



Budgets et cycles de nutriments dans des plantations de peupliers hybrides

Benoit Lafleur et Nicolas Bélanger

CEF-Téluq-UQAM

Mise en contexte

- Demande croissance pour les produits ligneux

- FAO, vers 2050

- Plantation: ~5-10% surface forestière; 50% bois récolté commercialement

Mise en contexte

- Demande croissance pour les produits ligneux
 - FAO, vers 2050
 - Plantation: ~5-10% surface forestière; 50% bois récolté commercialement
- Intérêt grandissant pour les espèces à croissance rapide
 - Peuplier hybride (PEH)

Mise en contexte

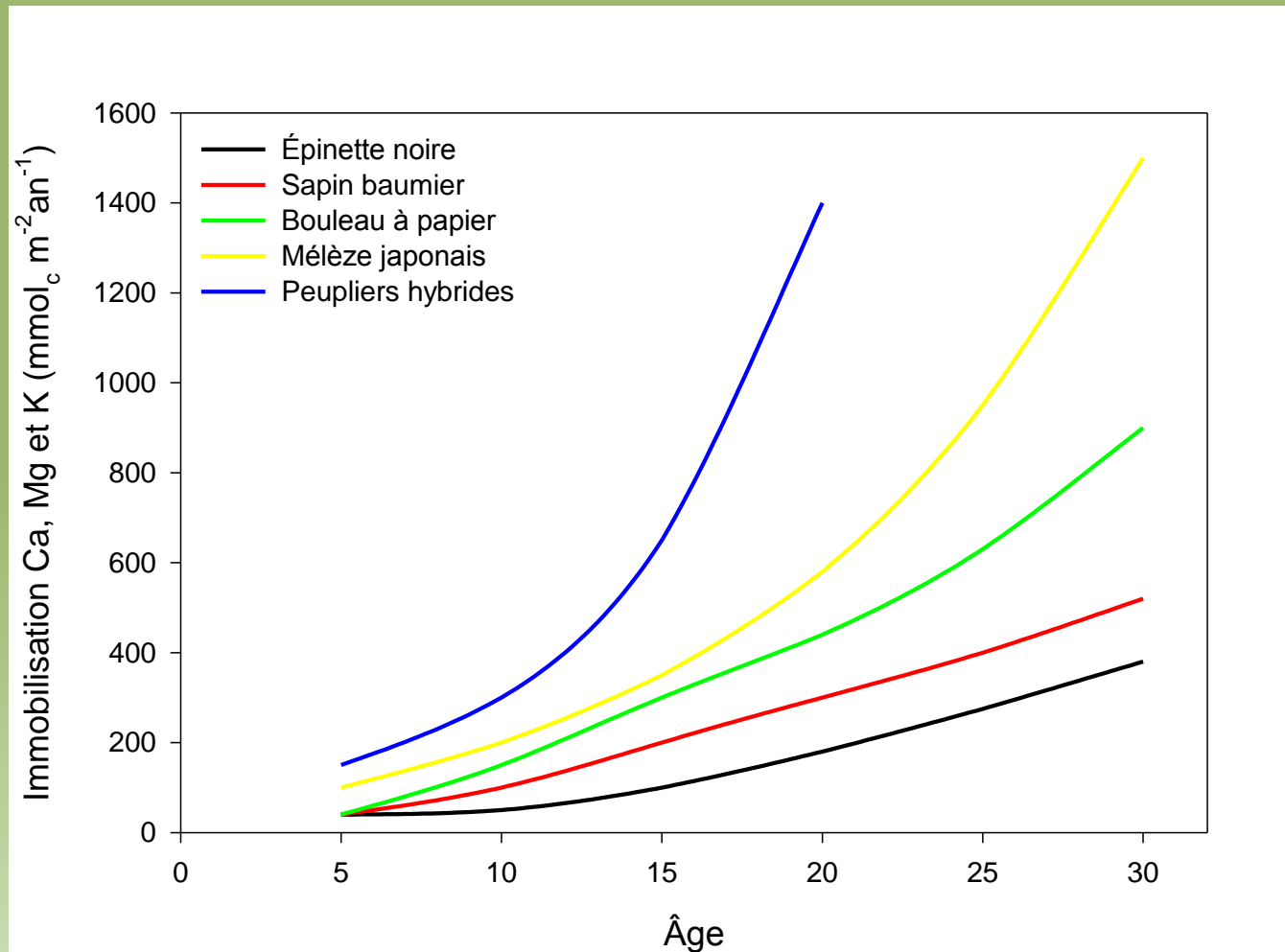
- Demande croissance pour les produits ligneux
 - FAO, vers 2050
 - Plantation: ~5-10% surface forestière; 50% bois récolté commercialement
- Intérêt grandissant pour les espèces à croissance rapide
 - Peuplier hybride (PEH)
- Disponibilité nutriments et rendement soutenu des plantation à long terme?
 - Hypothèse: Les espèces à croissance rapide, parce qu'ils ont un besoin élevé en nutriments, appauvrissent les sols

Mise en contexte

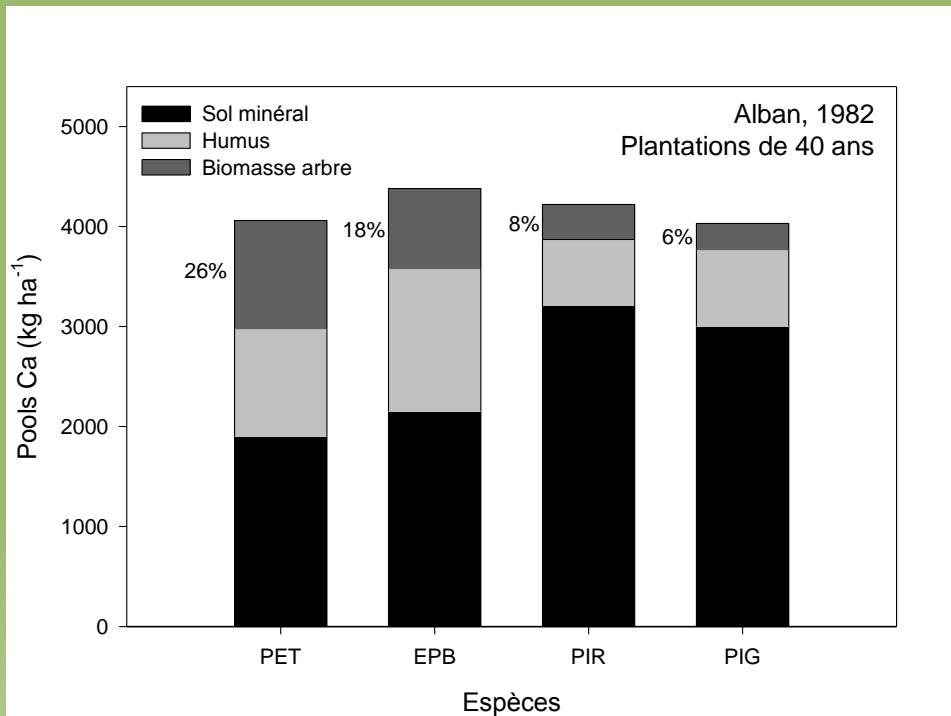
- Demande croissance pour les produits ligneux
 - FAO, vers 2050
 - Plantation: ~5-10% surface forestière; 50% bois récolté commercialement
- Intérêt grandissant pour les espèces à croissance rapide
 - Peuplier hybride (PEH)
- Disponibilité nutriments et rendement soutenu des plantation à long terme?
 - Hypothèse: Les espèces à croissance rapide, parce qu'ils ont un besoin élevé en nutriments, appauvrissent les sols

*Effets négatifs des espèces à croissance rapide sur
les pools de cations échangeables*

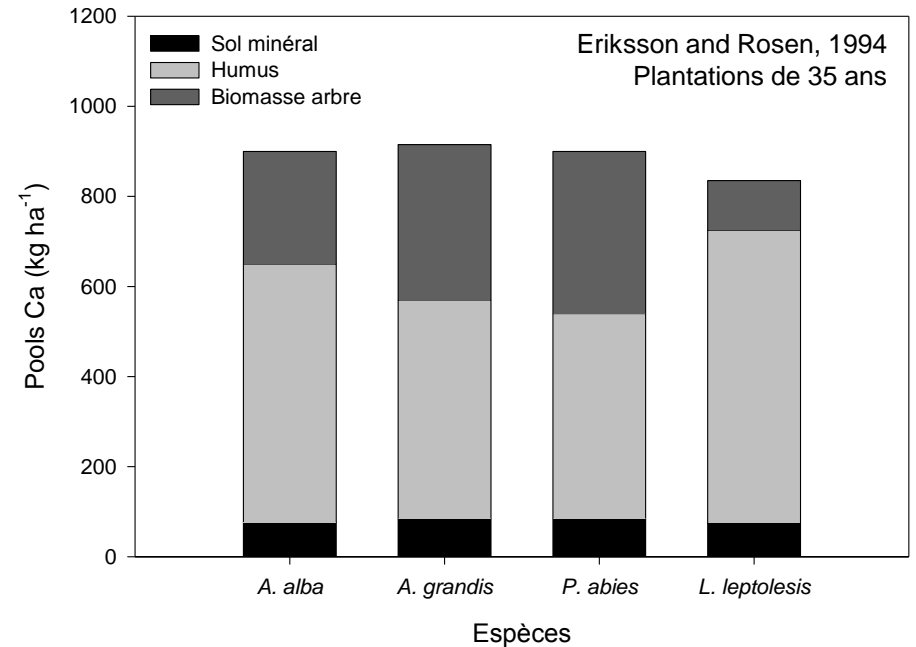
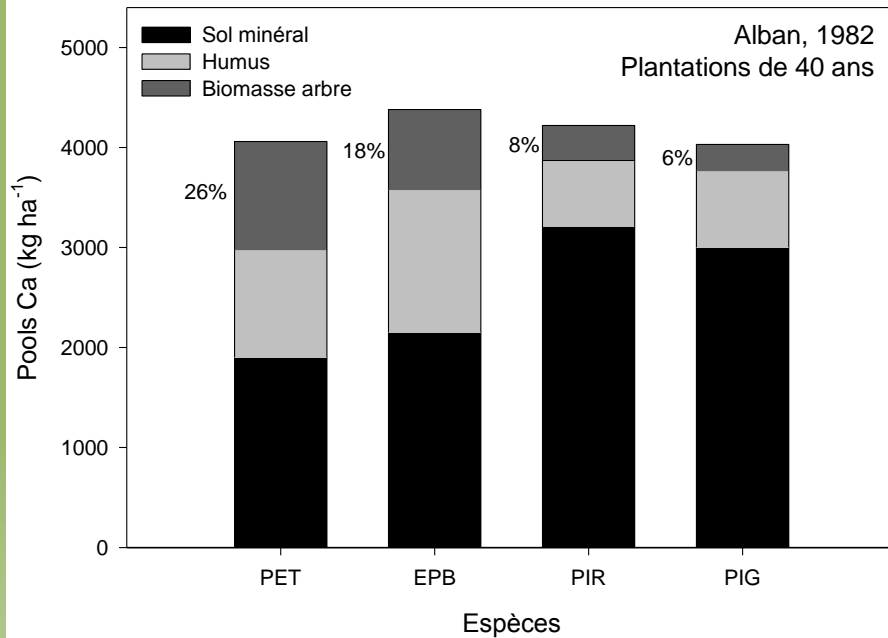
Mise en contexte



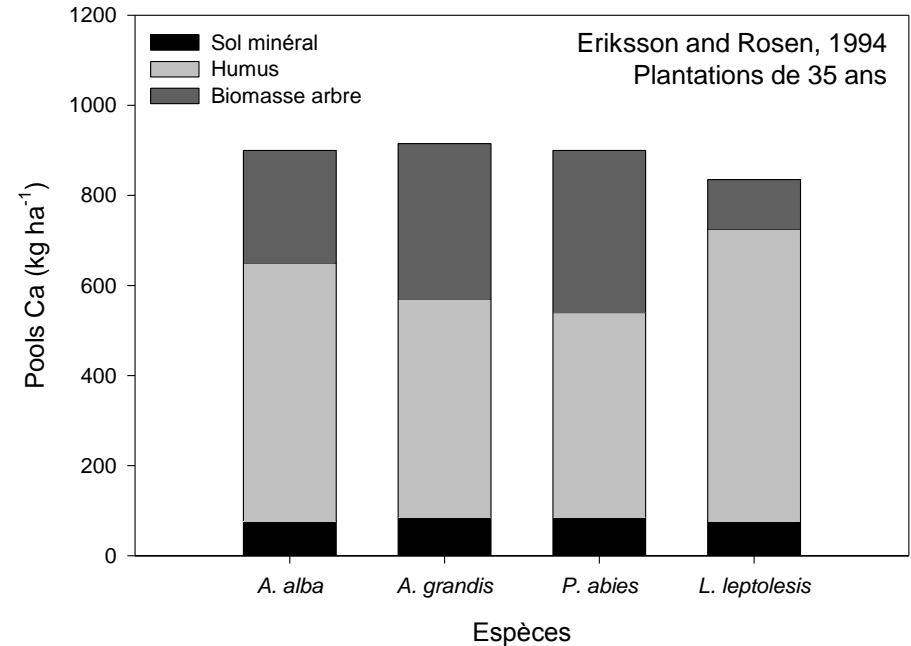
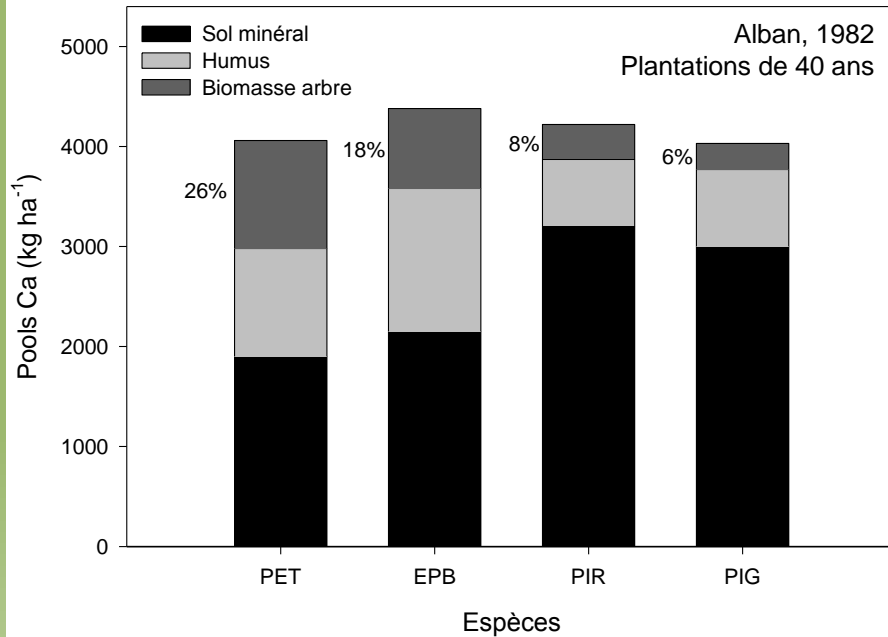
Mise en contexte



Mise en contexte



Mise en contexte



Effets négatifs pas toujours observés!

Mise en contexte

Saskatchewan, plantations 20 ans.

Budget nutritif récolte par tronc entier et par arbre entier

Composante du budget	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
Sol	257.0	94.7	2068.0	20439.0	10895.0
Inputs					
Fertilisation	100.0	ND	ND	ND	ND
Précipitation	188.0	30.9	79.2	44.4	12.9
Pluiolessivat	0.0	0.0	45.8	29.2	3.5
Stemflow	0.3	1.2	126.1	42.3	12.2
Altération	0.0	0.0	24.0	539.1	106.6
Outputs					
<i>Récolte</i>					
Tronc	263.1	67.1	435.4	278.7	67.0
Feuille	95.6	8.0	80.3	27.5	8.2
<i>Lessivage</i>	18.0	0.0	2.0	36.0	14.0
Total					
Arbre entier	-88.4	-43.0	-242.6	312.8	46.0
Tronc entier	7.2	-35.0	-162.3	340.3	54.2

Mise en contexte

Saskatchewan, plantations 20 ans.

Budget nutritif récolte par tronc entier et par arbre entier

Composante du budget	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
Sol	257.0	94.7	2068.0	20439.0	10895.0
Inputs					
Fertilisation	100.0	ND	ND	ND	ND
Précipitation	188.0	30.9	79.2	44.4	12.9
Pluiolessivat	0.0	0.0	45.8	29.2	3.5
Stemflow	0.3	1.2	126.1	42.3	12.2
Altération	0.0	0.0	24.0	539.1	106.6
Outputs					
<i>Récolte</i>					
Tronc	263.1	67.1	435.4	278.7	67.0
Feuille	95.6	8.0	80.3	27.5	8.2
<i>Lessivage</i>	18.0	0.0	2.0	36.0	14.0
Total					
Arbre entier	-88.4	-43.0	-242.6	312.8	46.0
Tronc entier	7.2	-35.0	-162.3	340.3	54.2

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

1. Capacité tampon des sols (ex.: argile avec CEC \nearrow)

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

1. Capacité tampon des sols (ex.: argile avec CEC \nearrow)
2. Filtration des aérosol par la canopée

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

1. Capacité tampon des sols (ex.: argile avec CEC \nearrow)
2. Filtration des aérosol par la canopée
3. Réduction du lessivage des nutriments par un usage accru de l'eau

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

1. Capacité tampon des sols (ex.: argile avec CEC \nearrow)
2. Filtration des aérosol par la canopée
3. Réduction du lessivage des nutriments par un usage accru de l'eau
4. *Altération chimique des sol*

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

1. Capacité tampon des sols (ex.: argile avec CEC \nearrow)
2. Filtration des aérosol par la canopée
3. Réduction du lessivage des nutriments par un usage accru de l'eau
4. *Altération chimique des sol*
 - *Production d'acides organiques (diminution du pH des sols)*
 - *Dissolution de la structure cristalline du sol minéral*
 - *Mise en disponibilité des cations basiques*

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

1. Capacité tampon des sols (ex.: argile avec CEC \nearrow)
2. Filtration des aérosol par la canopée
3. Réduction du lessivage des nutriments par un usage accru de l'eau
4. *Altération chimique des sol*
 - *Production d'acides organiques (diminution du pH des sols)*
 - *Dissolution de la structure cristalline du sol minéral*
 - *Mise en disponibilité des cations basiques*

P. tremuloides (Qin et al., 2007)

Mise en contexte

Effets négatifs pas toujours observés

1. Capacité tampon des sols (ex.: argile avec CEC \nearrow)
2. Filtration des aérosol par la canopée
3. Réduction du lessivage des nutriments par un usage accru de l'eau
4. *Altération chimique des sol*

→ *Production d'acides organiques (diminution du pH des sols)*

→ *Dissolution de la structure cristalline du sol minéral*

→ *Mise en disponibilité des cations basiques*

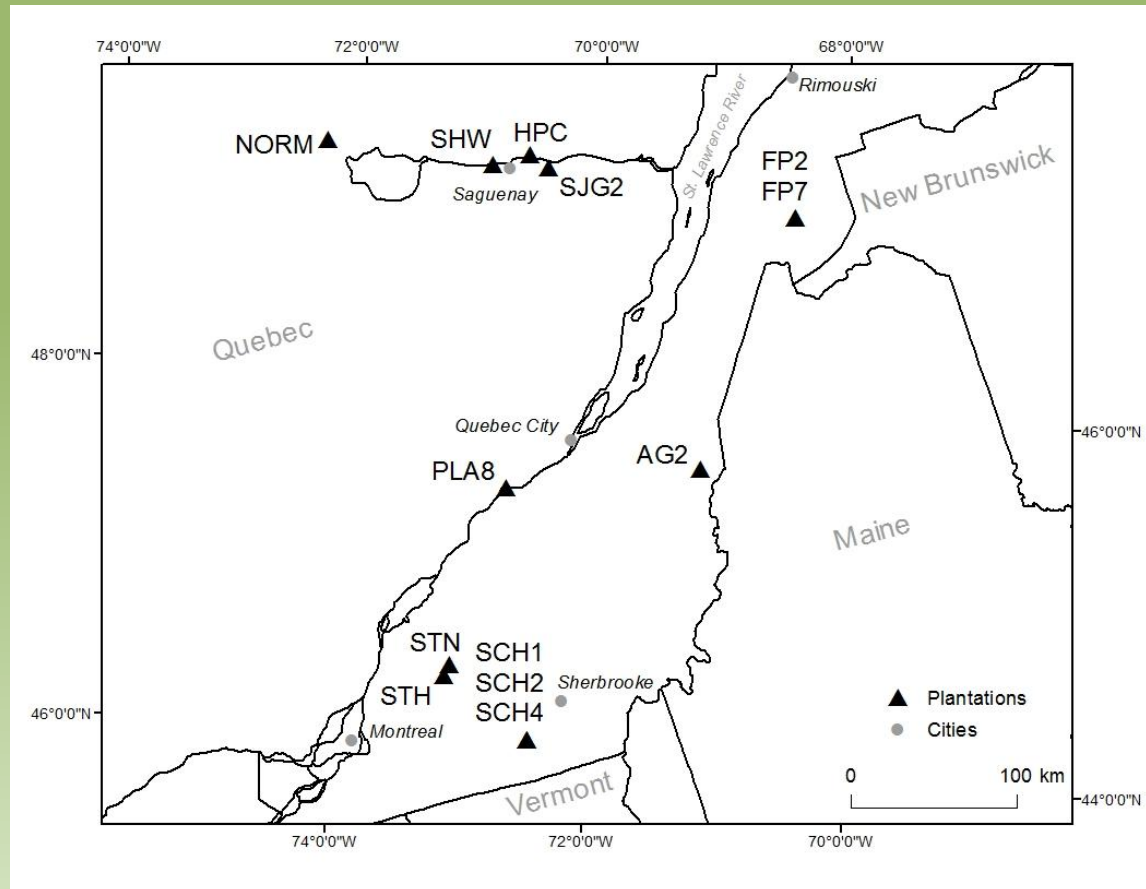
P. tremuloides (Qin et al., 2007)

Objectifs

Identifier les effets de l'afforestation avec PEH sur la mise en disponibilité des cations basiques par l'altération des sols

Méthodologie

- Québec, 13 plantations (1 à 22 ans), *Podzols et Gleysols, argiles et loams*
 - *P. maximowiczii* (× *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. balsamea*)



Méthodologie

- Québec, 13 plantations (1 à 22 ans), *Podzols et Gleysols, argiles et loams*
 - *P. maximowiczii* (× *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. balsamea*)
- Échantillonnage des sols: Plantation vs. Champ abandonné

Méthodologie

- Québec, 13 plantations (1 à 22 ans), *Podzols et Gleysols, argiles et loams*
 - *P. maximowiczii* (× *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. balsamea*)
- Échantillonnage des sols: Plantation vs. Champ abandonné
- Chimie des sols:

Méthodologie

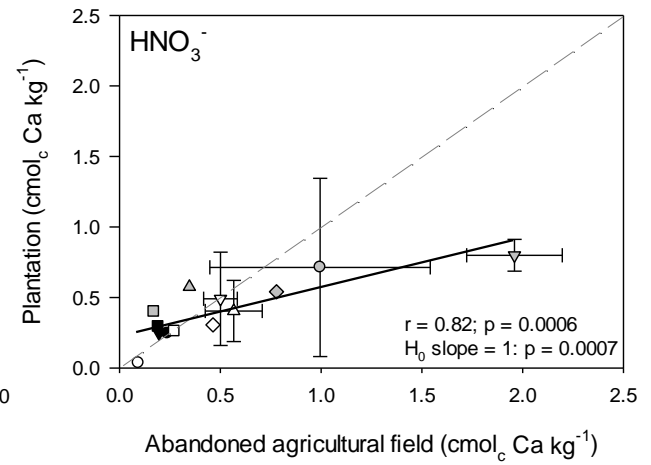
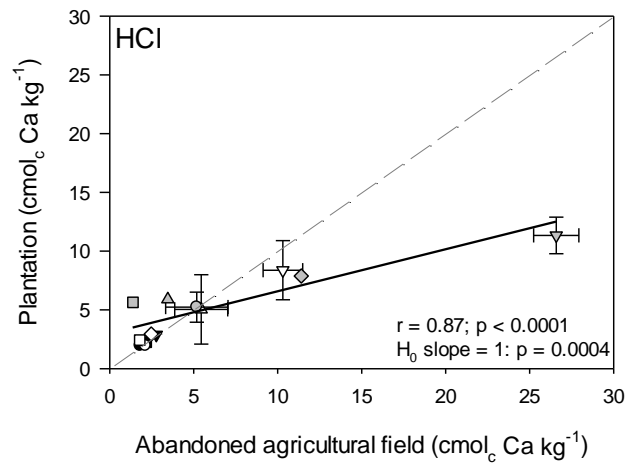
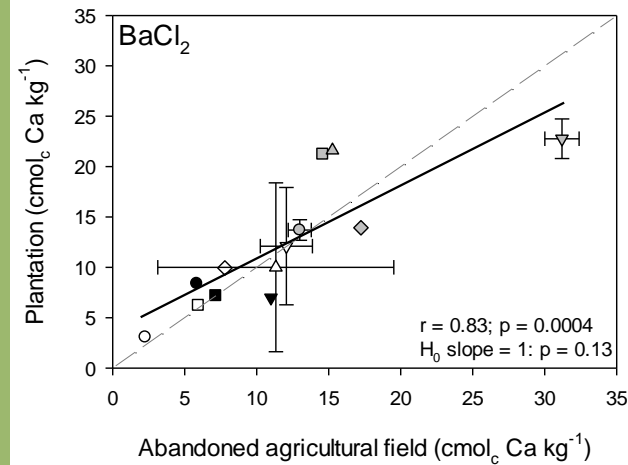
- Québec, 13 plantations (1 à 22 ans), *Podzols et Gleysols, argiles et loams*
 - *P. maximowiczii* (× *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. balsamea*)
- Échantillonnage des sols: Plantation vs. Champ abandonné
- Chimie des sols:
 - A) Lessivage séquentiel (Nezat et al., 2007)
 - 1) Cations échangeables 0.1 M BaCl₂
 - 2) Minéraux solubles 0.1 N HCl
 - 3) Minéraux réfractaires 1 N HNO₃

Méthodologie

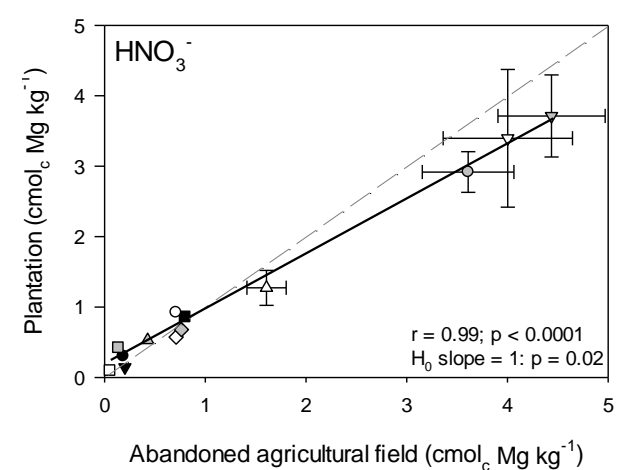
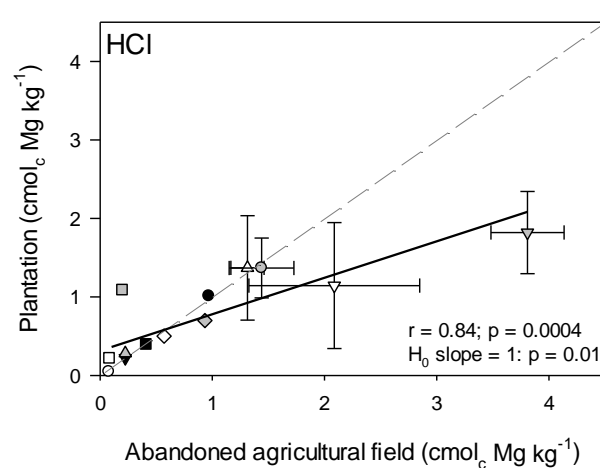
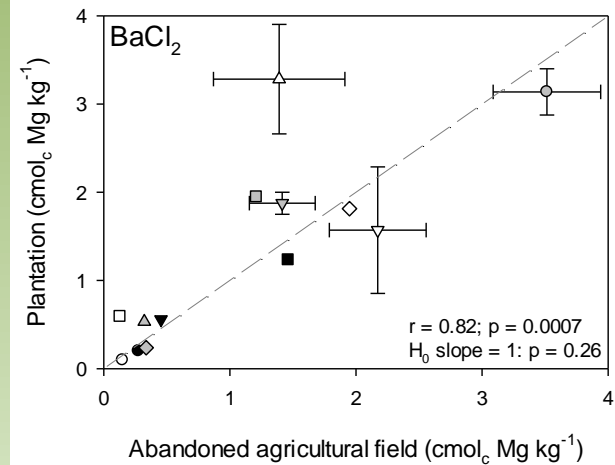
- Québec, 13 plantations (1 à 22 ans), *Podzols et Gleysols, argiles et loams*
 - *P. maximowiczii* (× *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. balsamea*)
- Échantillonnage des sols: Plantation vs. Champ abandonné
- Chimie des sols:
 - A) Lessivage séquentiel (Nezat et al., 2007)
 - 1) Cations échangeables 0.1 M BaCl₂
 - 2) Minéraux solubles 0.1 N HCl
 - 3) Minéraux réfractaires 1 N HNO₃
 - B) Analyses physico-chimiques
 - 1) Argile (%)
 - 2) Chimie totale (Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, P, Mn, Si)
 - 3) UPPSALA (Apatite, Epidote, Hornblende, Biotite, Quartz...)

Résultats

Calcium

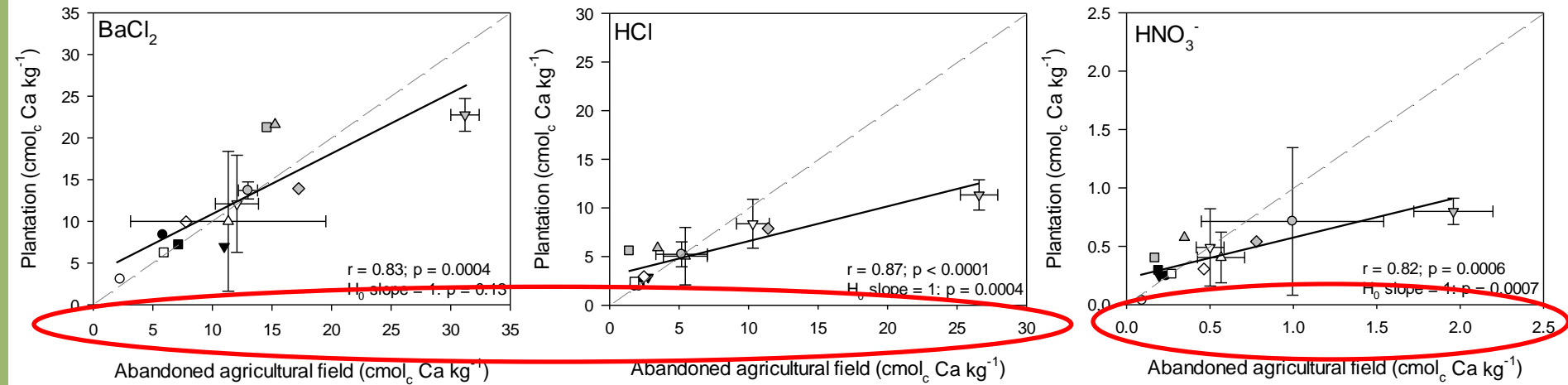


Magnésium

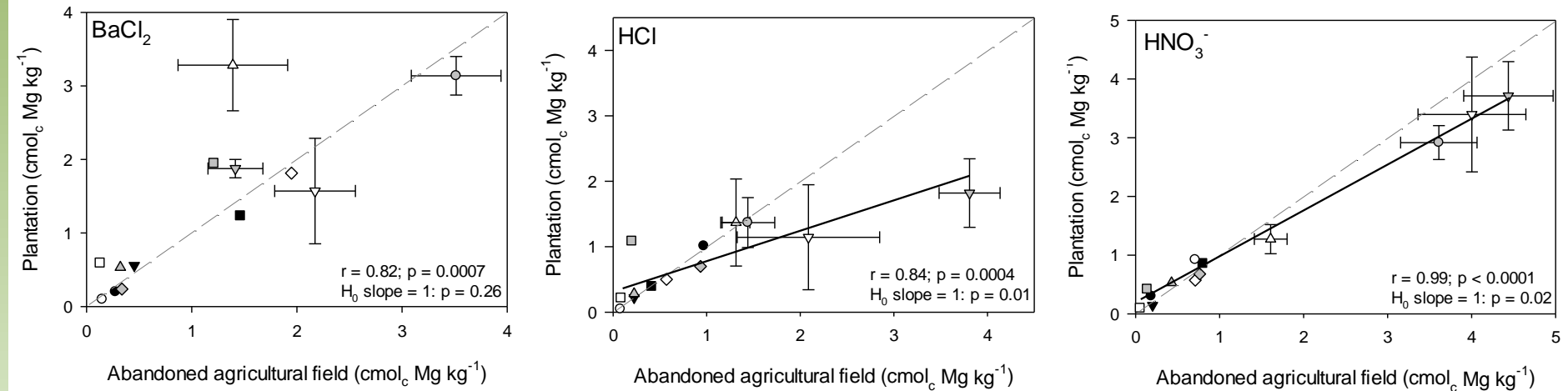


Résultats

Calcium



Magnésium



Résultats

Site	Total chemistry								
	SiO ₂ (g kg ⁻¹)	Al ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	Fe ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	MgO (g kg ⁻¹)	CaO (g kg ⁻¹)	Na ₂ O (g kg ⁻¹)	K ₂ O (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	MnO (mg kg ⁻¹)
AG2	733	125	50.5	14.8	10.5	19.4	16.0	1485	1750
FP7	798	95.3	36.1	11.9	5.2	15.8	12.9	1070	300
SCH4	769	94.3	46.1	14.4	11.6	17.6	16.9	2725	955
HPC	608	202	41.0	15.5	46.3	34.5	21.9	1830	585
SJG2	606	176	67.4	23.8	33.2	28.8	29.7	3175	1405
SCH2	740	102	61.3	16.8	11.6	17.6	17.8	2620	1695
FP2	819	93.9	17.6	6.9	4.9	15.8	15.1	1220	155
SCH1	750	93.6	50.1	29.0	11.5	17.2	17.4	1460	1060
NORM	634	156	63.1	24.4	31.1	31.5	25.4	2145	1125
SHW	596	170	64.3	28.4	44.2	33.0	30.4	2670	1030
PLA8	690	156	49.2	17.3	7.3	10.7	30.2	1480	325
STN	720	127	40.2	9.4	24.4	26.4	25.3	1445	680
STH	728	124	42.1	9.4	21.7	24.4	23.8	1710	800

Résultats

Site	Total chemistry								
	SiO ₂ (g kg ⁻¹)	Al ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	Fe ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	MgO (g kg ⁻¹)	CaO (g kg ⁻¹)	Na ₂ O (g kg ⁻¹)	K ₂ O (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	MnO (mg kg ⁻¹)
AG2	733	125	50.5	14.8	10.5	19.4	16.0	1485	1750
FP7	798	95.3	36.1	11.9	5.2	15.8	12.9	1070	300
SCH4	769	94.3	46.1	14.4	11.6	17.6	16.9	2725	955
HPC	608	202	41.0	15.5	46.3	34.5	21.9	1830	585
SJG2	606	176	67.4	23.8	33.2	28.8	29.7	3175	1405
SCH2	740	102	61.3	16.8	11.6	17.6	17.8	2620	1695
FP2	819	93.9	17.6	6.9	4.9	15.8	15.1	1220	155
SCH1	750	93.6	50.1	29.0	11.5	17.2	17.4	1460	1060
NORM	634	156	63.1	24.4	31.1	31.5	25.4	2145	1125
SHW	596	170	64.3	28.4	44.2	33.0	30.4	2670	1030
PLA8	690	156	49.2	17.3	7.3	10.7	30.2	1480	325
STN	720	127	40.2	9.4	24.4	26.4	25.3	1445	680
STH	728	124	42.1	9.4	21.7	24.4	23.8	1710	800

Résultats

Site	Total chemistry								
	SiO ₂ (g kg ⁻¹)	Al ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	Fe ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	MgO (g kg ⁻¹)	CaO (g kg ⁻¹)	Na ₂ O (g kg ⁻¹)	K ₂ O (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	MnO (mg kg ⁻¹)
AG2	733	125	50.5	14.8	10.5	19.4	16.0	1485	1750
FP7	798	95.3	36.1	11.9	5.2	15.8	12.9	1070	300
SCH4	769	94.3	46.1	14.4	11.6	17.6	16.9	2725	955
HPC	608	202	41.0	15.5	46.3	34.5	21.9	1830	585
SJG2	606	176	67.4	23.8	33.2	28.8	29.7	3175	1405
SCH2	740	102	61.3	16.8	11.6	17.6	17.8	2620	1695
FP2	819	93.9	17.6	6.9	4.9	15.8	15.1	1220	155
SCH1	750	93.6	50.1	29.0	11.5	17.2	17.4	1460	1060
NORM	634	156	63.1	24.4	31.1	31.5	25.4	2145	1125
SHW	596	170	64.3	28.4	44.2	33.0	30.4	2670	1030
PLA8	690	156	49.2	17.3	7.3	10.7	30.2	1480	325
STN	720	127	40.2	9.4	24.4	26.4	25.3	1445	680
STH	728	124	42.1	9.4	21.7	24.4	23.8	1710	800

Résultats

Site	Mineralogy (%)								
	Quartz	K-Feldspar	Plagioclase	Muscovite	Hornblende	Chlorite	Apatite	Epidote	Calcite
AG2	58.1	9.27	22.1	3.28	2.06	4.28	0.37	0.53	0.00
FP7	68.3	7.24	17.4	2.56	0.00	3.97	0.26	0.20	0.00
SCH4	60.9	9.60	19.0	3.40	2.10	3.83	0.66	0.46	0.00
HPC	19.5	11.6	37.7	4.10	23.2	0.00	0.45	3.13	0.30
SJG2	24.7	17.5	31.5	6.20	15.4	1.76	0.79	2.15	0.00
SCH2	58.3	10.5	19.3	3.70	2.25	4.85	0.66	0.47	0.00
FP2	69.4	8.50	16.9	3.01	0.00	1.67	0.29	0.19	0.00
SCH1	55.4	9.77	18.1	3.46	3.24	9.18	0.35	0.55	0.00
NORM	27.2	14.1	34.6	5.00	13.5	2.90	0.52	2.07	0.00
SHW	16.0	16.9	35.0	5.97	21.9	0.73	0.63	2.92	0.00
PLA8	56.2	20.1	9.45	7.13	2.36	4.11	0.39	0.17	0.00
STN	41.4	13.9	27.6	4.93	10.2	0.00	0.34	1.54	0.00
STH	45.7	13.3	25.8	4.72	8.70	0.00	0.41	1.32	0.00

Résultats

Site	Mineralogy (%)								
	Quartz	K-Feldspar	Plagioclase	Muscovite	Hornblende	Chlorite	Apatite	Epidote	Calcite
AG2	58.1	9.27	22.1	3.28	2.06	4.28	0.37	0.53	0.00
FP7	68.3	7.24	17.4	2.56	0.00	3.97	0.26	0.20	0.00
SCH4	60.9	9.60	19.0	3.40	2.10	3.83	0.66	0.46	0.00
HPC	19.5	11.6	37.7	4.10	23.2	0.00	0.45	3.13	0.30
SJG2	24.7	17.5	31.5	6.20	15.4	1.76	0.79	2.15	0.00
SCH2	58.3	10.5	19.3	3.70	2.25	4.85	0.66	0.47	0.00
FP2	69.4	8.50	16.9	3.01	0.00	1.67	0.29	0.19	0.00
SCH1	55.4	9.77	18.1	3.46	3.24	9.18	0.35	0.55	0.00
NORM	27.2	14.1	34.6	5.00	13.5	2.90	0.52	2.07	0.00
SHW	16.0	16.9	35.0	5.97	21.9	0.73	0.63	2.92	0.00
PLA8	56.2	20.1	9.45	7.13	2.36	4.11	0.39	0.17	0.00
STN	41.4	13.9	27.6	4.93	10.2	0.00	0.34	1.54	0.00
STH	45.7	13.3	25.8	4.72	8.70	0.00	0.41	1.32	0.00

Résultats

Site	Mineralogy (%)								
	Quartz	K-Feldspar	Plagioclase	Muscovite	Hornblende	Chlorite	Apatite	Epidote	Calcite
AG2	58.1	9.27	22.1	3.28	2.06	4.28	0.37	0.53	0.00
FP7	68.3	7.24	17.4	2.56	0.00	3.97	0.26	0.20	0.00
SCH4	60.9	9.60	19.0	3.40	2.10	3.83	0.66	0.46	0.00
HPC	19.5	11.6	37.7	4.10	23.2	0.00	0.45	3.13	0.30
SJG2	24.7	17.5	31.5	6.20	15.4	1.76	0.79	2.15	0.00
SCH2	58.3	10.5	19.3	3.70	2.25	4.85	0.66	0.47	0.00
FP2	69.4	8.50	16.9	3.01	0.00	1.67	0.29	0.19	0.00
SCH1	55.4	9.77	18.1	3.46	3.24	9.18	0.35	0.55	0.00
NORM	27.2	14.1	34.6	5.00	13.5	2.90	0.52	2.07	0.00
SHW	16.0	16.9	35.0	5.97	21.9	0.73	0.63	2.92	0.00
PLA8	56.2	20.1	9.45	7.13	2.36	4.11	0.39	0.17	0.00
STN	41.4	13.9	27.6	4.93	10.2	0.00	0.34	1.54	0.00
STH	45.7	13.3	25.8	4.72	8.70	0.00	0.41	1.32	0.00

Hornblende, Apatite, Epidote: solubles et riches en Ca

Chlorite: soluble et riche en Mg

Résultats

Site	Mineralogy (%)								
	Quartz	K-Feldspar	Plagioclase	Muscovite	Hornblende	Chlorite	Apatite	Epidote	Calcite
AG2	58.1	9.27	22.1	3.28	2.06	4.28	0.37	0.53	0.00
FP7	68.3	7.24	17.4	2.56	0.00	3.97	0.26	0.20	0.00
SCH4	60.9	9.60	19.0	3.40	2.10	3.83	0.66	0.46	0.00
HPC	19.5	11.6	37.7	4.10	23.2	0.00	0.45	3.13	0.30
SJG2	24.7	17.5	31.5	6.20	15.4	1.76	0.79	2.15	0.00
SCH2	58.3	10.5	19.3	3.70	2.25	4.85	0.66	0.47	0.00
FP2	69.4	8.50	16.9	3.01	0.00	1.67	0.29	0.19	0.00
SCH1	55.4	9.77	18.1	3.46	3.24	9.18	0.35	0.55	0.00
NORM	27.2	14.1	34.6	5.00	13.5	2.90	0.52	2.07	0.00
SHW	16.0	16.9	35.0	5.97	21.9	0.73	0.63	2.92	0.00
PLA8	56.2	20.1	9.45	7.13	2.36	4.11	0.39	0.17	0.00
STN	41.4	13.9	27.6	4.93	10.2	0.00	0.34	1.54	0.00
STH	45.7	13.3	25.8	4.72	8.70	0.00	0.41	1.32	0.00

Hornblende, Apatite, Epidote: solubles et riches en Ca

Chlorite: soluble et riche en Mg

Résultats

Sites sensibles:

- Riches en minéraux solubles (hornblende, épidote, chlorite, apatite)
- Forte concentration d'argile (25-55%)

Résultats

Sites sensibles:

- Riches en minéraux solubles (hornblende, épidote, chlorite, apatite)
- Forte concentration d'argile (25-55%)

Sites résistants:

- Riches en minéraux insolubles (quartz)
- Faible concentration d'argile (5-25%)

Conclusion

- PEH sont capables d'altérer chimiquement les minéraux du sol
- L'altération chimique et la mise en disponibilité des cations basiques opère plus efficacement dans les sols riches (*idem* Finzi, 1998)
- La composition des sols en minéraux solubles (e.g. calcite, apatite, epidote, hornblende) et en argile influencent la susceptibilité des sols à l'altération chimique

Conclusion

- PEH sont capables d'altérer chimiquement les minéraux du sol
- L'altération chimique et la mise en disponibilité des cations basiques opère plus efficacement dans les sols riches (*idem* Finzi, 1998)
- La composition des sols en minéraux solubles (e.g. calcite, apatite, epidote, hornblende) et en argile influencent la susceptibilité des sols à l'altération chimique

Calcium

- Au fur et à mesure que la solution de lessivage devient plus "agressive", des minéraux contenant de faibles concentrations de Ca lessivables sont dissouts.
 - Suggère l'accumulation d'un pool de Ca échangeable plutôt large et que les PEH comptent sur ce pool et le cyclage interne du Ca afin de satisfaire leurs besoins nutritifs.
- Pourrait mener à diminution rapide du pool de Ca échangeable en raison de la croissance rapide et de la demande élevée des PEH en Ca

Conclusion

- PEH sont capables d'altérer chimiquement les minéraux du sol
- L'altération chimique et la mise en disponibilité des cations basiques opère plus efficacement dans les sols riches (*idem* Finzi, 1998)
- La composition des sols en minéraux solubles (e.g. calcite, apatite, epidote, hornblende) et en argile influencent la susceptibilité des sols à l'altération chimique

Calcium

- Au fur et à mesure que la solution de lessivage devient plus "agressive", des minéraux contenant de faibles concentrations de Ca lessivables sont dissouts.
 - Suggère l'accumulation d'un pool de Ca échangeable plutôt large et que les PEH comptent sur ce pool et le cyclage interne du Ca afin de satisfaire leurs besoins nutritifs.
- Pourrait mener à diminution rapide du pool de Ca échangeable en raison de la croissance rapide et de la demande élevée des PEH en Ca

Magnésium

- Concentrations de Mg homogènes au cours du lessivage
 - Suggère un rôle important de l'altération chimique dans la nutrition en Mg

Pour en savoir plus!

Geoderma 202–203 (2013) 18–29



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Geoderma

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma



Influence of afforestation on soil: The case of mineral weathering



Benoit Lafleur^a, David Paré^b, Yves Claveau^a, Évelyne Thiffault^b, Nicolas Bélanger^{a,c,*}

^a Centre d'Étude de la Forêt, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, Montréal, QC H3C 3P8, Canada

^b Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Laurentian Forestry Centre, 1055 du P.E.P.S., P.O. Box 10380, Stn. Sainte-Foy, Québec, QC G1V 4C7, Canada

^c Têluq, Université du Québec, 5800, rue Saint-Denis, Montréal, QC H2S 3L5, Canada

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 December 2012

Received in revised form 8 March 2013

Accepted 12 March 2013

Available online xxxx

Keywords:

Base cations

Intensive silviculture

Populus

Sequential leach

Long-term soil fertility

Tree nutrition

ABSTRACT

Although concerns have been raised that increased nutrient demand by fast growing tree species could deplete soil nutrient pools, recent research suggests that some species are able to obtain nutrients via soil mineral weathering. Hybrid poplars, which are fast growing and nutrient demanding species, are increasingly used in intensive silvicultural settings. Understanding whether hybrid poplars have an effect on long term nutrient availability and can promote soil mineral weathering is therefore important. We investigated the levels of base cations (i.e. K, Ca, Mg, and Na) of surface soils (0–20 cm) in 13 hybrid poplar plantations in Quebec, and compared the results with those of adjacent abandoned agricultural fields. To evaluate whether exchangeable base cation pools and non-exchangeable pools (i.e. those in the crystal lattice of minerals) were being depleted, we used a sequential leach with diluted salt (BaCl₂ for exchangeable) and weak acid solutions (HCl and HNO₃ for non-exchangeable). Levels of exchangeable and non-exchangeable cations were not statistically different between land use types. Exploratory analyses, however, revealed trends toward a greater depletion of Ca, Mg and Na in non-exchangeable forms following afforestation. The depletion of these non-exchangeable base cations due to afforestation occurred at sites where greater levels were initially present in soil. The results suggest increased soil mineral weathering due to greater amounts of minerals susceptible to dissolution and, in part, high clay content. Based on Ca, Mg and K concentrations of the different leaches and their molar ratios (Ca/ΣAl + Fe, Mg/ΣAl + Fe and K/ΣAl + Fe), we propose a lesser role of soil mineral weathering on Ca cycling than Mg and K, which could lead to faster depletion of exchangeable Ca pools of the surface soil due to fast growth and high Ca demand by the poplars.

© 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.

Remerciements

Coauteurs:

David Paré, RNCAN, SCF

Evelyne Thiffault, RNCAN, SCF

Yves Claveau, Téliuq

Terrain et laboratoire:

Marie Bélanger

Gilles Thébau

Ricardo Morin

René Paquet

Alain Courcelles

Saskatchewan:

Ken Van Rees

Michael Steckler

Initiation du réseau de plantation:

Pierre Périnet