



Nederlandse samenvatting

Hoe functionele eigenschappen van plantensoorten ook na afsterven van hun bladeren, takken en wortels de koolstof- en nutriëntenkringloop aansturen in subarctische bossen en wateren

De ecologie omvat drie centrale doelstellingen (Hoofdstuk 1): (i) het begrijpen van de manier waarop selectie en omgevingsfactoren samen plantengemeenschappen creëren die aangepast zijn aan hun milieu, (ii) hoe die plantengemeenschappen dit milieu zelf transformeren en (iii) hoe dergelijke transformaties op hun beurt kunnen terugkoppelen naar de samenstelling van de plantengemeenschappen. Dit proefschrift levert een bijdrage aan deze doelstellingen door subarctische ecosystemen te bestuderen vanuit het perspectief van de gehele plant, d.w.z. met evenredige en gelijktijdige aandacht voor zowel de bladeren, stammen (stengels) en twijgen alsook de wortels. Eerdere studies op dit terrein hebben zich voornamelijk toegespitst op alleen de bladeren. Functionele eigenschappen ('traits') van verschillende organen van verschillende plantensoorten (bijvoorbeeld weefseldichtheid, nutriëntenconcentraties, zuurgraad, gehaltes aan secundaire plantenstoffen), staan centraal in dit onderzoek omdat ze helpen bij het begrip van het functioneren van de plantensoorten zelf maar ook van de plantengemeenschappen en hun milieus. Diverse ecologische mechanismen kunnen leiden tot convergentie resp. divergentie in de spectra van trait-waardes van groepen plantensoorten die samen voorkomen. Ik heb aangetoond (Hoofdstuk 2) dat patronen van convergentie en divergentie van traits van groepen plantensoorten sterk verschillen tussen verschillende ruimtelijke schalen, d.w.z. tussen die van (i) binnen plantengemeenschappen resp. (ii) tussen plantengemeenschappen binnen regio's resp. (iii) tussen regionale flora's in verschillende klimaatszones. In het algemeen, zo blijkt uit mijn onderzoek, leiden de bovengenoemde mechanismen met name tot relatief sterke variatie in traits binnen lokale plantengemeenschappen. Hiermee samenhangend heb ik gedemonstreerd dat de trait-variatie van planten in mijn 'model-systeem', te weten terrestrische, oever- en aquatische milieus in subarctisch bos in Noord-Zweden, een brede range vertegenwoordigen van ecologische strategieën m.b.t. hun interne koolstof- en nutriëntenhuishouding (Hoofdstuk 3). Deze strategieën vertonen sterke onderlinge coördinatie tussen de vegetatieve organen (bladeren, stengels/twijgen, dunne wortels) van een soort, zodat plantensoorten met deze organen samen een duidelijke positie innamen op een strategie-as van 'aquisitief' (gericht op snelle opname en turnover van koolstof en nutriënten) naar 'conservatief' (gericht op zuinige omgang met deze stoffen). Deze strategie-as, zijnde de hoofdas van een 'Principal Component Analysis' gebaseerd op een breed scala aan relevante soorten en traits, heb ik daarom het 'Plant Economics Spectrum' gedoopt.

Plantensoorten verschillen ook in de efficiëntie waarmee ze nutriënten (stikstof, fosfor) resorberen (terugtrekken) tijdens het afsterven van de bladeren, stengels/twijgen en wortels. Tot mijn verrassing kwamen de patronen tussen soorten in de percentages nutriëntenresorptie niet overeen met de posities van dezelfde soorten binnen het Plant Economics Spectrum (Hoofdstuk 4), wat duidt op een nog niet geheel begrepen, complexe fysiologische aansturing van resorptieprocessen. Omdat variatie in de traits van de diverse organen tussen plantensoorten grotendeels overgeërfd wordt door de

dode delen na afsterven, hebben deze traits ook duidelijke effecten op de afbreekbaarheid ('decomposability') van strooisels van de diverse subarctische soorten. Zoals verondersteld was er dan ook sterke interspecifieke coördinatie van strooiselafbreekbaarheid tussen organen (Hoofdstukken 5 & 6). Deze 'afterlife' effecten van het lokale Plant Economics Spectrum kunnen belangrijke consequenties hebben voor de kringlopen van koolstof en nutriënten, zowel op de schaal van de plant als die van het ecosysteem. De regulatie van bodemprocessen door het Plant Economics Spectrum, d.w.z. via gecoördineerde interspecifieke variatie in strooiselafbreekbaarheid tussen organen, kan ook terugkoppelen naar de samenstelling van plantengemeenschappen, waarmee de cirkel rond is (Hoofdstukken 6 & 7). De bovengenoemde relaties zullen ons helpen om betere voorspellingen te doen over terrestrische koolstof opslag en -dynamiek, met name ook in ecosystemen die veranderingen (zullen) ondergaan in soortensamenstelling, bijvoorbeeld door natuurlijke successie of veranderingen in klimaat of landgebruik. Deze en andere bijdragen aan het begrip van de terugkoppeling van vegetatiesamenstelling op bodemprocessen zijn dringend nodig in toekomstige mondiale modellen die koolstofdynamiek koppelen aan klimaat, nu en in de toekomst.

Acknowledgments

There are many people who contributed to this thesis, directly and indirectly. Would there be a few less on the list, I am not convinced all this could have been possible. Therefore, I would like to warmly thank all of those who were there when I most needed them...

First, I truly need to send my thanks to my parents and brother, with whom I spent endless summer holidays scouring the mountains and rivers of France and developed my fascination for nature. To Gilles, also, with whom I took my first steps into the wild nature and to Mimi, my lovely naturalist.

Being now so close to becoming one of them, I would also like to express my gratefulness to the many teachers and researchers whose passion for environmental sciences caught me in their tracks.

Among them, I am particularly indebted to Raphael Manlay, Dominique Masse and Jean-Luc Chotte for accompanying my first steps in research and having been so supportive and trustful in my capabilities. *Merci pour votre amitié!*

Many thanks also to Benoit Jaillard, Bernard Barthès, Didier Brunet, Jordi Garcia-Pausas, Luis Coll, Sylvain coq and Maxime Rejou-Mechain for their invaluable support/friendship!

During my time in Amsterdam and Abisko there were a few people I had the chance to collaborate with and many more that generously helped me. I am highly grateful to all of them and especially to the ones that I may have forgotten while writing those lines (sic).

Among them, I want to express particular thanks to my chum Richard van Logtestijn, for his invaluable help both in the lab and in the field and to André Diaz, James Weedon, Guofang Liu and Xiao-Tao Lü for our active collaborations! Interacting with you has been highly fruitful and enriching and, more importantly, a great pleasure for me!

Many thanks also to Peter van Bodegom, Bob Douma and Francesco de Bello for insightful discussions on community assembly and statistics and to Jurgen van Hal for his highly valuable help in the field!

I am also indebted to David Ackerly, William Cornwell, Ming Dong, Hiroko Kurokawa, Vladimir Onipchenko, Jenny Ordoñez, Duane Peltzer, Sarah Richardson, Islam Shidakov, Nadejda Soudzilovskaia and Jianping Tao, for their highly appreciated contributions to my work!

Many thanks to David, Diana, Eva & Eva, Frida, Greg, Koko, Marika, Maja, Michal, Miguel-Angel, Nils, Philip, Rob, Sophine, Stef, Till, Will, Yang... and many others for the nice discussions on our respective work and/or their precious help with some aspects of my research!

Many, many thanks also to my friends Max, Dadou and Mimi to have come all the way from France to give me a hand with field and lab work in Abisko and to those friends I have most leant on during those four years in Amsterdam, Miguel-Angel, Catia, Nutabi, Blaz, Rita, Richard and Frida.

Finally, but most importantly, I want to thank Hans Cornelissen and Rien Aerts for the great job they did as promoters! Somehow, they always managed to keep the right balance between letting free reins to my creativity and guarding me on safe tracks, making me feel free like air and always being here when I needed them. Rien, thank you for all the friendly, productive work meetings and your many constructive advices on my work! Hans, many, many thanks for all that you gave to me, support, friendship, creativity, ideas, inspiration, opportunities for collaboration... and much more! Did I ever tell you how lucky I have felt to be your student? Hans, Rien, I have really enjoyed standing on your shoulders in the past four years and I am looking forward to keep collaborating with the both of you in the future.

Thanks to *all* my friends during these lovely years between Amsterdam and Abisko! I have spent four wonderful years in your company...

The End

Curriculum Vitae

I obtained my Bachelor in environmental sciences at the 'Université Joseph Fourier' of Grenoble. Then, after a whole year to try and find answers to a couple of questions such as "what is life about?" or "what is it I really want?", I eventually ended up following a Master in ecology at the 'Université des Sciences' of Montpellier. There, my first internship, with Raphael Manlay (IRD, ENGREF, Montpellier), provided me with the opportunity to investigate the influence of agro-ecological practices over carbon sequestration and agricultural sustainability in developing countries of sub-Saharan Africa. During my second internship, with Dominique Masse (IRD, Ouagadougou) and Jean-Luc Chotte (IRD, Montpellier), I studied the influence of agricultural practices on organic matter evolution and soil ecosystem services. After a first research job for half a year at the 'Centre Tecnològic Forestal de Catalunya' on carbon and nutrient cycling in grassland ecosystems, I started my PhD research in May 2007 at the Department of Systems Ecology of the 'Vrije Universiteit Amsterdam' with Hans Cornelissen and Rien Aerts. In May 2011, I will take my first steps as a post-doctoral researcher at the Department of Forest Ecology and Management of the Swedish University of Agricultural Science in Umea, with David Wardle and Lars Östlund.

List of publications

Freschet G.T., Masse D., Hien E., Sall S., Chotte J.-L. (2008). Long-term evolution of organic matter from manuring practice in a tropical cultivated soil and its consequences on soil ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123, 175-184.

Barthès B.G., Brunet D., Hien E., Enjalric F., Conche S., **Freschet G.T.**, d'Annunzio R., Toucet-Louri J. (2008). Determining the distributions of soil carbon and nitrogen in particle size fractions using near-infrared reflectance spectrum of bulk soil samples. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 1533-1537.

Freschet G.T., Barthès B.G., Brunet D., Hien E., Masse D. (2010) The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for predicting soil fertility and historical management. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, in press

Freschet G.T., Cornelissen J.H.C., van Logtestijn R.S.P. & Aerts R. (2010). Evidence of the 'plant economics spectrum' in a subarctic flora. *Journal of Ecology*, 98, 362-373.

Freschet G.T., Cornelissen J.H.C., van Logtestijn R.S.P. & Aerts R. (2010). Substantial nutrient resorption from leaves, stems and roots in a sub-arctic flora: what is the link with other resource economics traits? *New Phytologist*, 186, 879-889.

Liu G., **Freschet G.T.**, Pan X., Cornelissen J.H.C., Li Y. & Dong M. (2010) Coordinated variation in leaf and root traits across multiple spatial scales in Chinese semi-arid and arid ecosystems. *New Phytologist*, 188, 543-553.

Freschet G.T., Dias A.T.C., Ackerly D.D., Aerts R., van Bodegom P.M., Cornwell W.K., Dong M., Kurokawa H., Liu G., Onipchenko V.G., Ordoñez J.C., Peltzer D.A., Richardson S.J., Shidakov I.I., Soudzilovskaia N.A., Tao J. & Cornelissen J.H.C. (2011) Global to community scale differences in the prevalence of convergent over divergent leaf trait distributions in plant assemblages. *Global Ecology & Biogeography*, in press.

Lü X.-T., **Freschet G.T.**, Flynn D., Han X.-G. Plasticity in leaf and stem nutrient resorption proficiency potentially reinforces plant-soil feedbacks and micro-scale heterogeneity in a grassland ecosystem. Provisionally accepted by *Journal of Ecology*.

Freschet G.T., Weedon J.T., Aerts R., van Hal J.R., Cornelissen J.H.C. Species traits drive contrasting wood decay rates: insights from a new short-term method to study long-term wood decomposition dynamics. Submitted to *Journal of Ecology*.

Freschet G.T., Aerts R., Cornelissen J.H.C. The plant economics spectrum of litter decomposition. Submitted to *Functional Ecology*.

Freschet G.T., Aerts R., Cornelissen J.H.C. Beyond home-field advantage in decomposition: Increasing dissimilarity between specific litter types and matrix quality drives interactions in litter mixtures from positive to negative. Submitted to *Journal of Ecology*.

Manlay R.J., **Freschet G.T.**, Abbadie L., Barbier B., Feller C., Leroy M., Serpantié G., Chotte J.-L. Carbon sequestration and sustainable farming in West African savannas: synergy or antagonism? In preparation.



Me (in Caucasus)