

Évolution des peuplements traités en éclaircie précommerciale avec les modèles Artémis et Natura

Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc.

Isabelle Auger, stat. ASSQ, M. Sc.

Hugues Power, ing.f., *Ph. D.*

Direction de la recherche forestière, MFFP



$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$
$$V_{AE,ik} = \beta_1 d h_{ik}^{\beta_2} H_{ik}^{\beta_3} + \varepsilon_{2,ik}$$



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

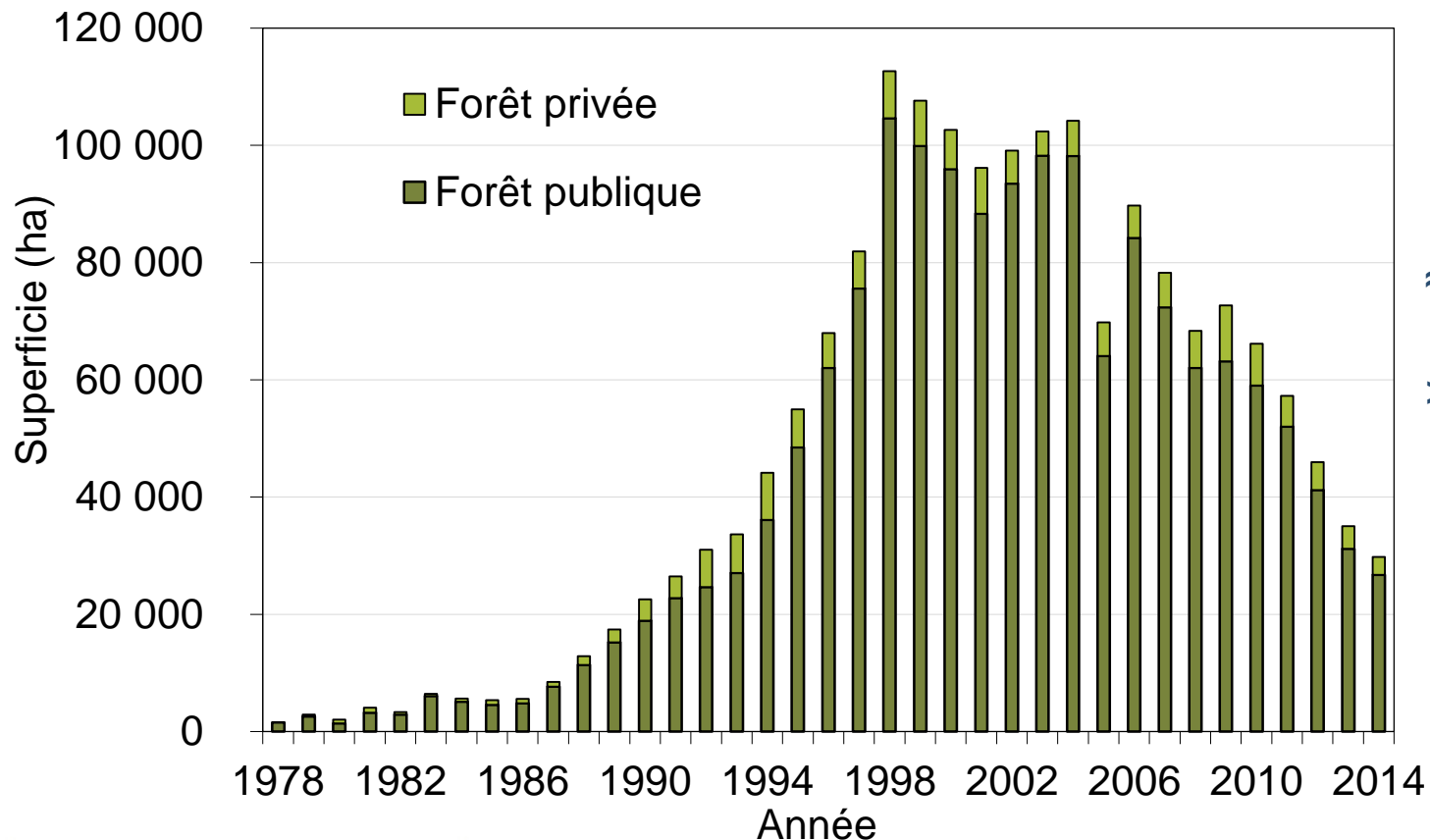
Conférence Midi-Forêts
Atrium, 3 mai 2017

Forêts, Faune
et Parcs

Québec 

Contexte

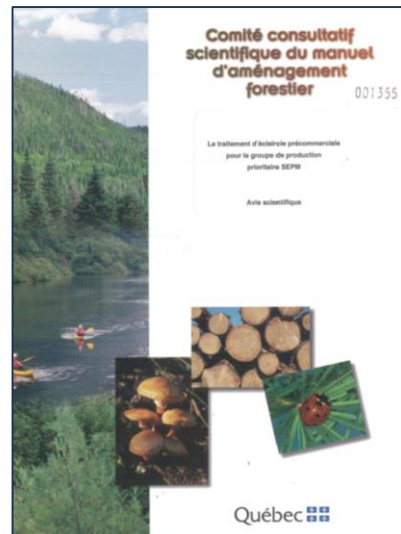
Superficies traitées en éclaircie précommerciale (ÉPC)



≈ 1,8 M d'ha au total
> 1,6 M d'ha en forêt publique

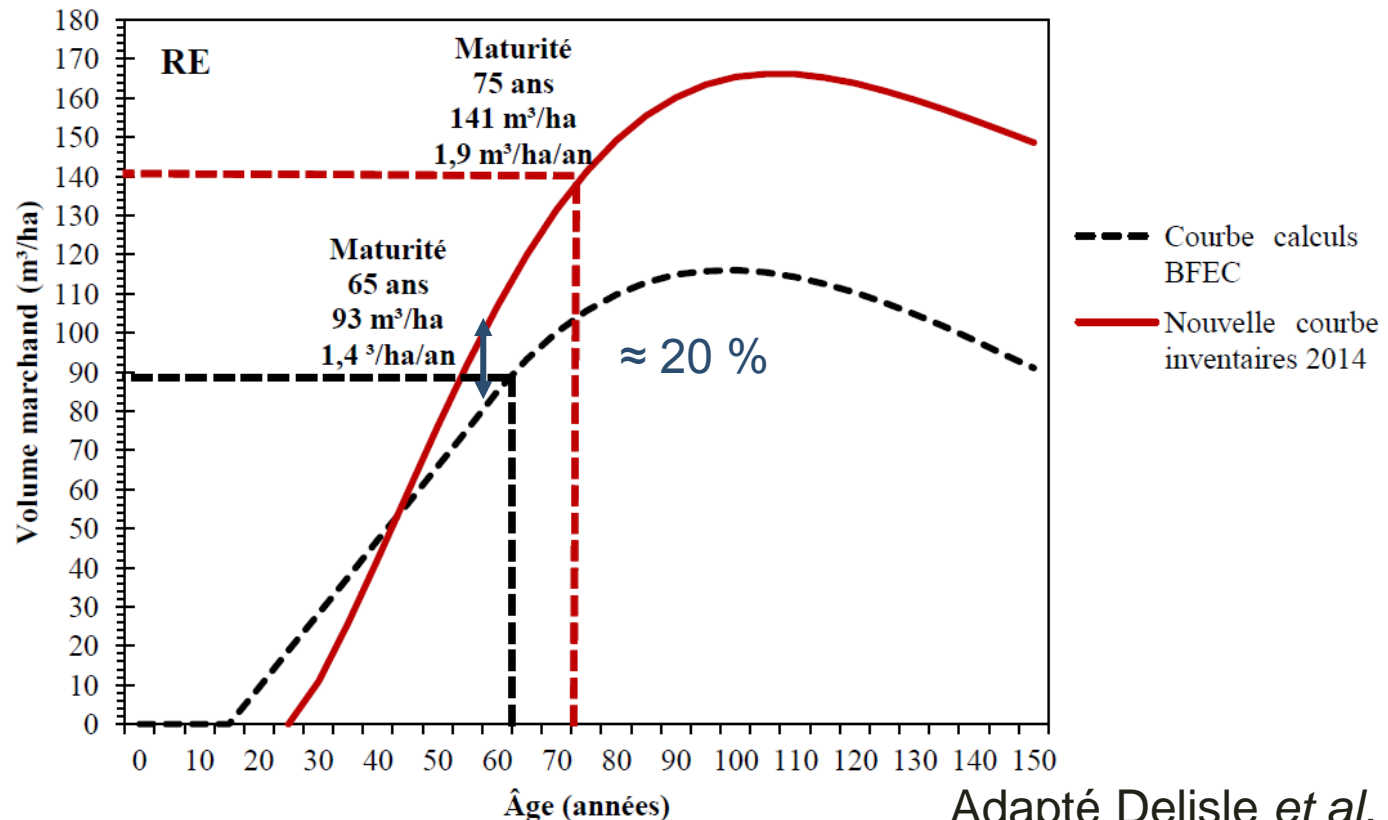
Contexte

- Hypothèses de rendement
 - \approx plantation ou peuplement naturel + 30 % et maturité devancée de 15 ans (MAF 1989 à 1998)
 - \approx peuplement naturel non traité avec moins d'arbres (MAF \geq 2003 et MCPF)



Contexte

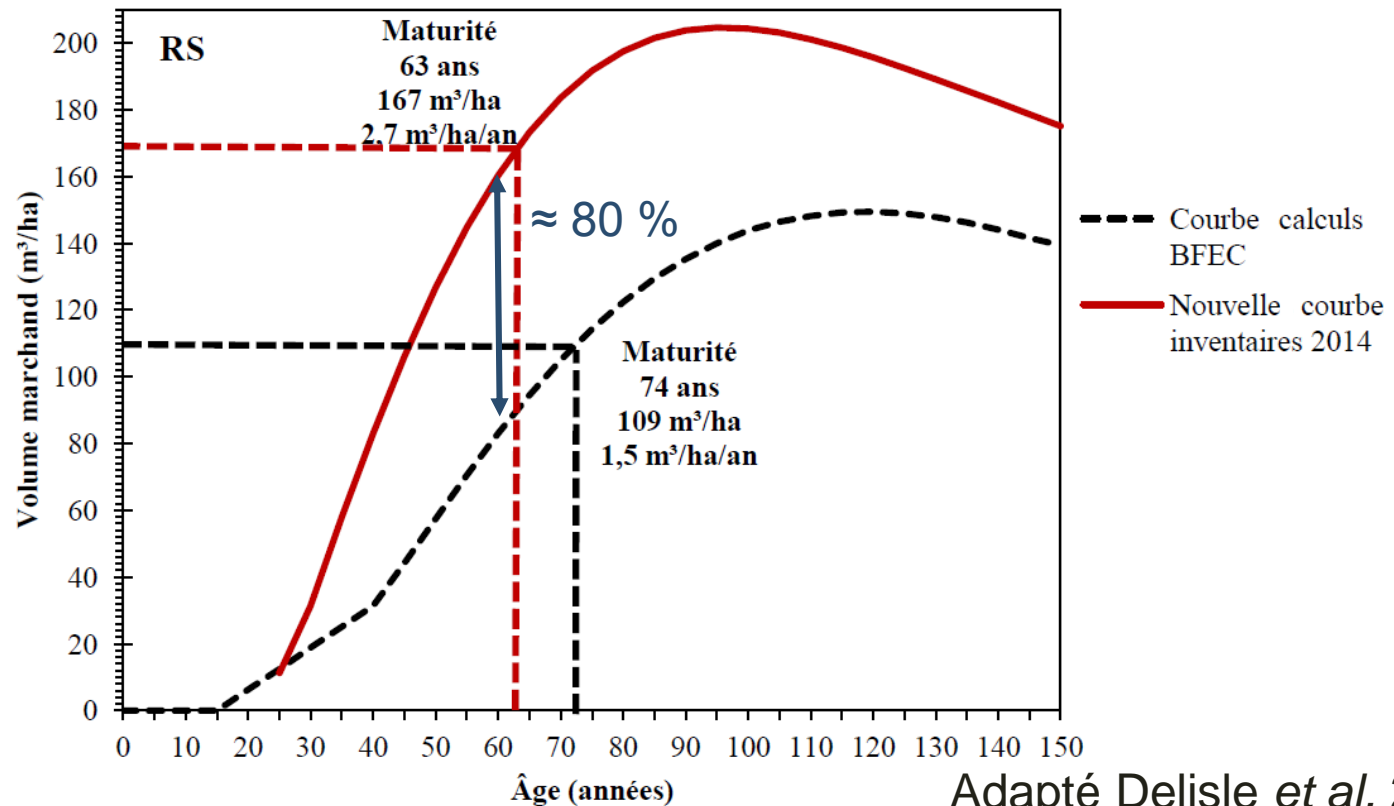
- Rapport CRÉ Saguenay – Lac-Saint-Jean et MFFP-02 - ÉPC en peuplements naturels



Adapté Delisle *et al.* 2015

Contexte

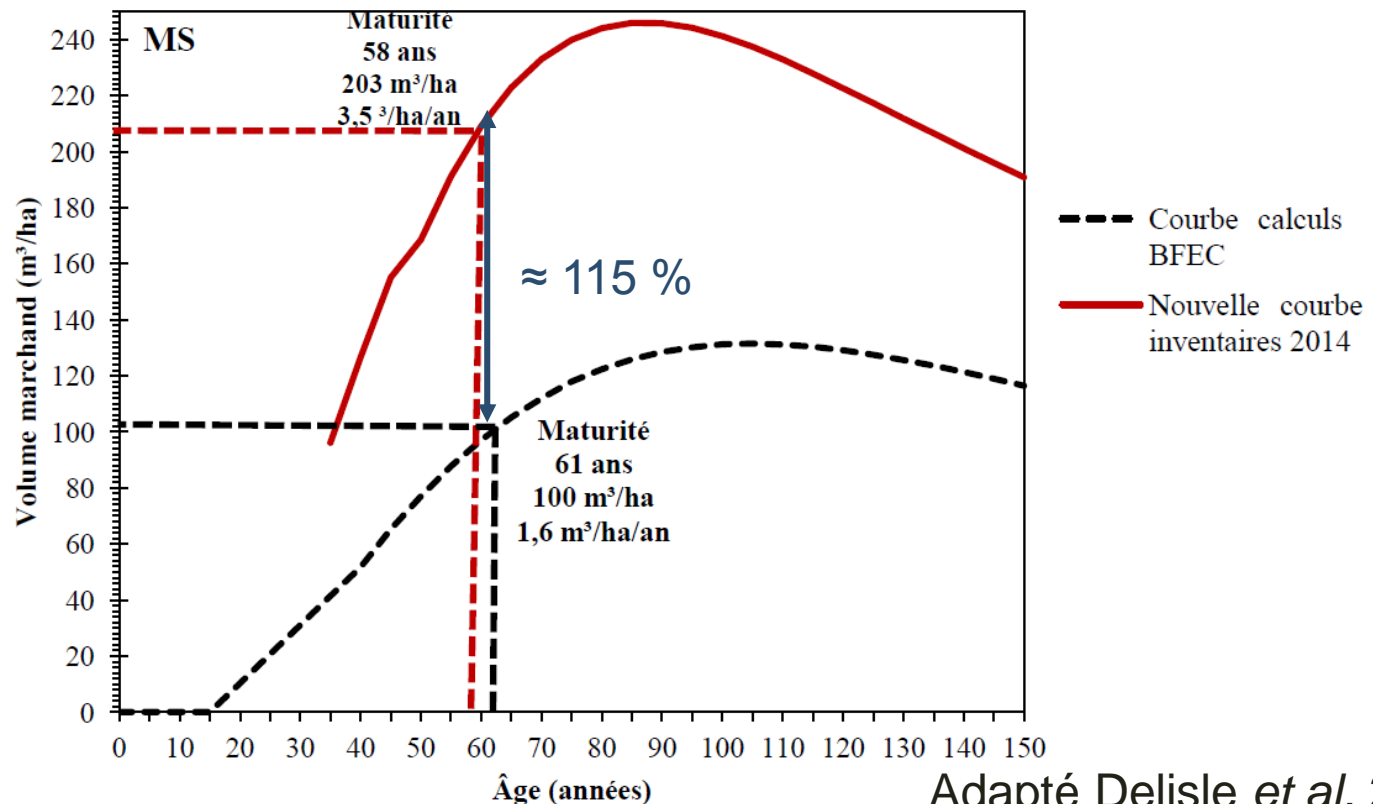
- Rapport CRÉ Saguenay – Lac-Saint-Jean et MFFP-02 - ÉPC en peuplements naturels



Adapté Delisle *et al.* 2015

Contexte

- Rapport CRÉ Saguenay – Lac-Saint-Jean et MFFP-02 - ÉPC en peuplements naturels



Adapté Delisle *et al.* 2015

Contexte

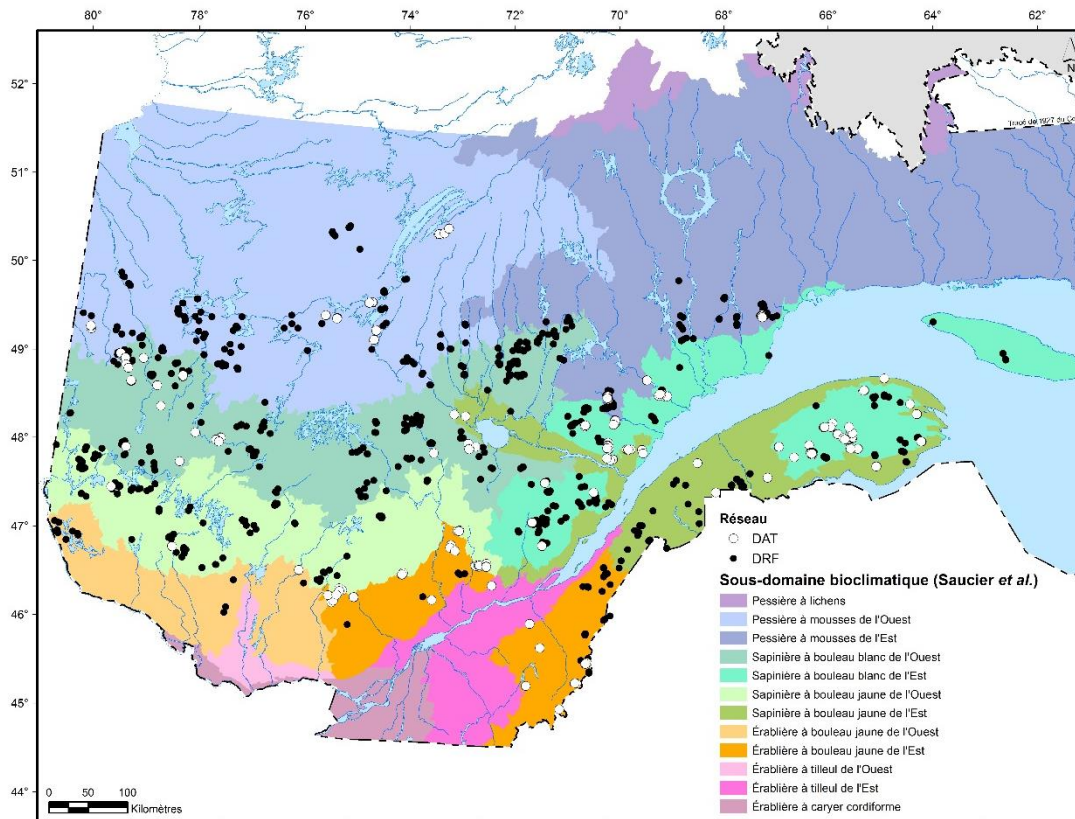
- Avis technique SSRF-09 (mai 2016)
 - Importance de respecter les limites des données ayant servi à l'élaboration des modèles Natura et Artémis
 - Aucune donnée provenant de peuplements traités en ÉPC n'a servi à l'étalonnage des modèles
 - Nécessité de valider les prévisions faites avec des données prises à différents moments dans des placettes traitées et non traitées appariées (dans le même peuplement)

Contexte

- Mise sur pied d'un comité ÉPC
 - Objectifs
 - Évaluer la capacité des modèles existants à simuler l'évolution de peuplements traités en ÉPC
 - Faire des recommandations pour l'utilisation des modèles dans un contexte d'ÉPC
 - Si nécessaire, adapter les modèles afin qu'ils puissent permettre de simuler le mieux possible l'évolution après une ÉPC

Matériel - données

- Répartition des placettes des réseaux des effets réels sur l'ÉPC



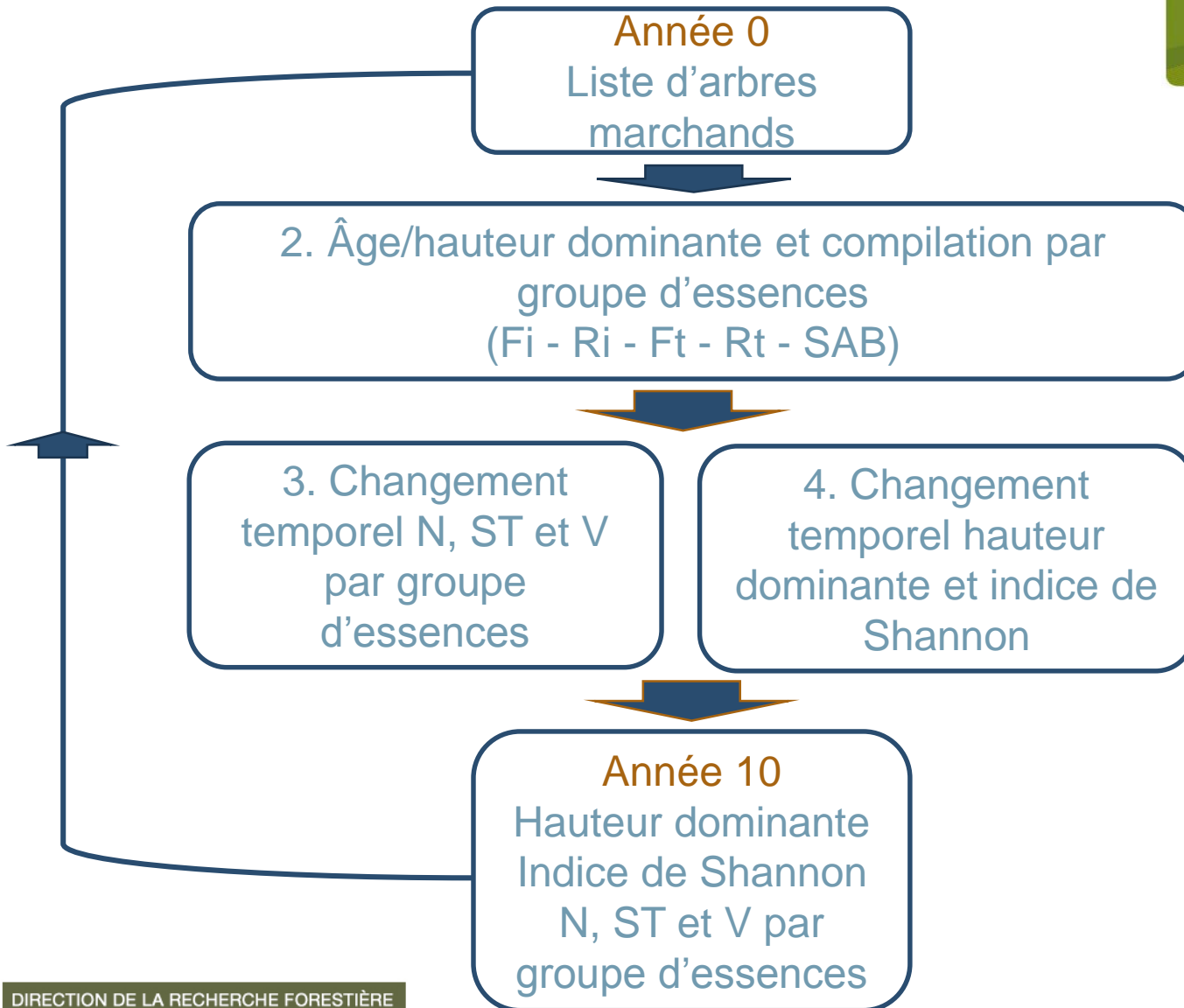
Temps après traitement (années)	Nombre de placettes		
	Témoins	Traitées	Totales
0	967	1 116	2 083
5	967	1 058	2 025
10	964	1 055	2 019
15	874	1 037	1 911
20	450	584	1 034
25	181	208	389
30	6	8	14
35	49	50	99
45	2	2	4

Matériel - données

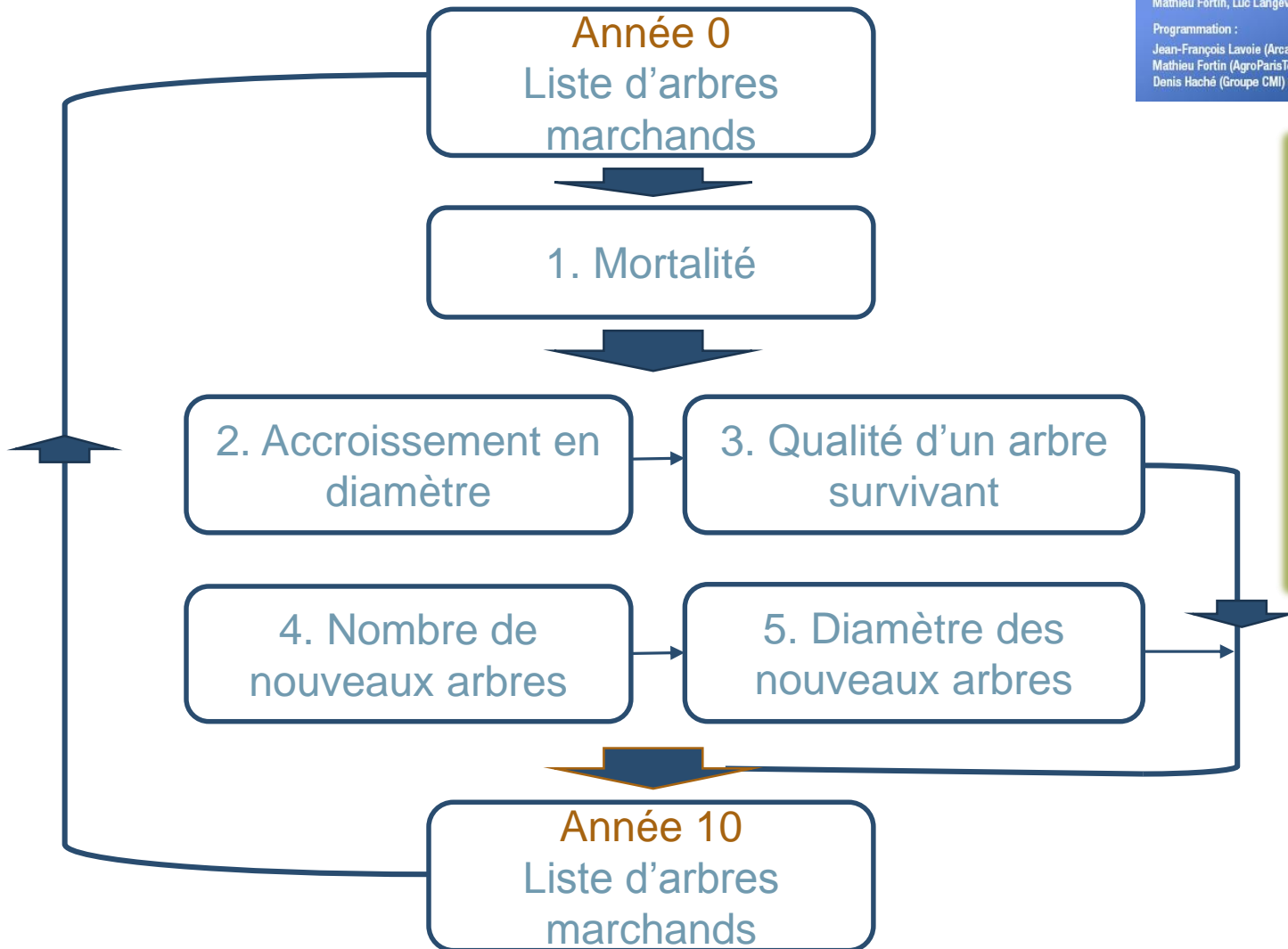
- Caractéristiques initiales des placettes des réseaux des effets réels sur l'ÉPC

Caractéristique	Placettes témoins	Placettes traitées
	Moy. (min. - max.)	Moy. (min. - max.)
Âge (années)	18 (6 - 53)	17 (5 - 56)
Hauteur (m)	4,6 (1,8 - 12,0)	4,6 (1,8 - 11,9)
Densité de la régénération (nombre/ha)	16 021 (0 - 384 333)	3 825 (0 - 106 333)
Densité des gaules (nombre/ha)	12 655 (325 - 53 800)	2 326 (0 - 28 400)
Densité marchande (nombre/ha)	109 (0 - 1 850)	85 (0 - 1 650)
Densité totale (nombre/ha)	12 764 (325 - 53 825)	2 412 (0 - 28 400)
Surface terrière des gaules (m ² /ha)	10,1 (0,2 - 57,1)	3,2 (0,0 - 25,6)
Surface terrière marchande (m ² /ha)	1,2 (0,0 - 18,6)	0,9 (0,0 - 18,5)
Surface terrière totale (m ² /ha)	11,3 (0,2 - 57,1)	4,1 (0,0 - 32,9)
Volume marchand brut (m ³ /ha)	4,2 (0,0 - 92,1)	3,1 (0,0 - 85,7)

Matériel - modèle



Matériel - modèle



Bienvenue dans le modèle

ARTEMIS-2014

Conception :

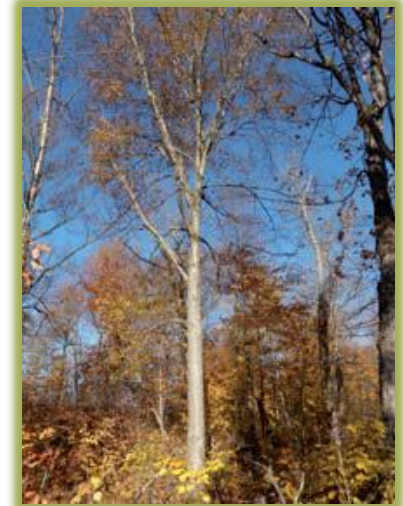
Mathieu Fortin, Luc Langevin, Hugues Power et Isabelle Auger

Programmation :

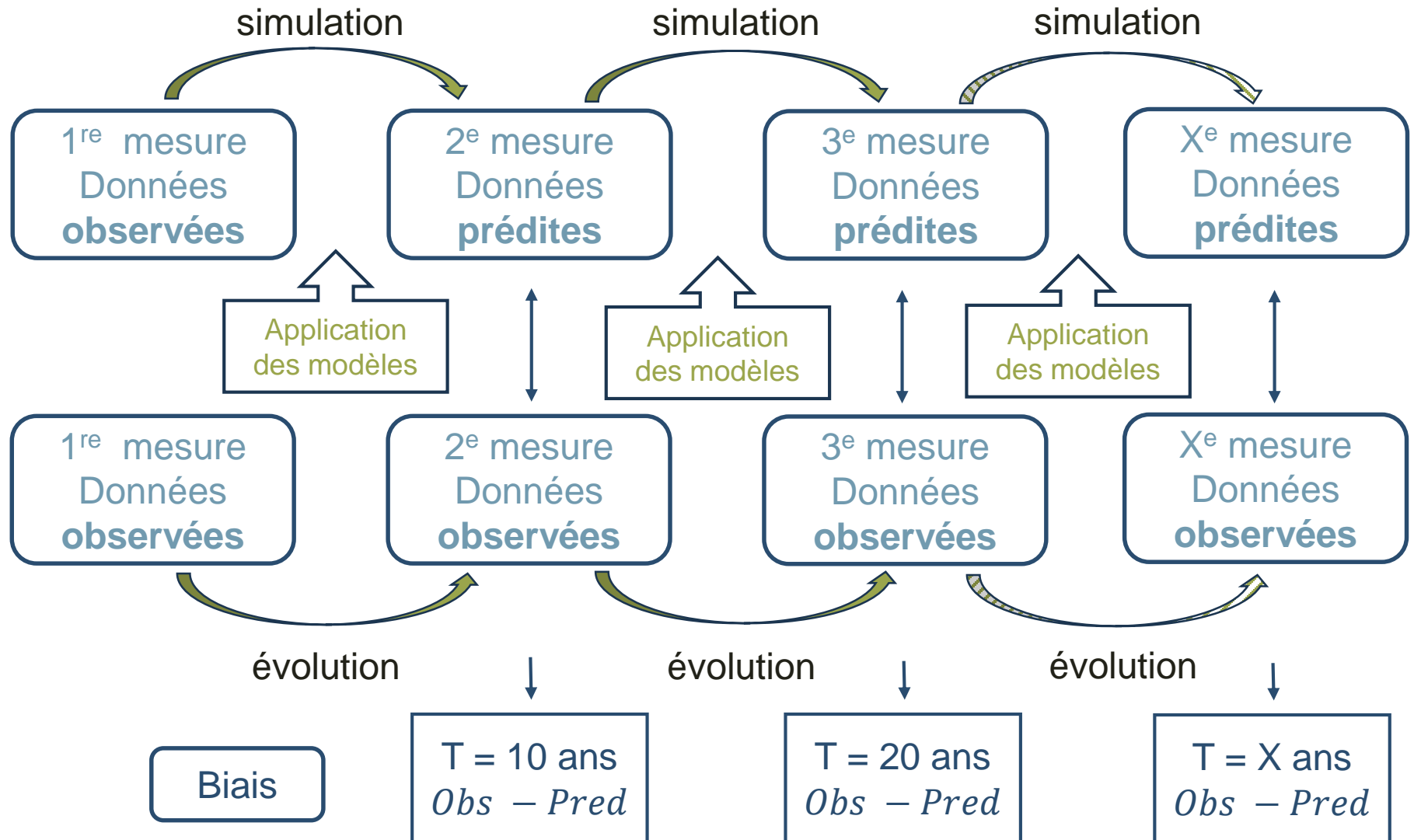
Jean-François Lavoie (Arcane-Technologies inc.),
Mathieu Fortin (AgroParisTech, LERFoB),
Denis Haché (Groupe CMI) et François de Coligny (INRA)

Forêts, Faune
et Parcs

Québec

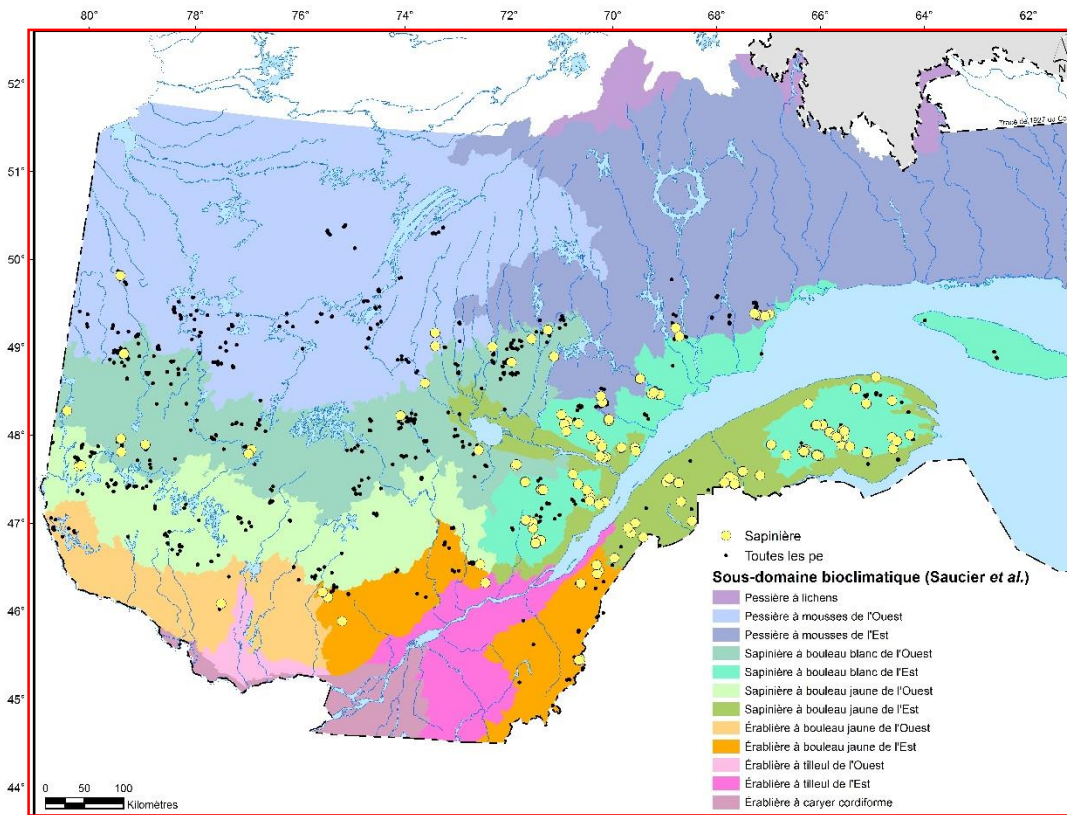


Méthode - évaluation avec les modèles



Résultats – sapinières sur végétations potentielle mixtes

• Répartition des placettes



Temps après traitement (années)	Nombre de placettes		
	Témoins	Traitées	Totales
0	172	250	422
5	164	186	350
10	166	188	354
15	162	269	431
20	88	187	275
25	44	51	95
30	1	1	2
35	14	16	30

Résultats – sapinières sur végétations potentielle mixtes

- Caractéristiques initiales des placettes

Caractéristique	Placettes témoins	Placettes traitées
	Moy. (min. - max.)	Moy. (min. - max.)
Âge (années)	18 (7 - 34)	17 (7 - 39)
Hauteur (m)	4,4 (2,6 - 9,9)	4,6 (2,5 - 8,6)
Densité de la régénération (nombre/ha)	17 362 (0 - 141 000)	7 646 (0 - 106 333)
Densité des gaules (nombre/ha)	19 020 (325 - 51 800)	2 773 (500 - 24 300)
Densité marchande (nombre/ha)	121 (0 - 1 775)	93 (0 - 1 650)
Densité totale (nombre/ha)	19 141 (325 - 51 875)	2 865 (500 - 24 675)
Surface terrière des gaules (m ² /ha)	14,5 (0,3 - 45,5)	3,7 (0,5 - 22,6)
Surface terrière marchande (m ² /ha)	1,3 (0,0 - 17,5)	0,9 (0,0 - 14,8)
Surface terrière totale (m ² /ha)	15,8 (0,3 - 46,5)	4,6 (0,5 - 32,9)
Volume marchand (m ³ /ha)	4,0 (0,0 - 72,2)	2,7 (0,0 - 57,8)

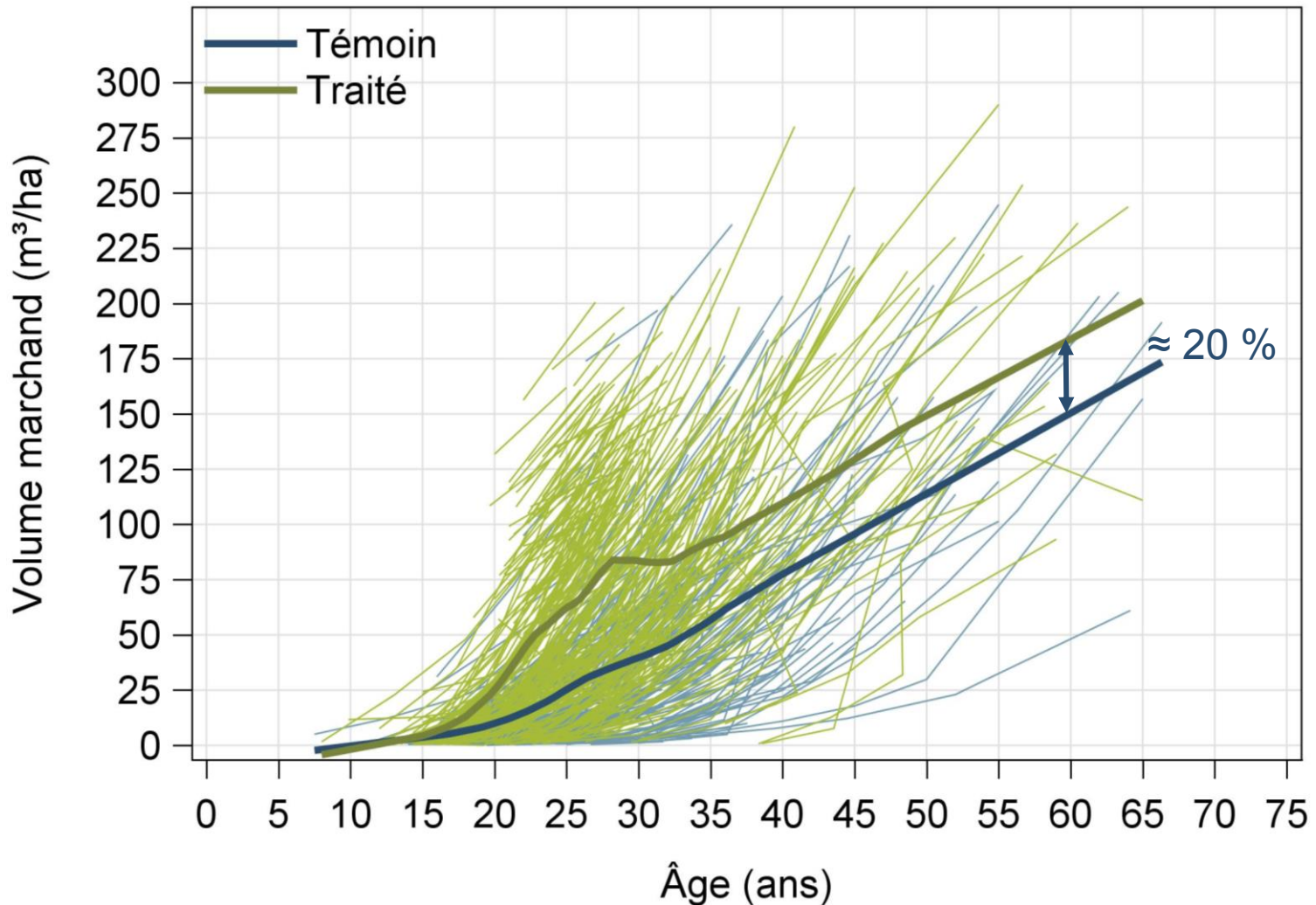
Résultats – production

Données observées

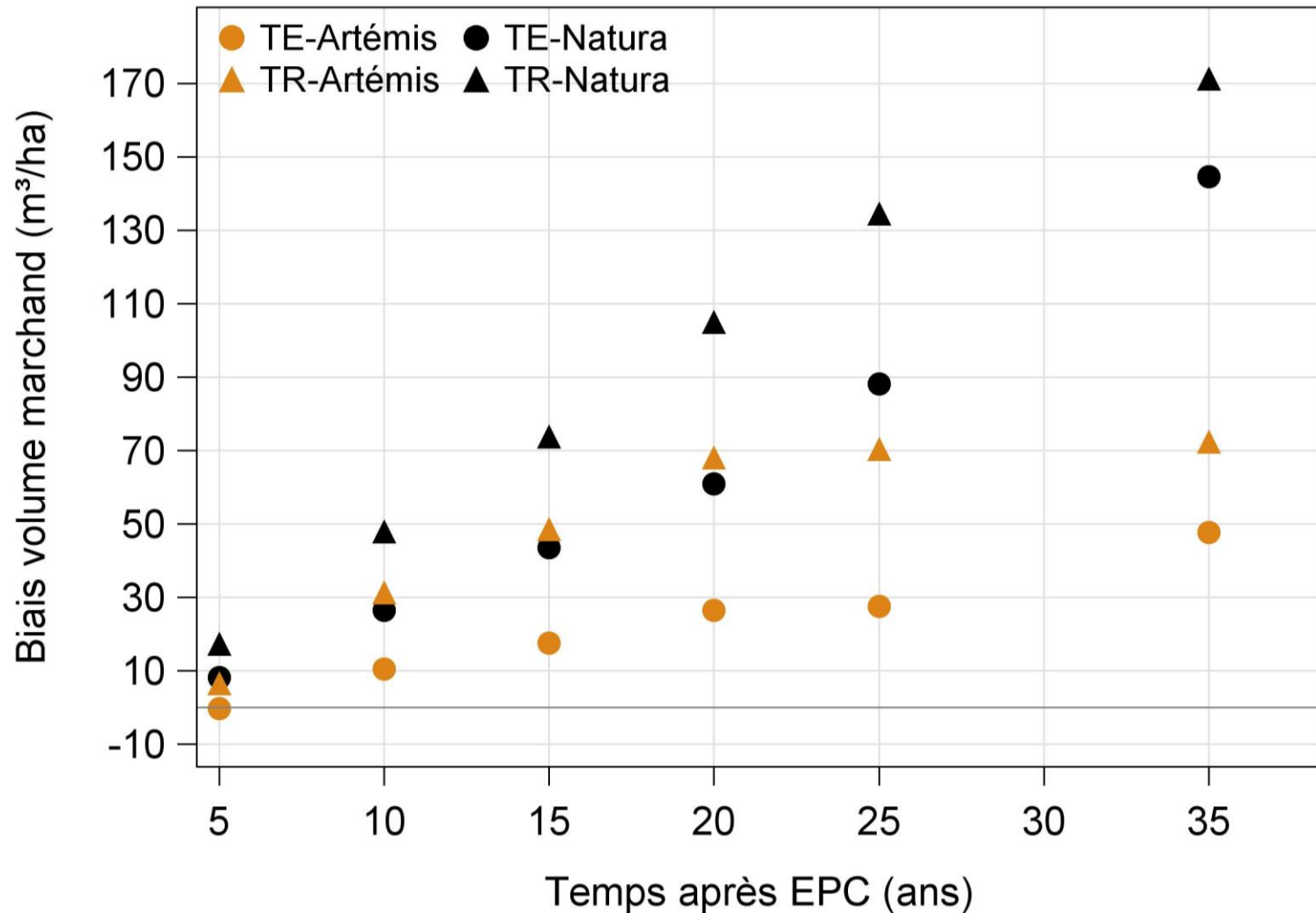


Résultats – production

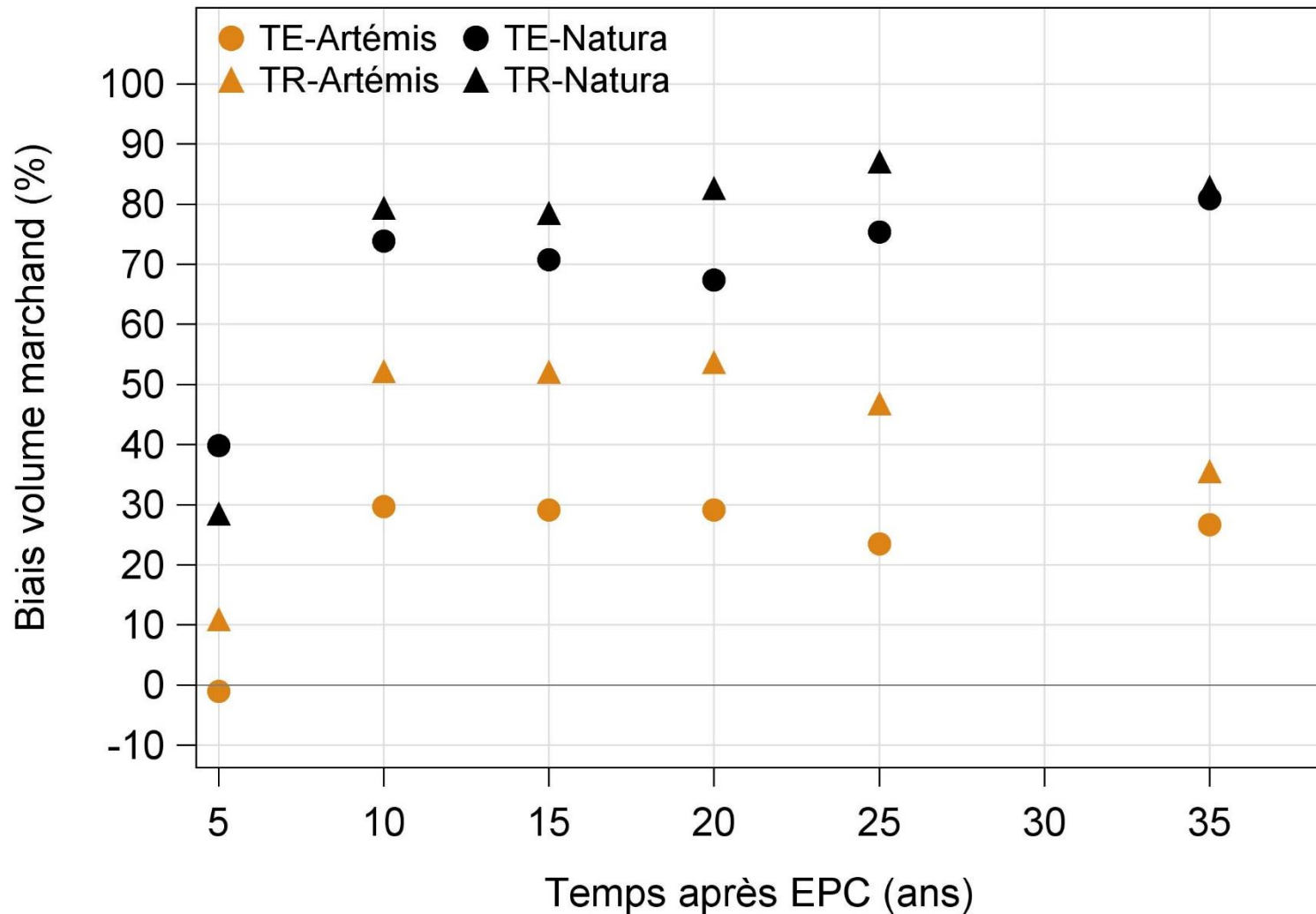
Données observées



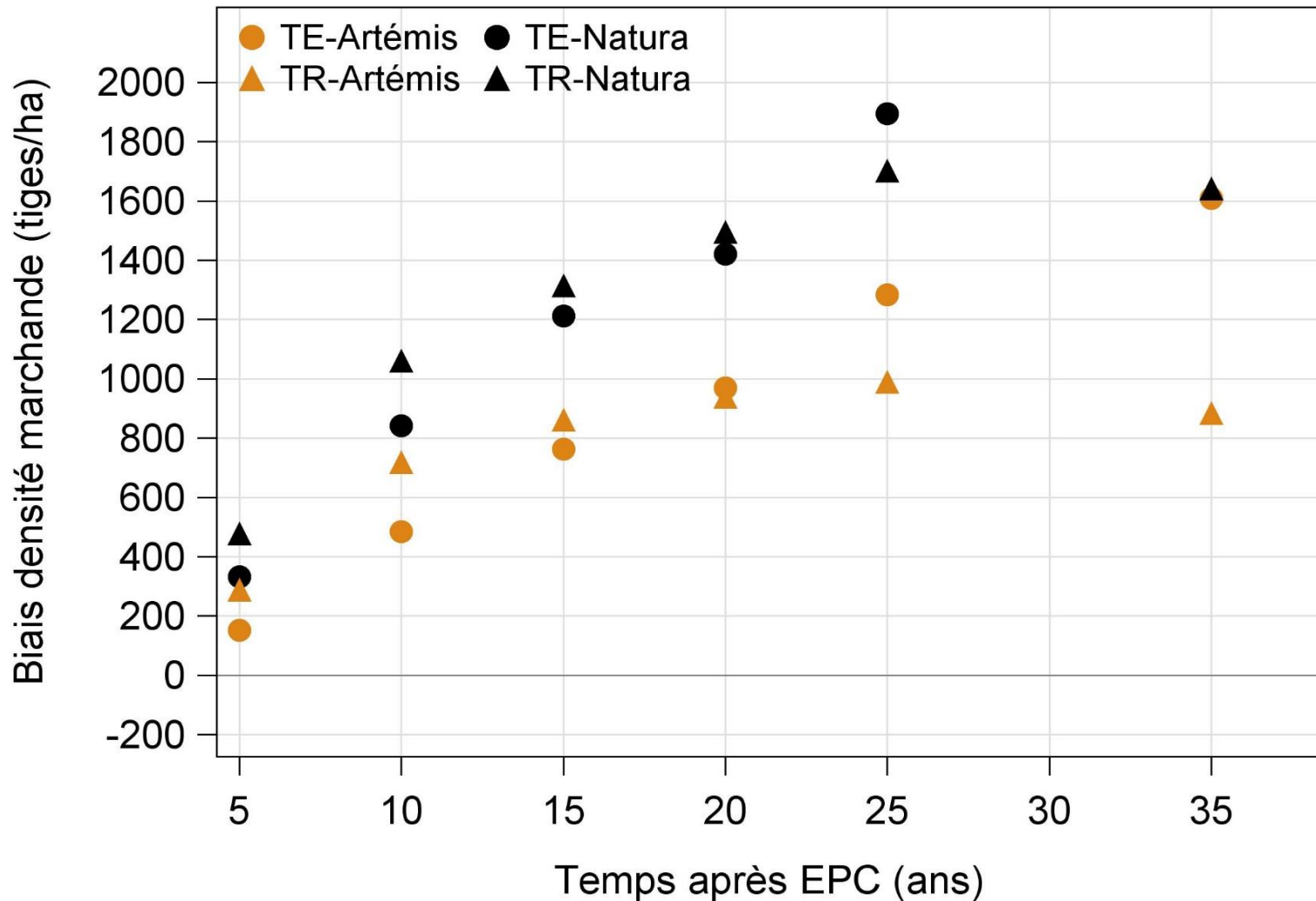
Résultats – biais en production



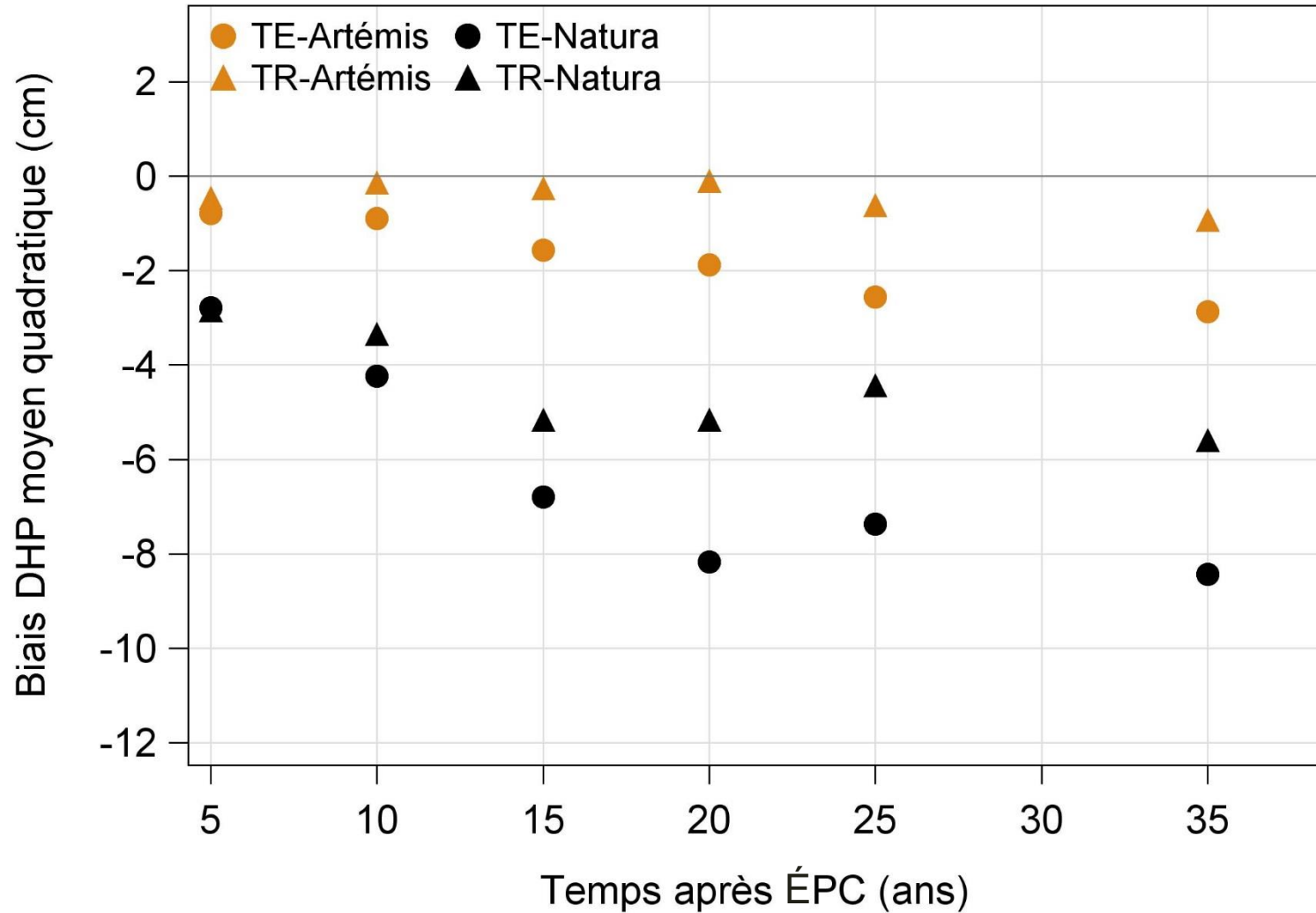
Résultats – biais relatifs en production



Résultats – biais en densité



Résultats – biais en diamètre



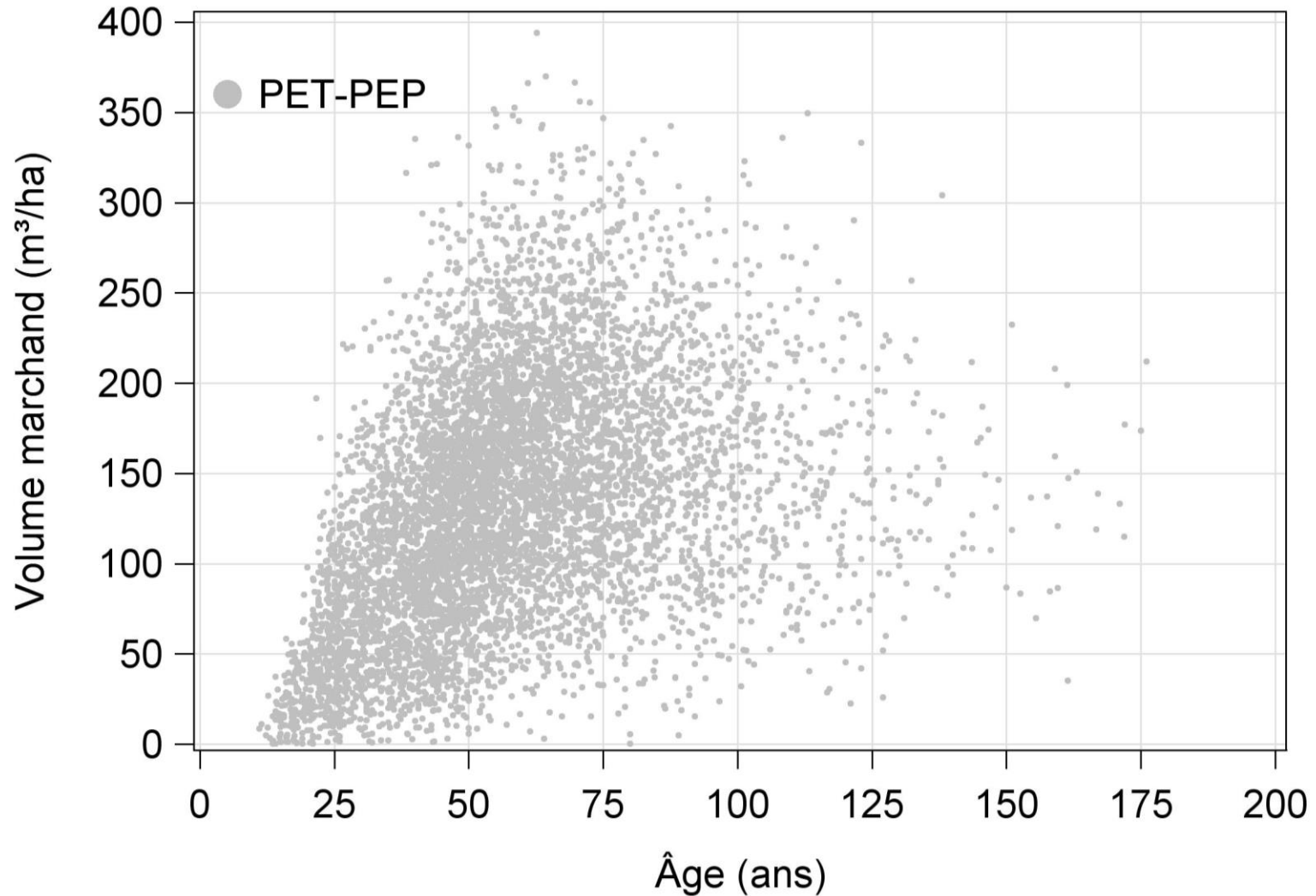
Constats

- Les deux modèles sous-estiment l'évolution du volume marchand, et ce, aussi bien des placettes témoins que traitées.
- La sous-estimation est plus grande pour les placette traitées.
- La sous-estimation augmente avec la longueur de la simulation.

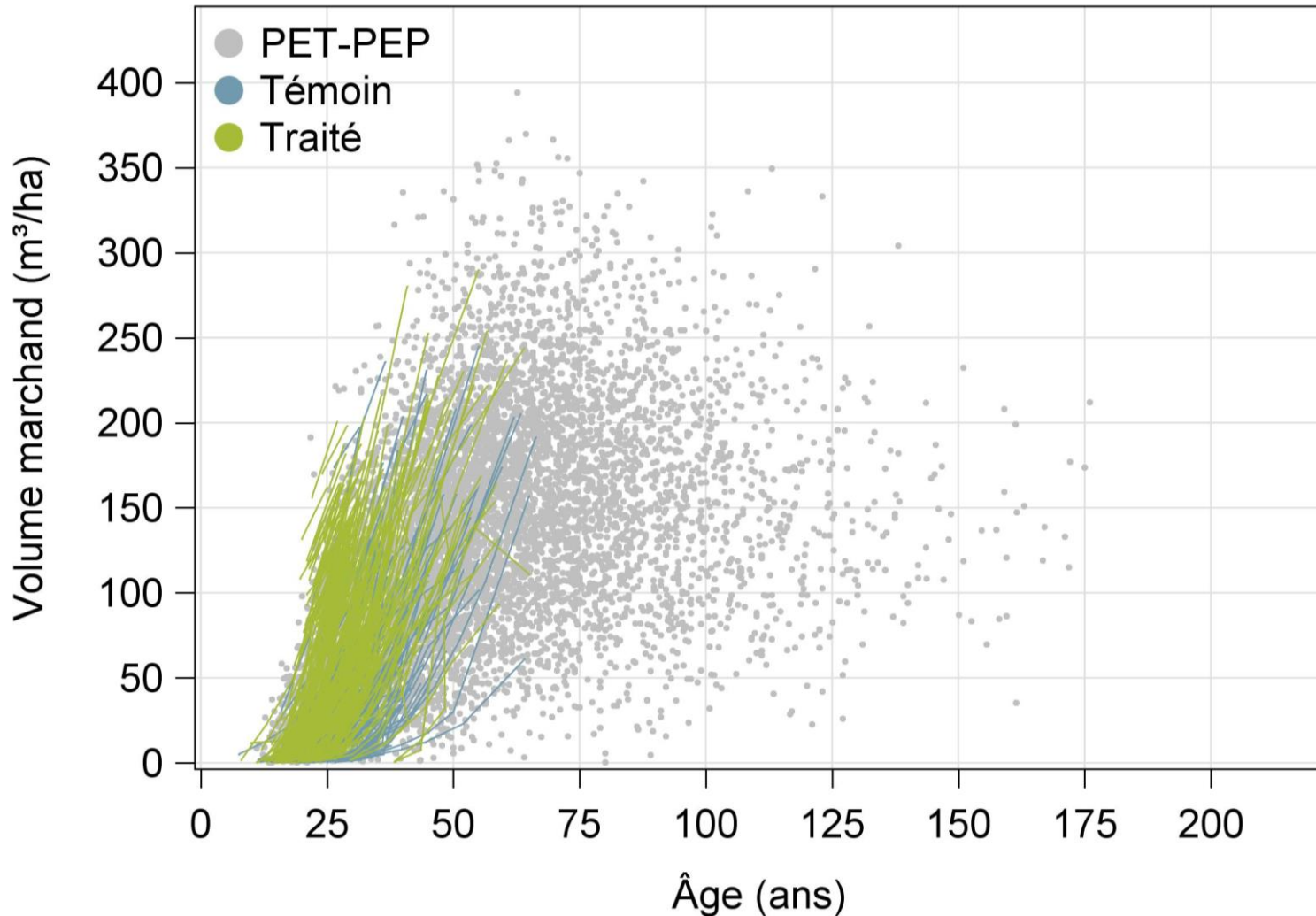
Constats

- La sous-estimation est aussi importante en valeur relative qu'absolue; elle augmente rapidement, puis se stabilise.
- Artémis est le modèle le moins biaisé, mais les biais sont tout de même importants.

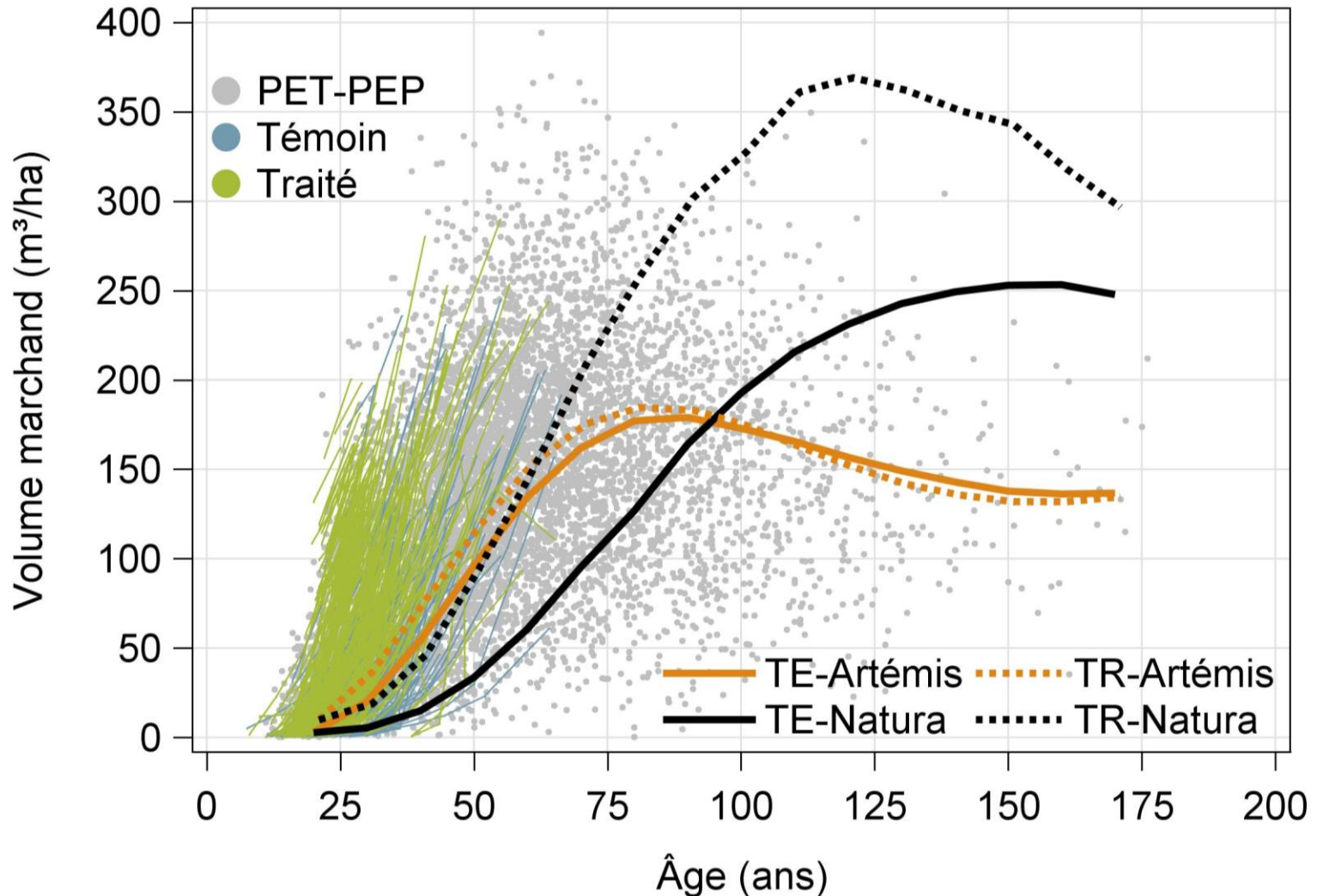
Résultats – production à long terme



Résultats – production à long terme



Résultats – production à long terme

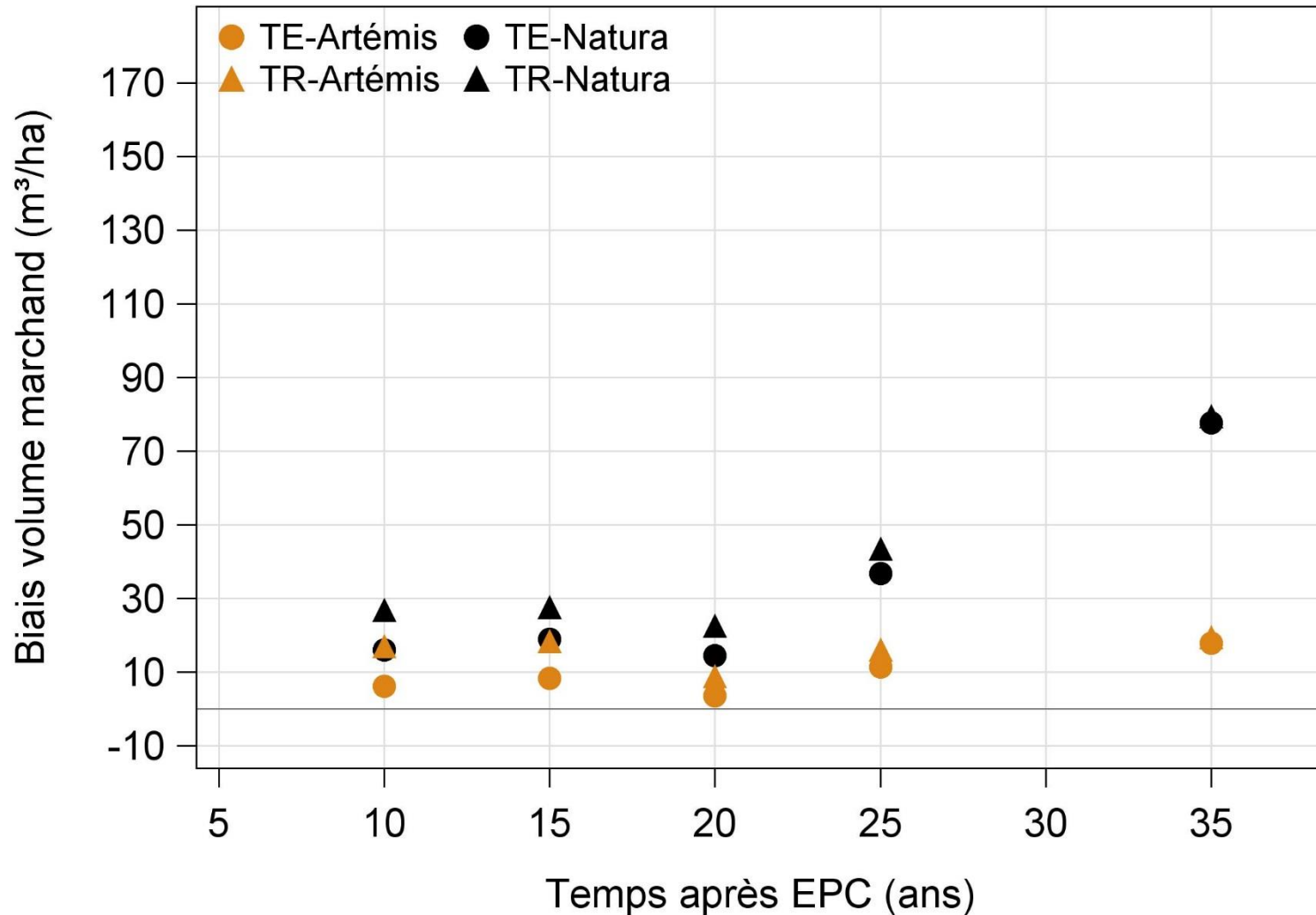


Constats

- Lorsqu'utilisés à la limite inférieure des données ayant servi à leur étalonnage, ces modèles ne permettent pas de distinguer les placettes témoins et traitées propices à une ÉPC.
- Parmi les deux modèles, c'est Artémis qui a le moins mauvais/plus meilleur comportement, mais...

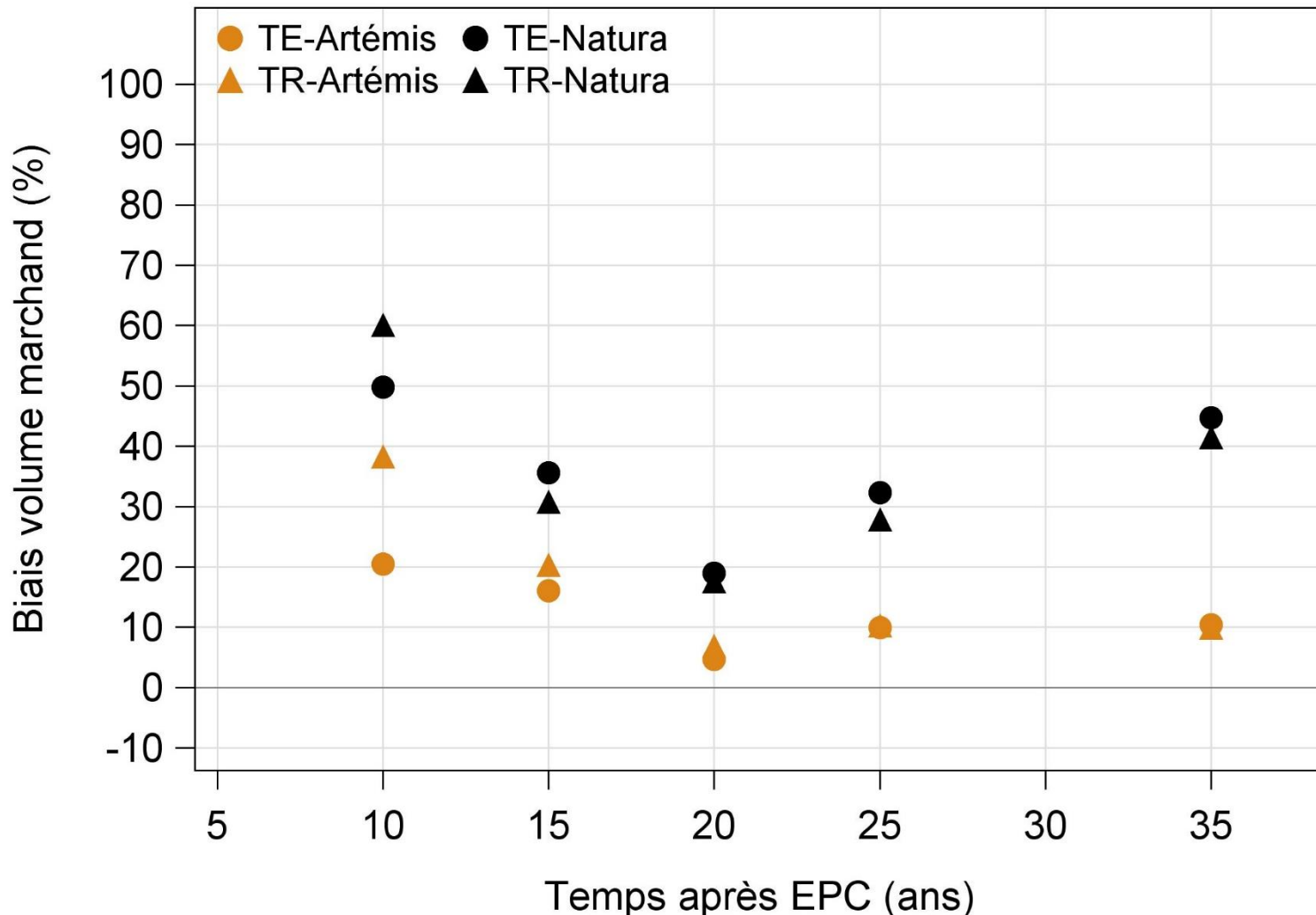
Résultats – biais en production

Sur la dernière période de mesure



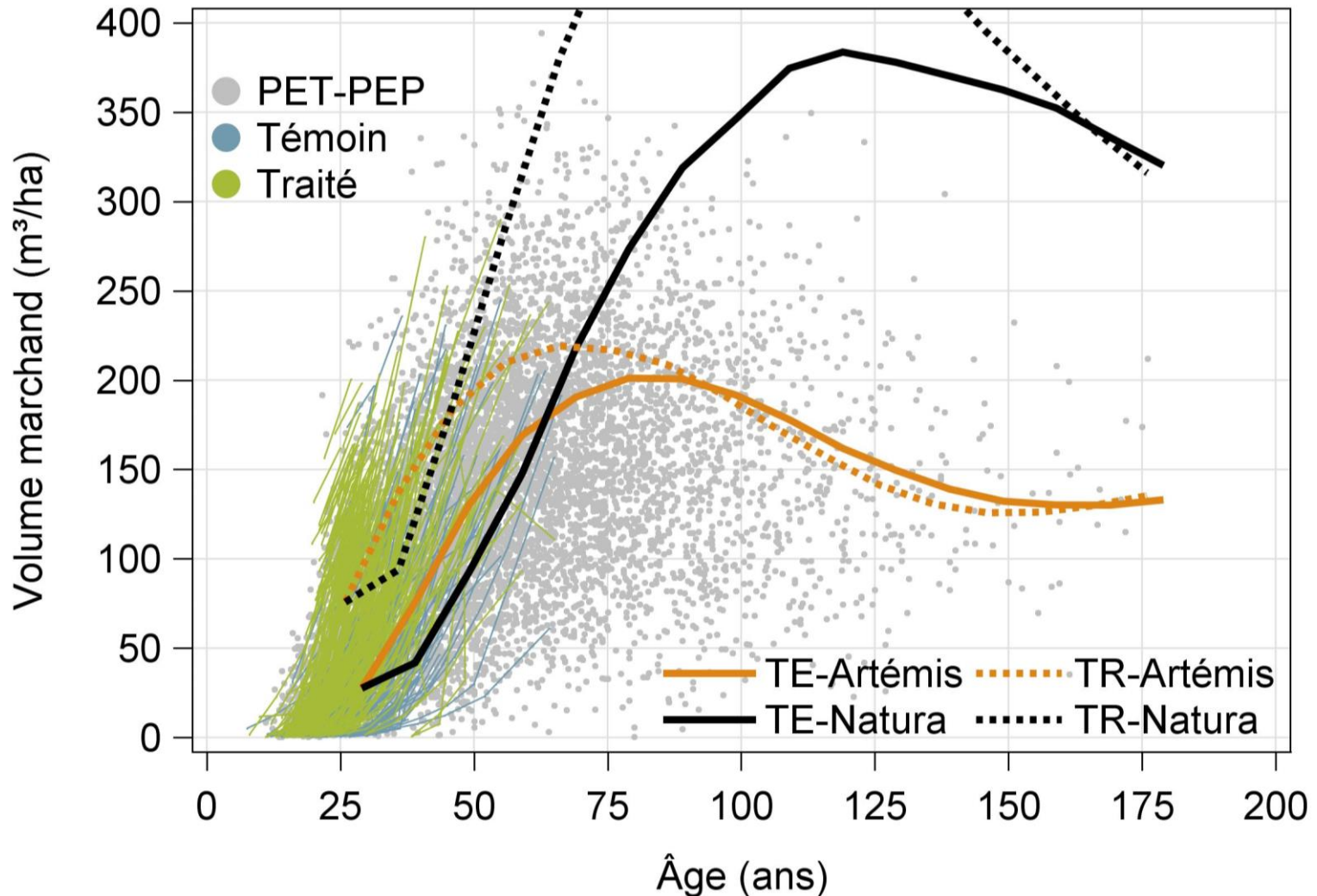
Résultats – biais relatifs en production

Sur la dernière période de mesure



Résultats – production à long terme

Sur la dernière période de mesure



Constats

- Les deux modèles se positionnent mieux au départ sur le nuage des placettes témoins et éclaircies.
- La pente des courbes s'apparente à celles des segments d'évolution des placettes pour la plage de données observées.
- Artémis a encore le comportement à long terme le plus plausible, mais...
- Natura produit des évolutions aberrantes.

Recommandations

- Ne pas utiliser les modèles avec des peuplements trop jeunes.
- Adapter les modèles existants pour simuler adéquatement les peuplements plus jeunes, mieux stockés et sur de bonnes stations.
- Poursuivre le mesurage des placettes des deux réseaux pour valider les prévisions de modèles existants sur une plus longue période.

Recommandations

- Ne pas utiliser les modèles pour faire des simulations à trop long terme.
- Adopter une attitude critique envers les résultats obtenus par simulations.

Perspectives de solutions

- Analyse des biais en fonction de variables explicatives
 - Standardisation des variables explicatives
 - Modèle linéaire mixte avec effets répétés

Perspectives de solutions

Artémis $R^2 = 0.52$

Variable	Coefficient	Erreur type
Ordonnée origine	13,83	0,66
Traitement	12,94	0,84
Temps de simulation	10,27	0,31
Traitement * Temps	5,92	0,44
Hauteur	8,16	0,56
Hauteur*Temps	3,57	0,28
Sous domaine 4-Est	5,22	1,45
Densité gaules 6 et 8 cm	2,85	0,52
Densité gaules 6 et 8 cm * Temps	3,00	0,26
Âge début simul.	-6,59	0,65
Âge début simul. * Traitement	-3,31	0,85
Âge début simul. * Temps	-4,30	0,24
Sous domaine 4-Ouest	-5,41	1,20

Perspectives de solutions

Natura $R^2 = 0.55$

Variable	Coefficient	Erreur type
Ordonnée origine	20,25	0,97
Traitement	13,48	0,94
Temps de simulation	13,22	0,34
Traitement*Temps	6,14	0,48
Sous domaine 4-Est	9,06	1,69
Végétation potentielle MS2	7,72	1,18
Hauteur	8,34	0,63
Hauteur*Temps	3,09	0,30
Densité gaules 6 et 8 cm	3,16	0,59
Densité gaules 6 et 8 cm * Temps	3,79	0,28
Végétation potentielle RE3	-6,79	2,20
Âge début simul.	-5,76	0,73
Âge début simul.*Traitement	-3,59	0,95
Âge début simul.*Temps	-4,47	0,26
Sous domaines 4 et 5-Ouest	-3,51	1,07

Perspectives de solutions

- Développer des modèles pour les jeunes peuplements
 - Utiliser des données des réseaux de la mesure des effets réels sur l'ÉPC
 - Prendre en compte les gaules
 - Considérer l'effet du traitement
- Adapter les modèles avec des peuplements de plus de 7 m de hauteur
 - Placettes permanentes comparables
 - Prendre en compte les gaules

Remerciements