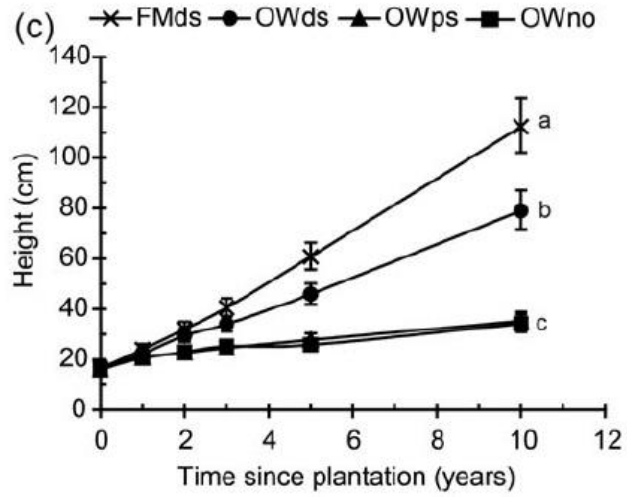
(Dufour et al. 2016)

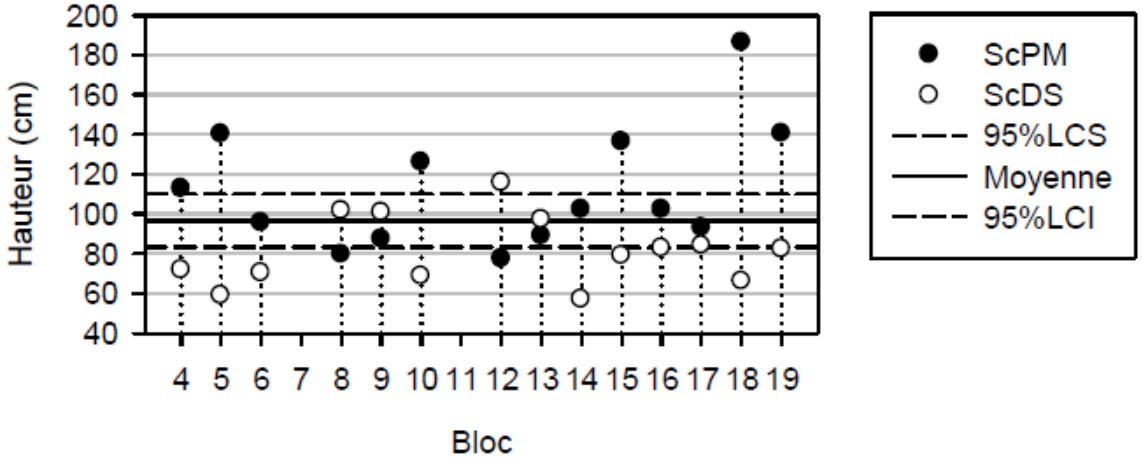


5 | Remise en production des DS (Hébert et al. 2014)



- Premiers essais expérimentaux du boisement de terrains dénudés (DS) en forêt boréale: Réseau de plantations de « Remise en production de DS » du Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale, mis en place par l'équipe de Daniel Lord en 1999-2001.



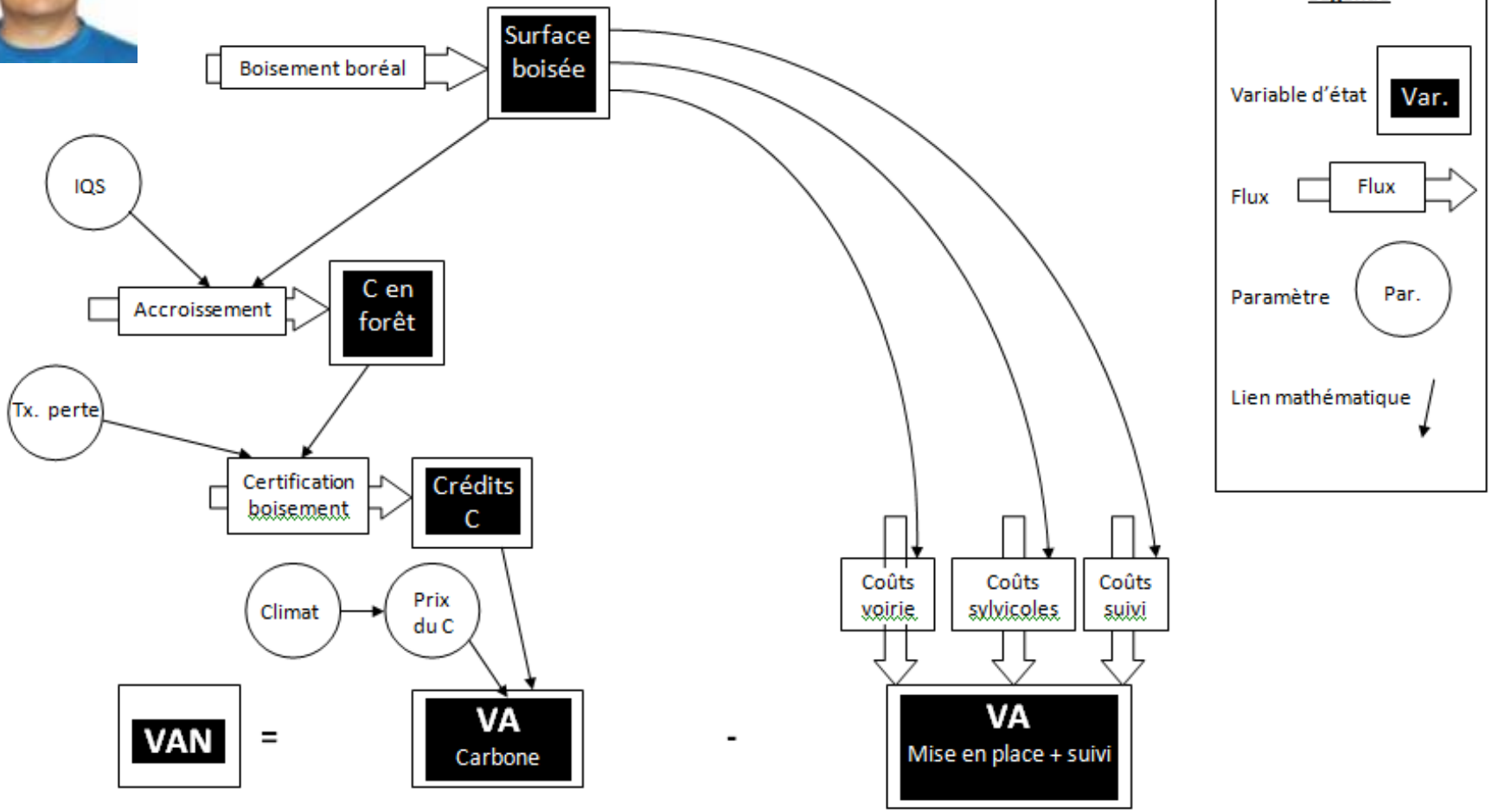


5 | Étude de faisabilité = additionnalité + potentiel économique

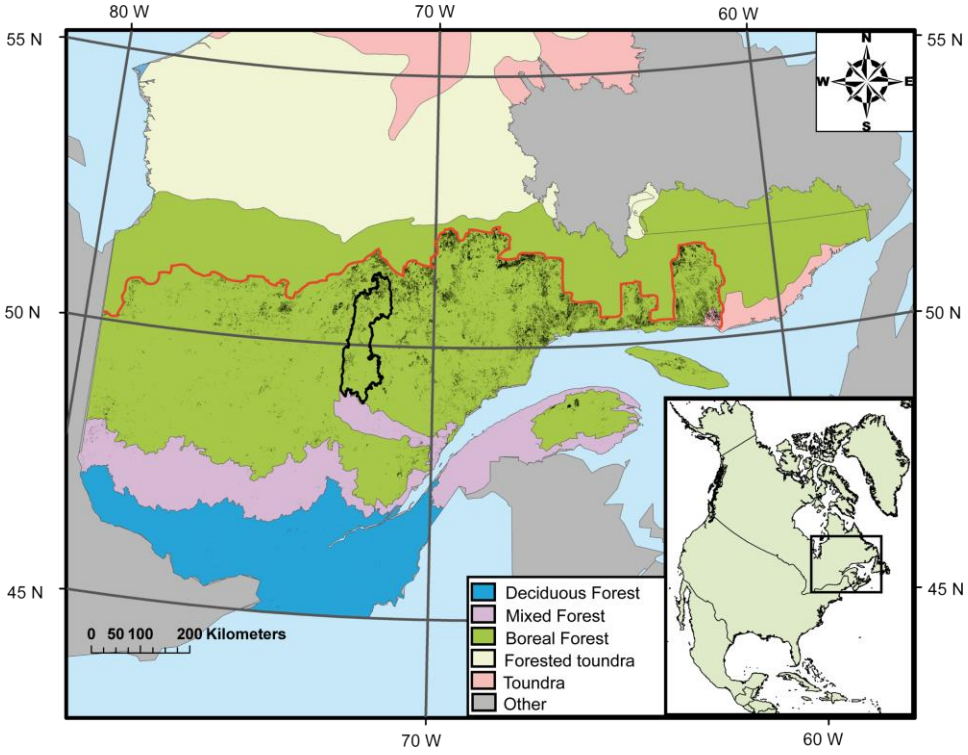
- Choisir des créneaux **additionnels**:
  - **ADDITIONNELS** = au-delà du « **cours normal des affaires** » (CNDA), càd une activité (projet, initiative, etc.) qui n'aurait pas eu lieu de toute manière compte tenu du contexte réglementaire, législatif, technologique, économique (incitatifs, etc.), de la pratique courante, etc.
  - La lutte contre les CC demande de **faire davantage** que ce que l'on ferait normalement sans l'idée de lutter contre les CC…

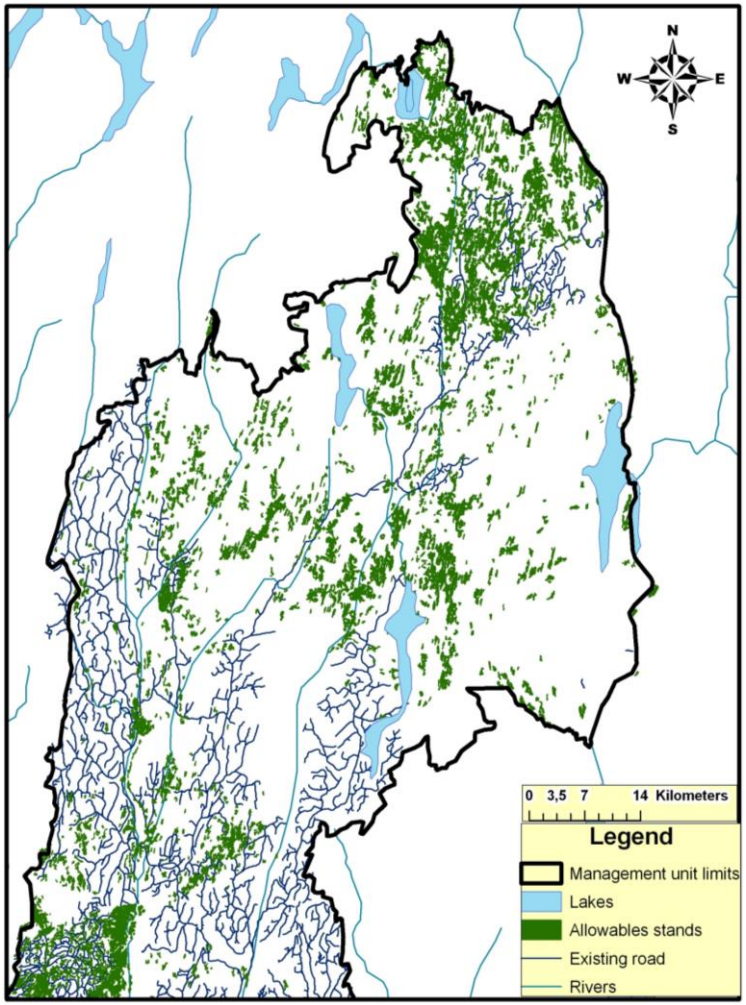
- Choisir des créneaux aux **potentiels économiques élevés**:
  - **ACCESSIBLE ET DISPONIBLE** = grande disponibilité des terres, géographiquement accessible, tenure des terres ou servitude adéquate, propriété du C transigible, technologiquement accessible, faibles conflits d'utilisation (par ex. terres arables…)
  - **RENTABLE** = **rendement carbonique à court terme probant** (càd absorptions ou réductions d'émissions réelles à court terme), **retour sur l'investissement prévisible, Valeur actuelle nette (VAN) acceptable**
  - **VIABLE ET DURABLE** = gestion viable des risques (**d'inversion des stocks de C**, de fuites, de pertes d'opportunité), acceptable socialement, valeurs multiples vers les communautés (diminution de la pauvreté, emplois, cultures vivrières), maintien ou amélioration de la biodiversité, diminution de la vulnérabilité des écosystèmes et de communautés locales face aux CC

5 | Projections financières et C du boisement



5 | Projections financières et C du boisement

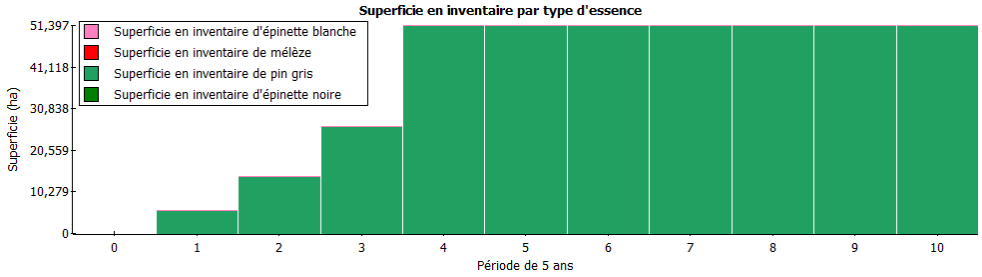


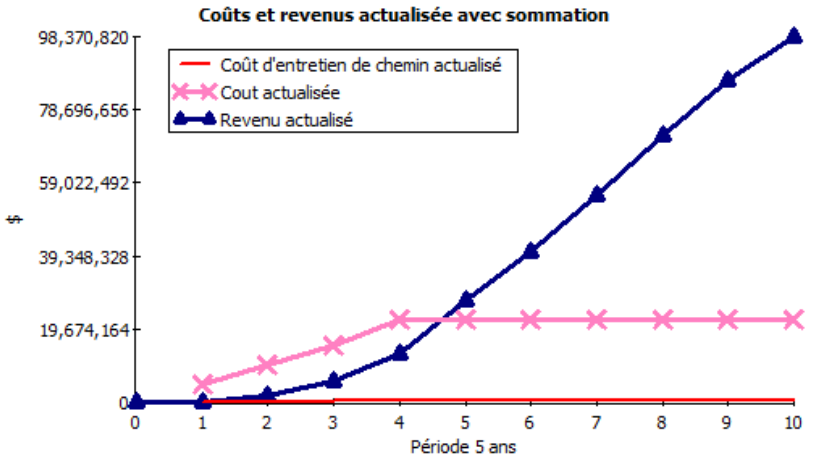


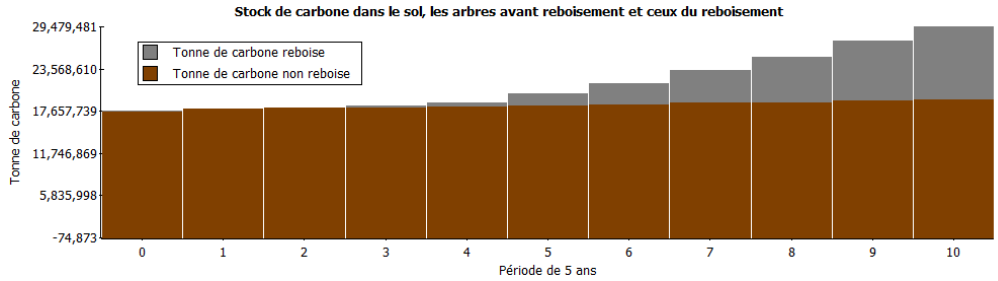
5 | Projections financières et C du boisement

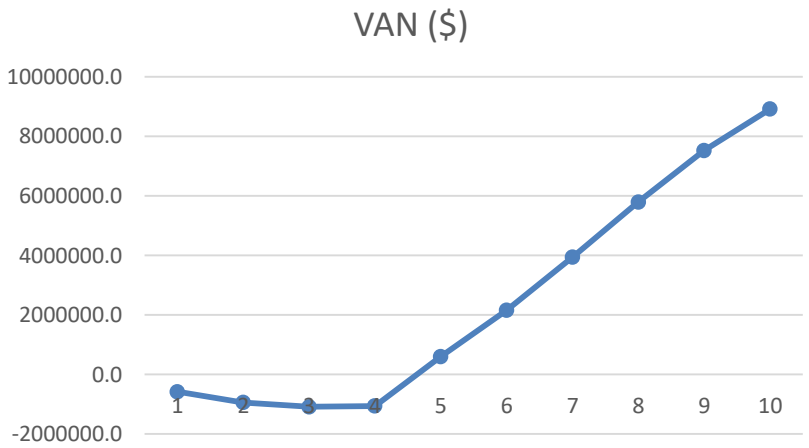
- Maximisation de la VAN
- Les opérations émettent 4 tC ha^{-1}
- Déficit < 5 M$ /période
- TIAM Canada, 550 ppm

5 | Projections financières et C du boisement - Résultat préliminaire





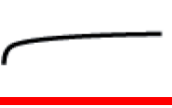




6 |

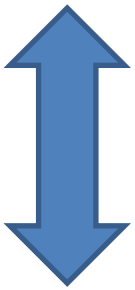
Lier le boisement/reboisement à l'aménagement forestier

6 | Lier le B/R à l'AFD (GIEC 2007)

	Activités d'atténuation	Type d'impact	Déroulement de l'impact	Déroulement des coûts
1A	Etendre la superficie forestières (p.ex., de nouvelles forêts)	↑		
1B	Maintenir la superficie forestière (p.ex. prévenir la déforestation, LUC)	↓		
2A	Augmenter la densité C à l'échelle du site (p.ex. gestion intensive, fertilisation)	↑		
2B	Maintenir la densité C à l'échelle du site (p.ex. éviter la dégradation)	↓		
3A	Augmenter les stocks de C à l'échelle du paysage (p.ex. gestion durable des forêts (SFM), agriculture, etc.)	↑		
3B	Maintenir les stocks de C à l'échelle du paysage (p.ex. supprimer les perturbations)	↓		
4A	Augmenter le C hors site dans les produits (nécessite aussi 1B, 2B et 3B)	↑		
4B	Augmenter la bioénergie et la substitution (nécessite aussi 1B, 2B et 3B)	↓		

6 | Lier le B/R à l'AFD (potentialités au QC)

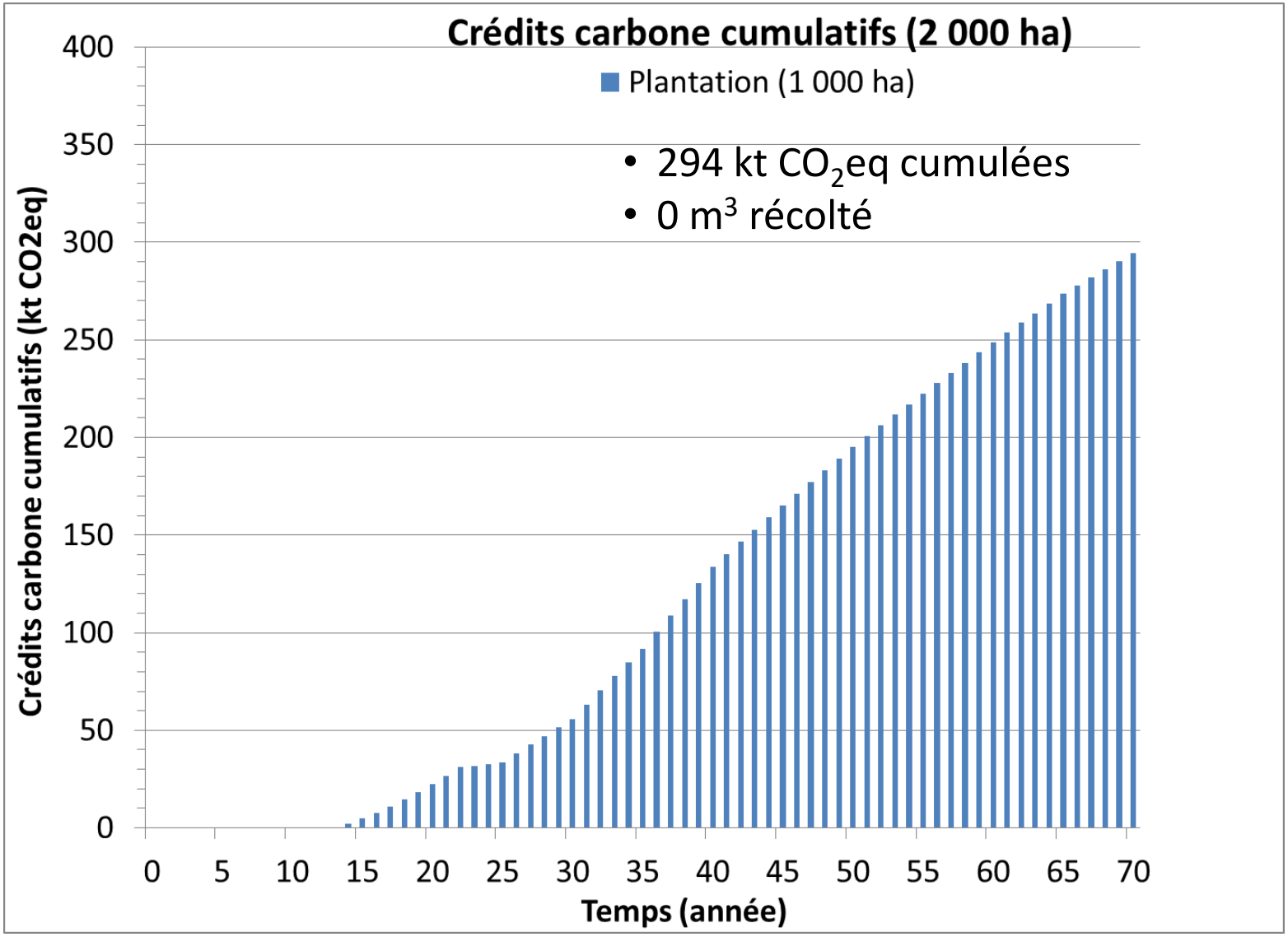
- **Augmenter les absorptions:** B/R, reboisement hâtif, densification (regarnis), choix sylvicoles (essences, dégagement, ensemencement naturel, IQS), fertilisation azotée et amendements organiques



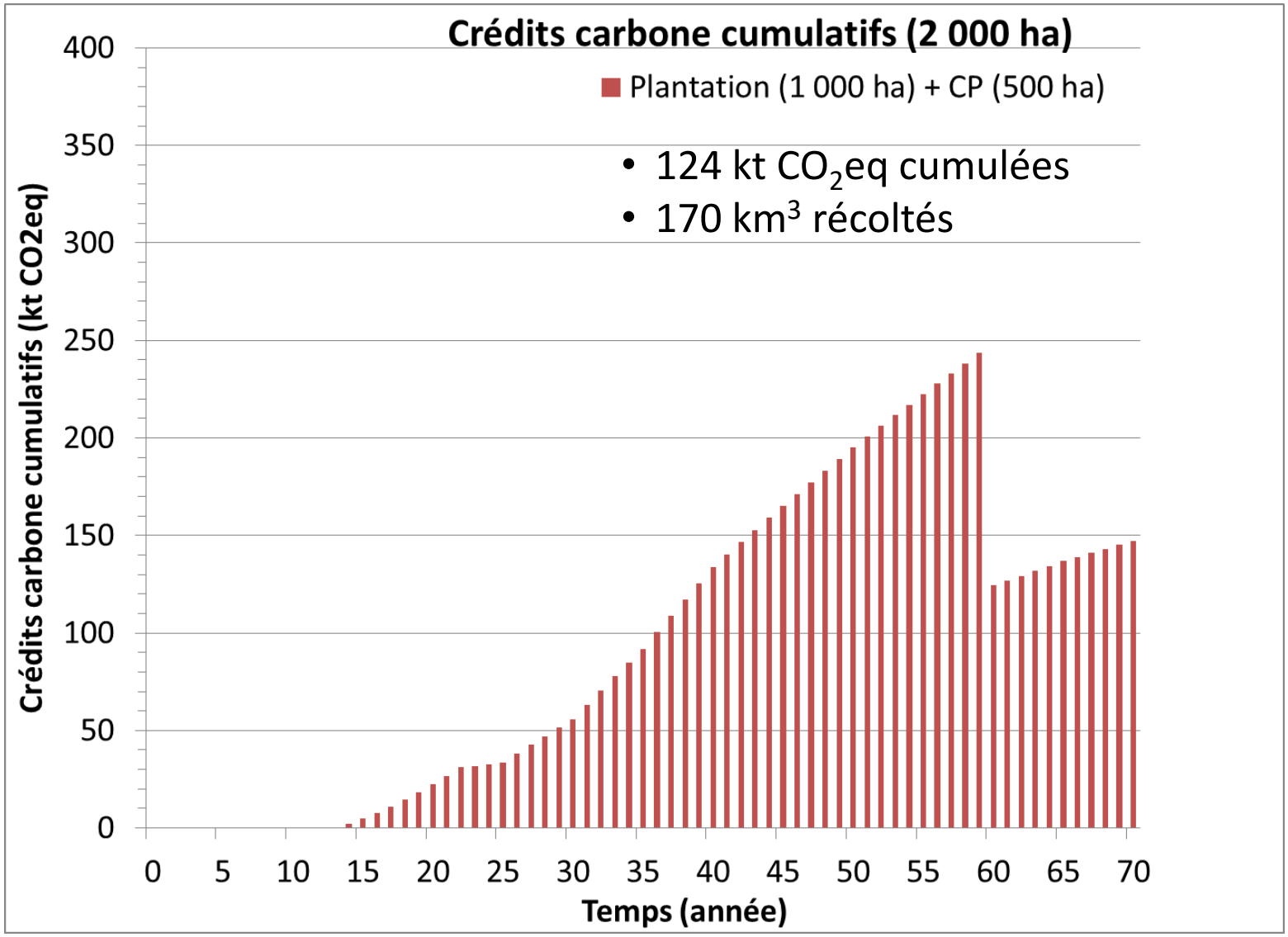
Projets conjoints

- **Diminuer les émissions:** récupération de résidus (bioénergie et substitution), prévention des incendies (gestion des combustibles) et épidémies (applications de BT), récolter moins (CP et rotation)

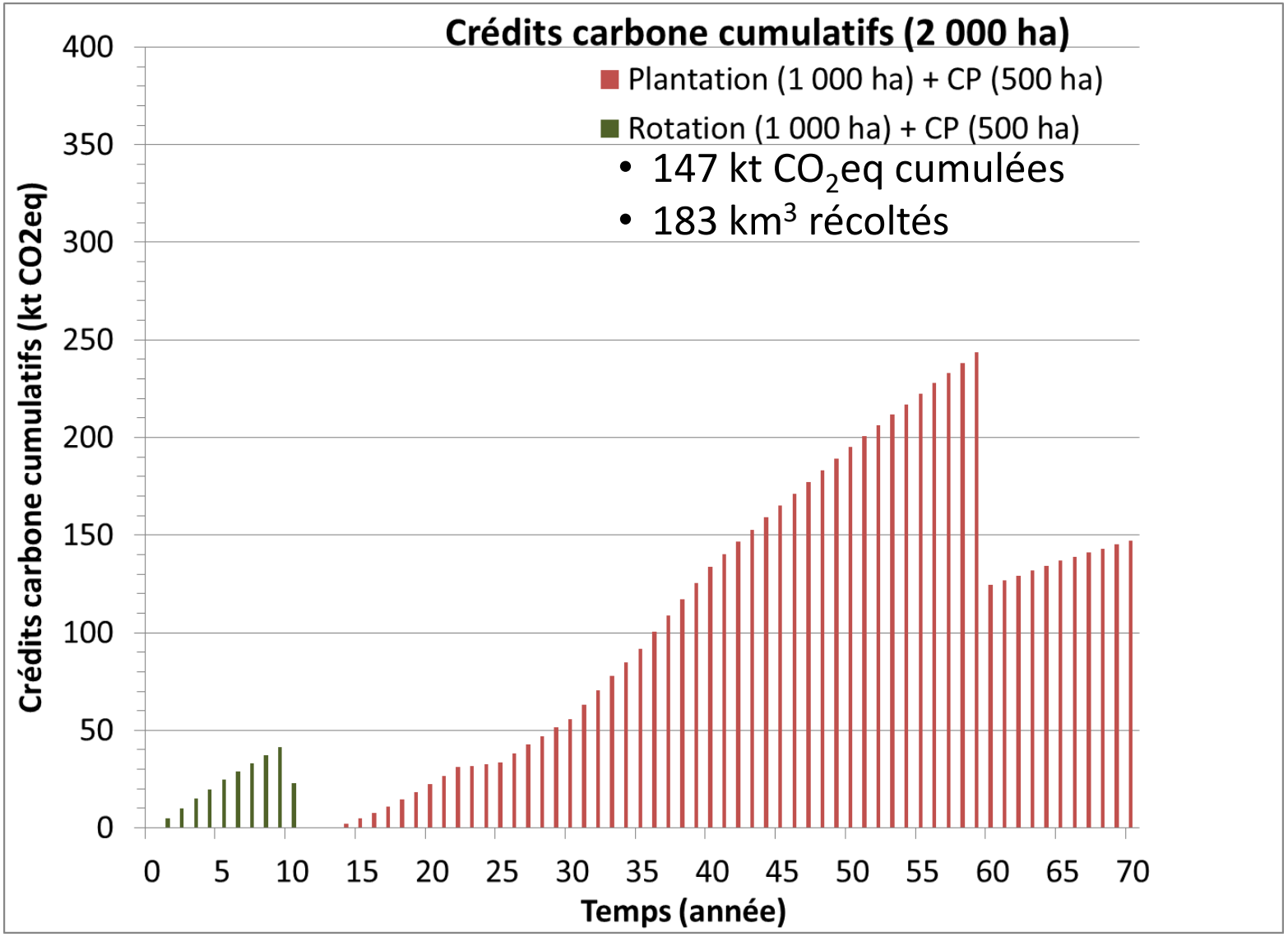
6 | Lier le B/R à l'AFD (potentialités au QC)



6 | Lier le B/R à l'AFD (potentialités au QC)

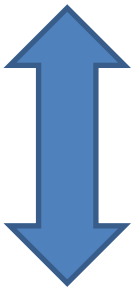


6 | Lier le B/R à l'AFD (potentialités au QC)



6 | Lier le B/R à l'AFD (potentialités au QC)

- **Augmenter les absorptions:** B/R, reboisement hâtif, densification (regarnis), choix sylvicoles (essences, dégagement, ensemencement naturel, IQS), fertilisation azotée et amendements organiques



Projets conjoints

- **Diminuer les émissions:** récupération de résidus (bioénergie et substitution), **prévention des incendies (gestion des combustibles)** **et épidémies (applications de BT)**, récolter moins (CP et rotation)

6 | Lier le B/R à l'AFD (potentialités au QC)

Research Article

SCI

Received: 25 June 2009 Revised: 1 September 2009 Accepted: 10 September 2009 Published online in Wiley Interscience:

(www.interscience.wiley.com) DOI 10.1002/ps.1878

Wood losses and economical threshold of *Btk* aerial spray operation against spruce budworm

Cédric Fournier,[a] Éric Bauce,[a]* Alain Dupont[b] and Richard Berthiaume[a]

Ecosystems (2010) 13: 917–931
DOI: 10.1007/s10021-010-9364-z

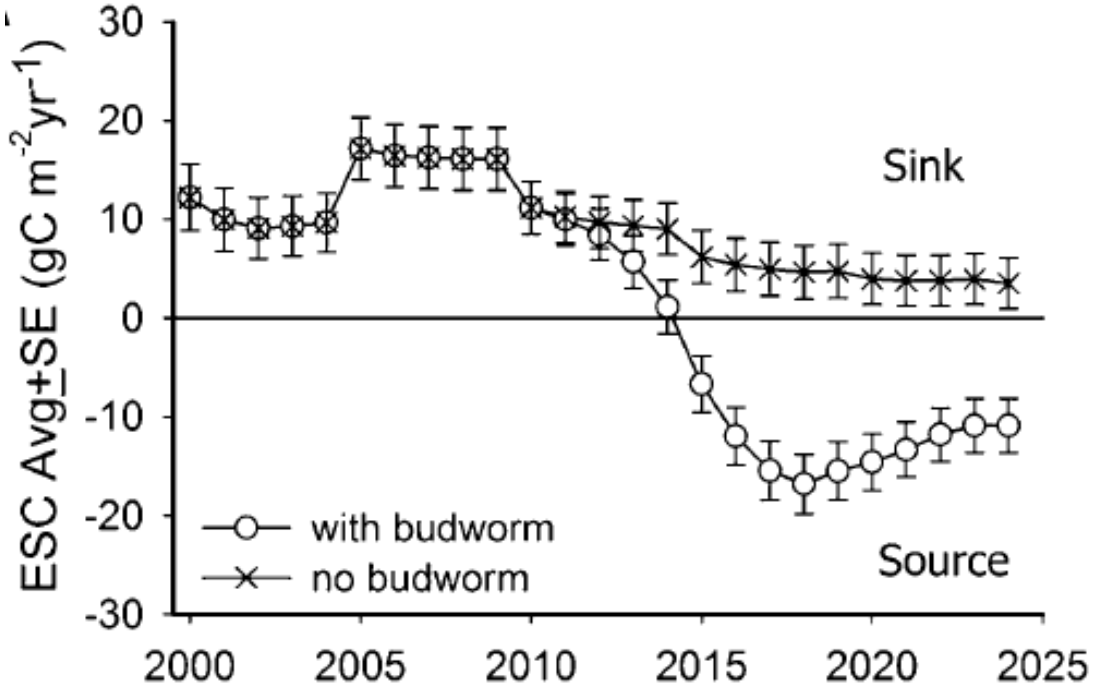
ECOSYSTEMS

© 2010 UKCrown: Natural Resources Canada, Government of Canada

Future Spruce Budworm Outbreak May Create a Carbon Source in Eastern Canadian Forests

Caren C. Dymond,[1,2]* Eric T. Neilson,[1] Graham Stinson,[1] Kevin Porter,[3] David A. MacLean,[4] David R. Gray,[3] Michel Campagna,[5] and Werner A. Kurz[1]

- Émissions de GES évitées grâce au Bt: **15 à 50 t CO_2eq par ha** après 10 à 13 ans d'application
- Équivaut à sauvegarder **20 à 60 m³**



7 |

Conclusion et feuille de route

7 | Conclusions

- Le boisement/reboisement fait partie de la solution
- Le QC offre de grandes possibilités de B/R qui permettrait aussi d'augmenter les volumes ligneux
- Les produits du bois québécois sont un atout
- Un B/R en vue de la compensation de GES est possible, mais offre des absorptions (et des volumes) à long terme
- Lier le B/R à l'AFD en vue de la lutte aux CC est souhaitable sur les plans environnementaux et financiers

7 | Feuille de route proposée

- Table de parties prenantes sur les potentialités de lutte aux CC par le secteur forestier au SLSJ
  - Experts universitaires, ingénieurs forestiers, nations autochtones, économistes, MFFP, MDDELCC, femmes d'affaire, etc.
- Recherche-action sur 3 ans et 4 chantiers:
  1. Potentiel carbone et produits du bois attribuable au **boisement de terrains dénudés boréaux**;
  2. Potentiel carbone et produits du bois (incluant la biomasse-énergie) attribuable à de **nouvelles pratiques d'aménagement forestier**;
  3. Potentiel carbone et produits du bois attribuable à la **lutte contre les incendies et les insectes**;
  4. **Modélisation de l'impact économique et financier** (VAN, RI, emplois, etc.) des activités 1 à 3, dans le cadre du marché du carbone et en fonction de divers scénarios de mise en œuvre.
- **Qui embarque et qui finance?!?...**

PROGRAMME COURT DE DEUXIÈME CYCLE EN GESTION DURABLE DU CARBONE

uqac.ca

UQAC

0657

PROGRAMME COURT DE DEUXIÈME CYCLE EN GESTION DURABLE DU CARBONE

But du programme

Le programme vise principalement l'acquisition de connaissances et de savoir-faire pour les professionnels de tout secteur d'activité (transport, bâtiment, industrie, énergie, forêt et agriculture), afin de leur donner des outils pour intégrer la gestion du carbone dans leurs activités professionnelles ou les plans de gestion de leur organisation, ou encore mener des projets de compensation carbonique suivant les principes, normes et lignes directrices reconnus internationalement. L'enseignement est transmis avec un souci constant du respect des diverses dimensions du développement durable dans leur complexité disciplinaire, incluant l'approche éco-conseil des problématiques et opportunités liées à la gestion du carbone. Il vise également à habiliter les professionnels de tout secteur à agir durablement dans son milieu de travail face aux impératifs des changements climatiques et des opportunités et contraintes qu'ils génèrent.

Durée du programme et régime d'études

Le programme est offert uniquement à temps partiel : une à deux activités par trimestre. Aucun cours n'est offert durant le trimestre d'été. Le programme dure donc un minimum d'un an et un maximum de deux ans. L'admission est permise aux trimestres d'automne et d'hiver.

Cours à distance

Il est possible de suivre tous les cours du programme à distance grâce à des formules pédagogiques en webdiffusion.

Cours

Ce programme comporte cinq cours obligatoires de trois crédits chacun :

- Gestion de cycle de vie
- Gestion des gaz à effet de serre (GES)
- Cycle du carbone et changements climatiques
- Contribution des secteurs d'activité à la lutte aux changements climatiques, l'approche éco-conseil
- Quantification de projets et de plans de gestion du carbone

Université du Québec à Chicoutimi
418 545-5011, poste 2468
pcs_eco-conseil@uqac.ca

programmes.uqac.ca/0657

MERCI!

cef
Centre d'étude de la forêt

CIRODD
Centre interdisciplinaire de recherche
en opérationnalisation du développement durable

carbone boréal

FORÊT BORÉALE
Consortium
de recherche
sur la forêt boréale
commerciale

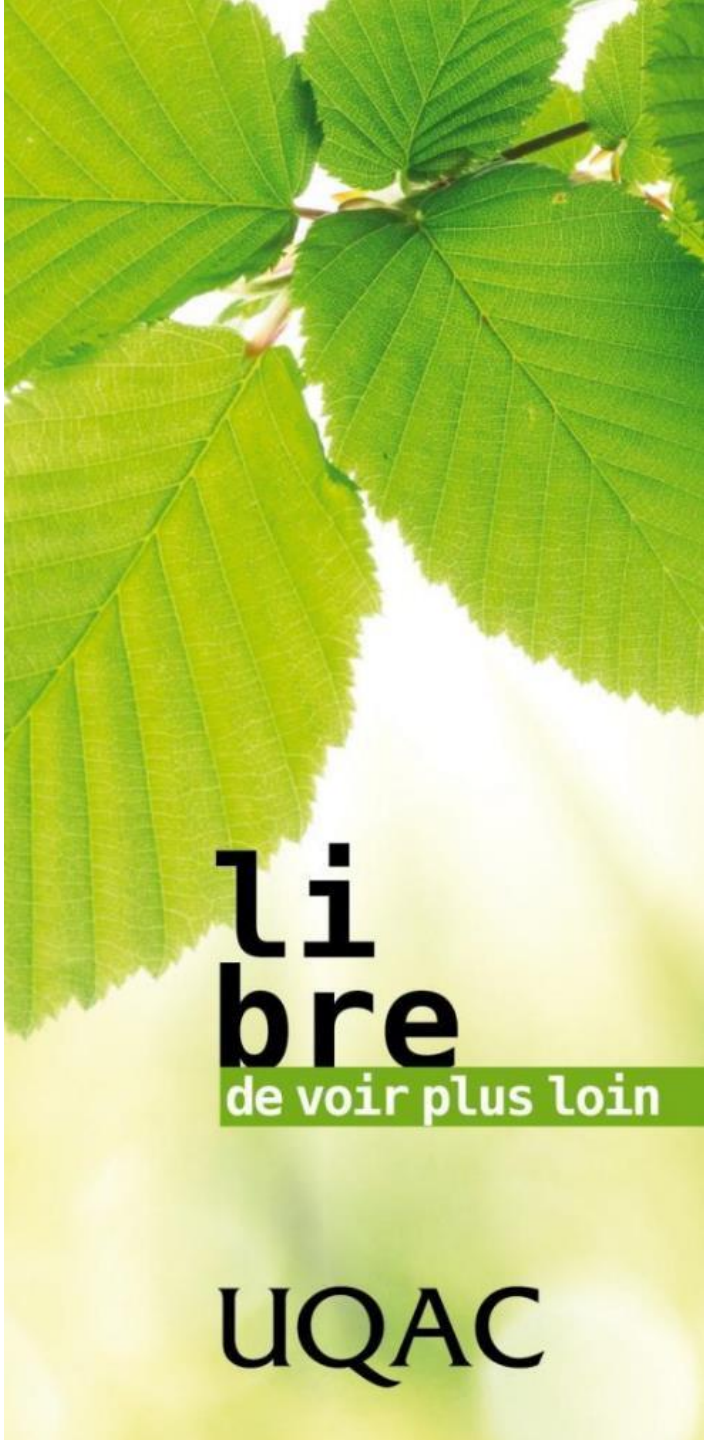
Forêts, Faune
et Parcs
Québec

Desjardins
Coopérer pour créer l'avenir
Fier partenaire de Carbone boréal

CHANTIERS
CHIBOUGAMAU

résolu
Produits forestiers

DLM

NSERC
CRSNG

Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies
Québec