



Ecologie et Dynamique
des Systèmes Anthropisés
FRE 3498 CNRS-UPJV
www.u-picardie.fr/edysan



Université
Lille1
Sciences et Technologies

Changements récents de la distribution géographique des organismes vivants : état de l'art, lacunes scientifiques et nouvelles pistes de recherche

Séminaire – Lille – 16/05/2014





Changements de distribution : les nouvelles méta-analyses

Écosystèmes terrestres, essentiellement (Chen et al., 2011) :

19 AUGUST 2011 VOL 333 SCIENCE www.sciencemag.org

Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming

I-Ching Chen,^{1,2} Jane K. Hill,¹ Ralf Ohlemüller,³ David B. Roy,⁴ Chris D. Thomas^{1*}

Écosystèmes marins, uniquement (Poloczanska et al., 2013) :

nature
climate change

LETTERS

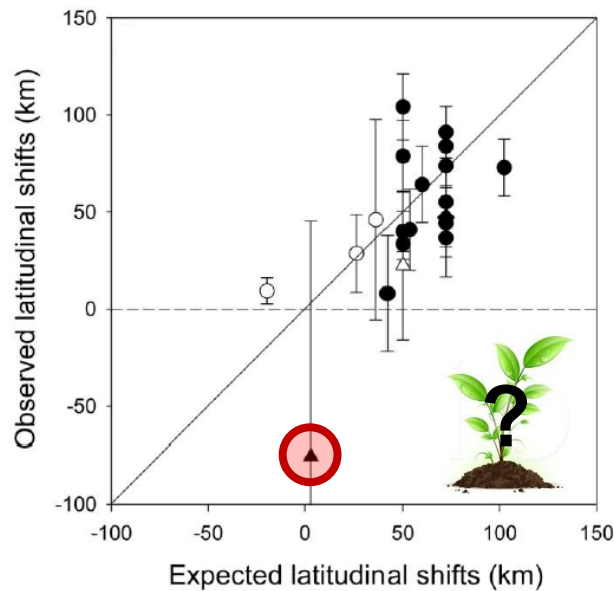
PUBLISHED ONLINE: 4 AUGUST 2013 | DOI: 10.1038/NCLIMATE1958

Global imprint of climate change on marine life

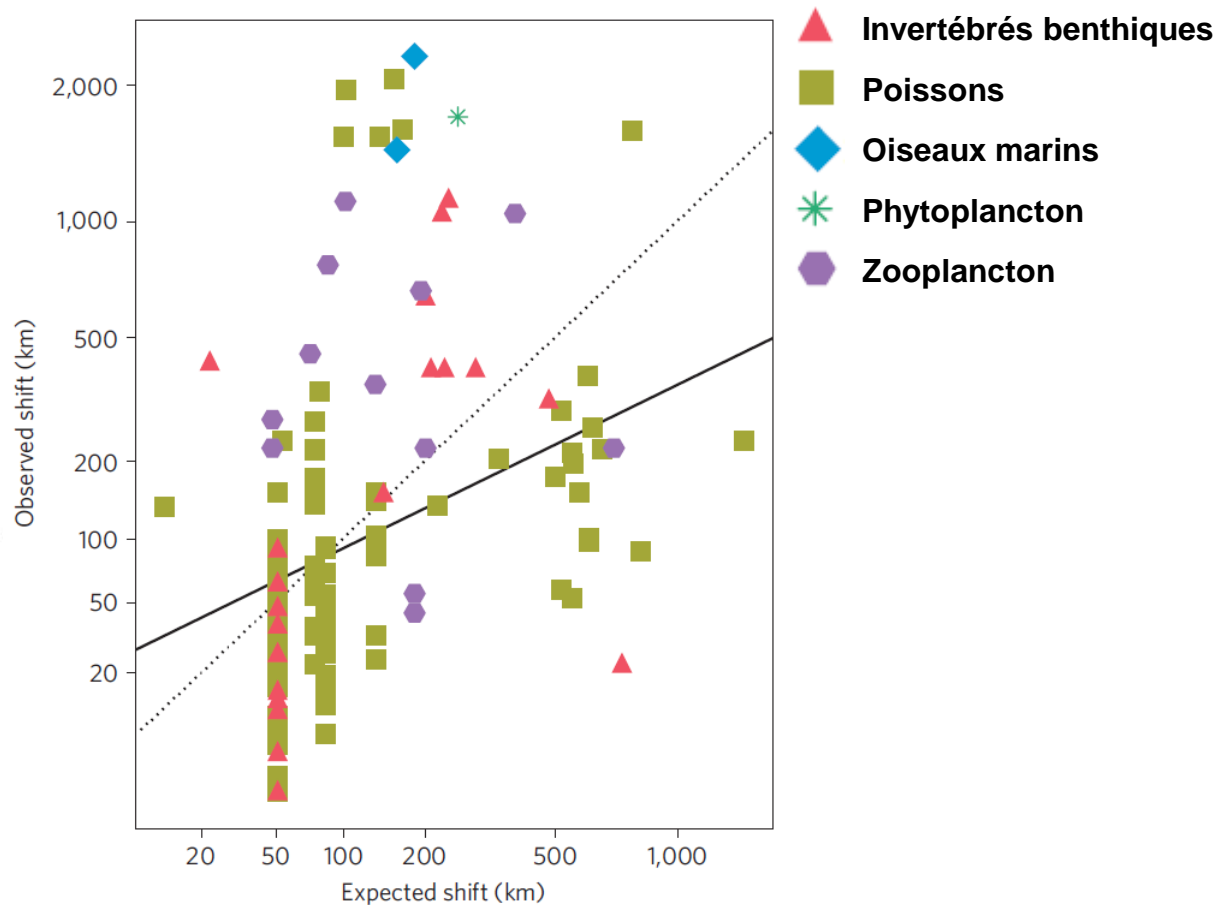
Elvira S. Poloczanska et al.[†]

Une vision unidimensionnelle, unidirectionnelle et biaisée

Déplacements vers les pôles en adéquation avec l'hypothèse liée au réchauffement (Chen et al., 2011 ; Poloczanska et al., 2013) :



- Oiseaux
- △ Mammifères
- Arthropodes (Odonates +++)
- ▲ Mollusques



- ▲ Invertébrés benthiques
- Poissons
- ◆ Oiseaux marins
- * Phytoplancton
- ⬡ Zooplancton

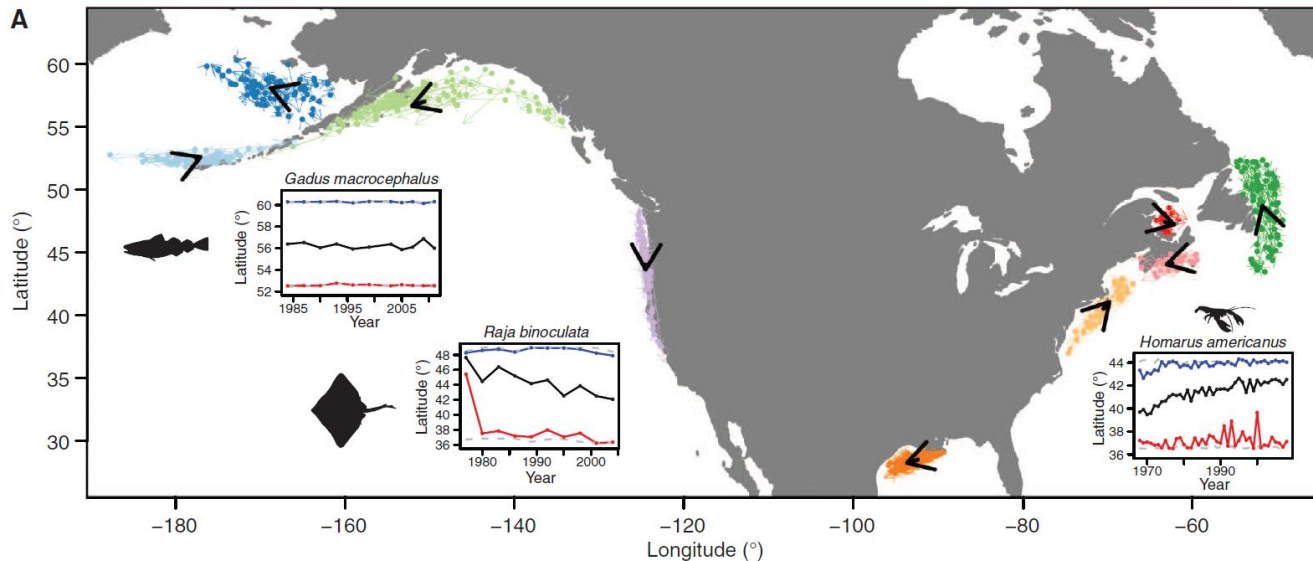
Les déplacements horizontaux des organismes sont plus complexes

Une étude sur les organismes marins suggère des déplacements plutôt omnidirectionnels et bidimensionnels (Pinsky et al., 2013) :

www.sciencemag.org **SCIENCE** VOL 341 13 SEPTEMBER 2013

Marine Taxa Track Local Climate Velocities

Malin L. Pinsky,^{1,2*} Boris Worm,³ Michael J. Fogarty,⁴ Jorge L. Sarmiento,⁵ Simon A. Levin¹



Les déplacements horizontaux des organismes sont plus complexes

Des conclusions très similaires ont été récemment proposées pour les végétaux vasculaires terrestres (Groom, 2013) :

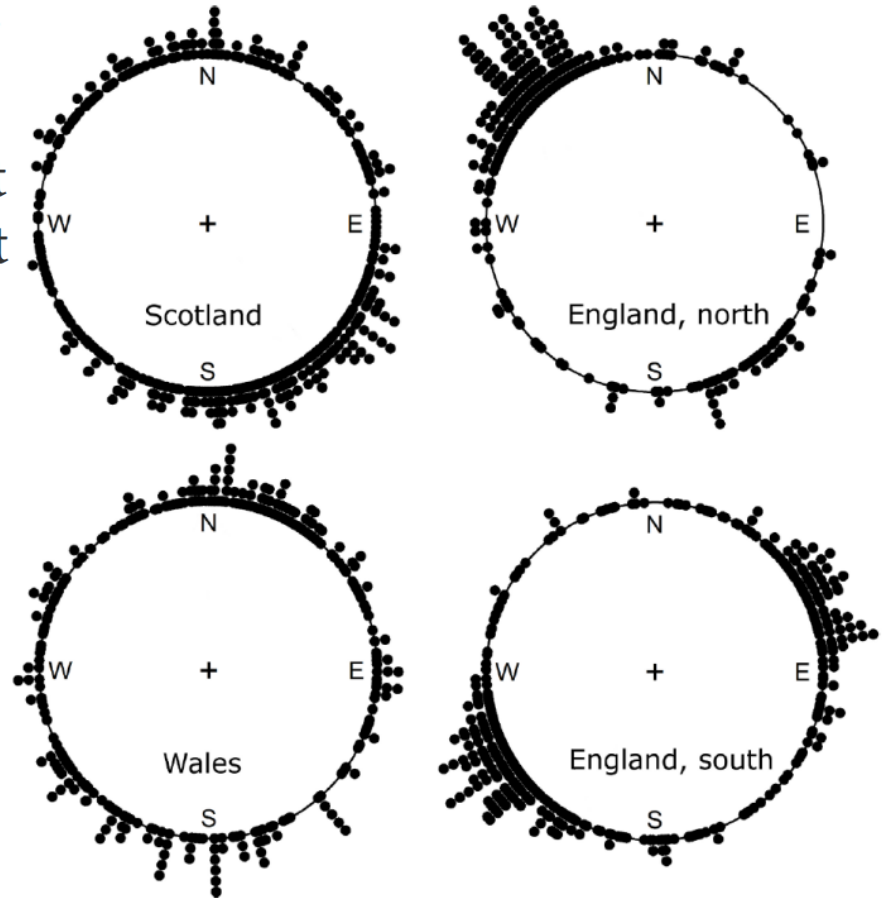
PeerJ

PeerJ 1:e77; DOI 10.7717/peerj.77

Some poleward movement of British native vascular plants is occurring, but the fingerprint of climate change is not evident

Quentin J. Groom

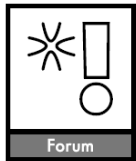
Directions (azimut) des déplacements du barycentre de la distribution des espèces dont la fréquence a diminué entre 1978-1994 et 1995-2011



Les déplacements verticaux le sont également

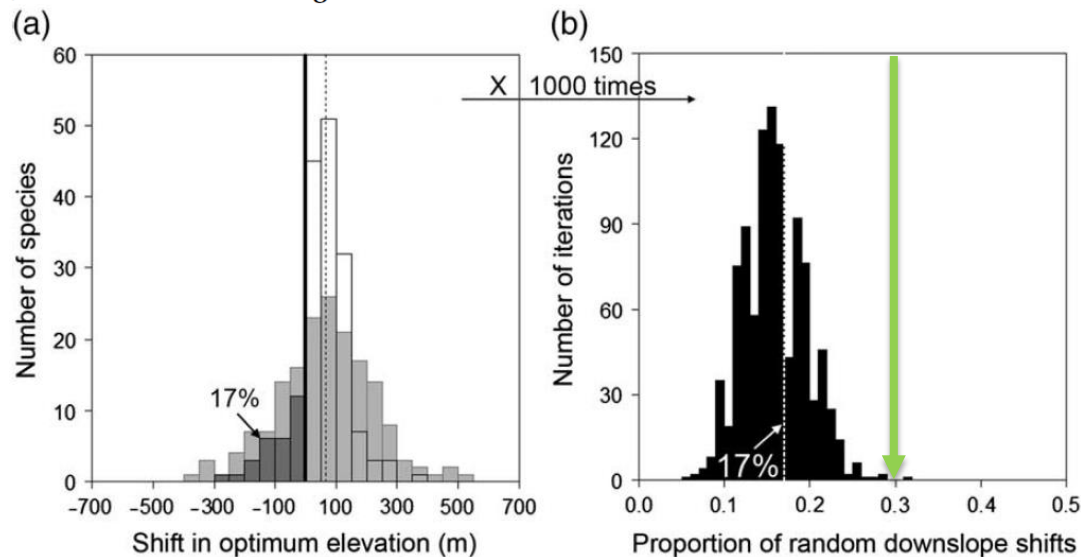
Certains déplacements verticaux contredisent, en apparence, l'hypothèse simpliste liée au réchauffement (Lenoir et al., 2010) :

Ecography 33: 295–303, 2010



Going against the flow: potential mechanisms for unexpected downslope range shifts in a warming climate

Jonathan Lenoir, Jean-Claude Gégout, Antoine Guisan, Pascal Vittoz, Thomas Wohlgemuth, Niklaus E. Zimmermann, Stefan Dullinger, Harald Pauli, Wolfgang Willner and Jens-Christian Svenning



30% des espèces étudiées se déplacent vers les basses altitudes, soit 2 fois plus que ce à quoi l'on devrait s'attendre si l'effet était purement lié au hasard ($p < 0.05$)



Les déplacements verticaux le sont également

Une étude récente confirme la complexité des déplacements verticaux et met en cause des interactions entre variables climatiques (Crimmins et al., 2011) :

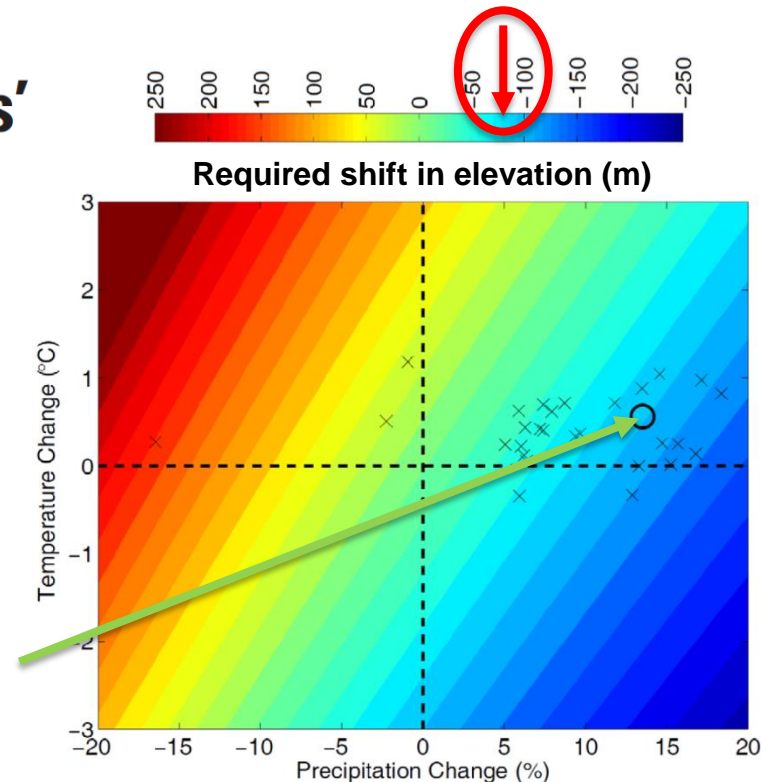
21 JANUARY 2011 VOL 331 SCIENCE www.sciencemag.org

Changes in Climatic Water Balance Drive Downhill Shifts in Plant Species' Optimum Elevations

Shawn M. Crimmins,¹ Solomon Z. Dobrowski,^{1*} Jonathan A. Greenberg,² John T. Abatzoglou,³ Alison R. Mynsberge¹

Déplacements altitudinaux supposés pour une espèce donnée en fonction des changements de température et de précipitation

Changements observés entre 1920-1949 et 1976-2005 pour la Californie



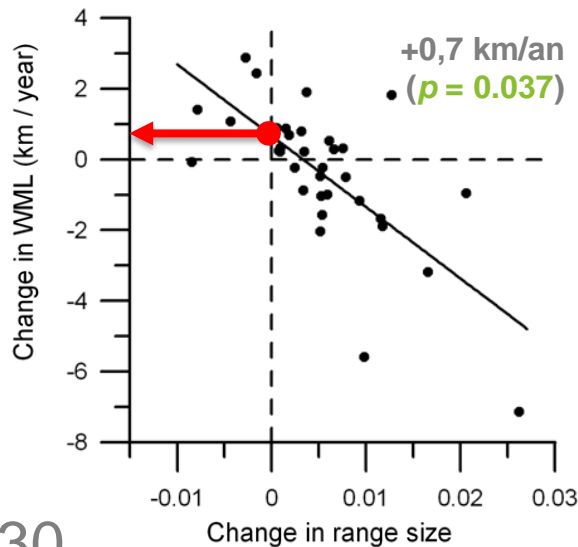
Plusieurs paramètres existent pour étudier ces déplacements spatiaux

Mise en évidence du déplacement des marges de progression et de rétraction de la distribution (Brommer et al., 2012) :

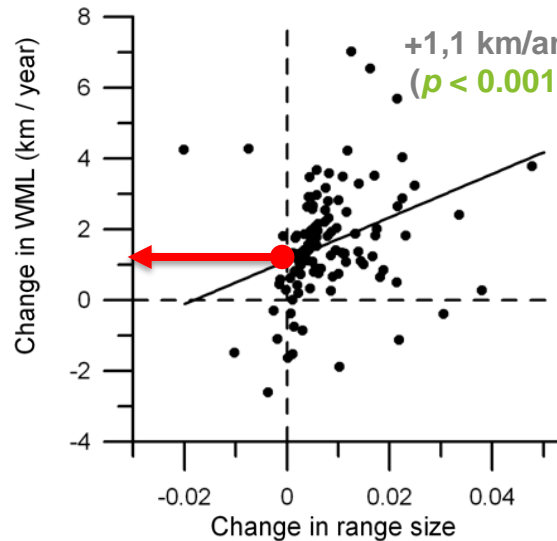
The Breeding Ranges of Central European and Arctic Bird Species Move Poleward

Jon E. Brommer^{1,2*}, Aleksi Lehikoinen³, Jari Valkama³

Changements de la limite latitudinale sud des espèces arctiques ($n = 34$)



Changements de la limite latitudinale nord des espèces du centre de l'Europe ($n = 114$)



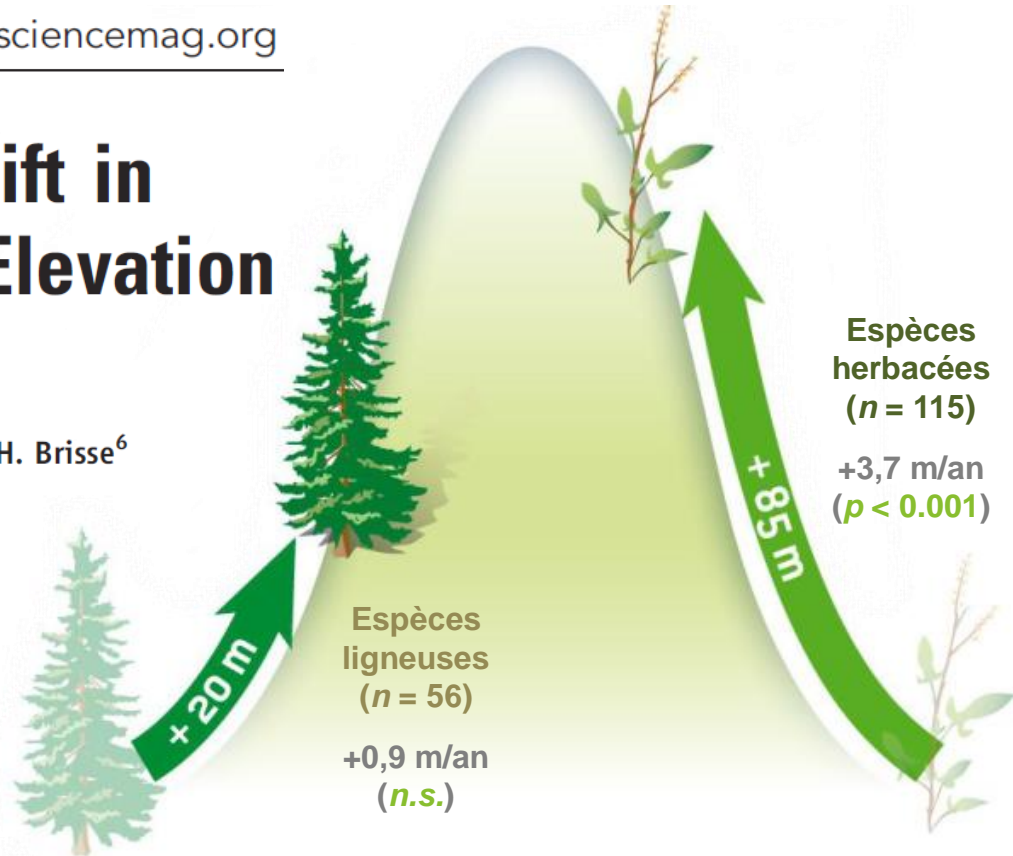
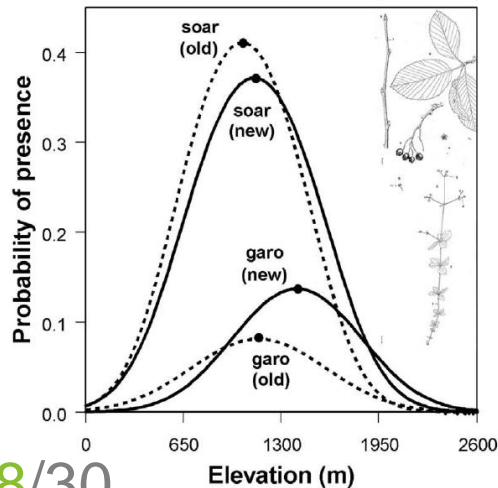
Plusieurs paramètres existent pour étudier ces déplacements spatiaux

Mise en évidence du déplacement du centre de la distribution (Lenoir et al., 2008) :

27 JUNE 2008 VOL 320 SCIENCE www.sciencemag.org

A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century

J. Lenoir,^{1*} J. C. Gégout,¹ P. A. Marquet,^{2,3,4} P. de Ruffray,⁵ H. Brisse⁶



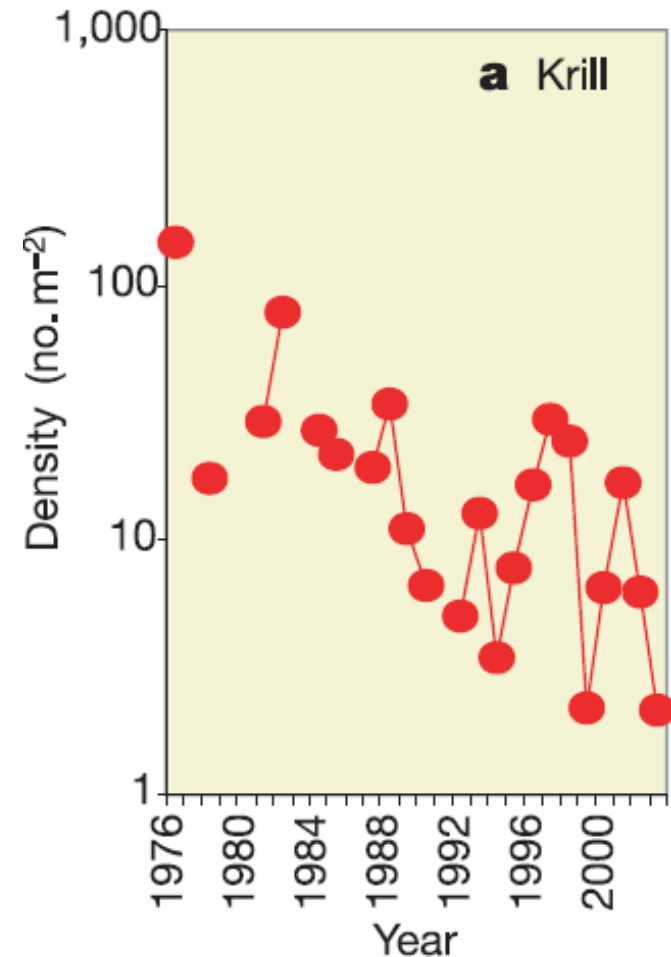
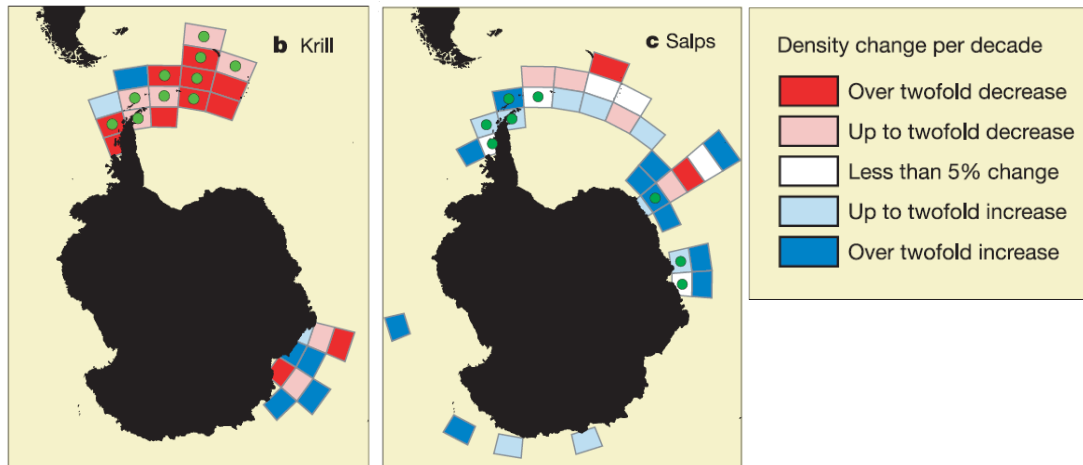
Plusieurs paramètres existent pour étudier ces déplacements spatiaux

Mise en évidence de fluctuations locales de l'abondance au sein de la distribution (Atkinson et al., 2004) :

NATURE | VOL 432 | 4 NOVEMBER 2004 | www.nature.com/nature

Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean

Angus Atkinson¹, Volker Siegel², Evgeny Pakhomov^{3,4} & Peter Rothery⁵



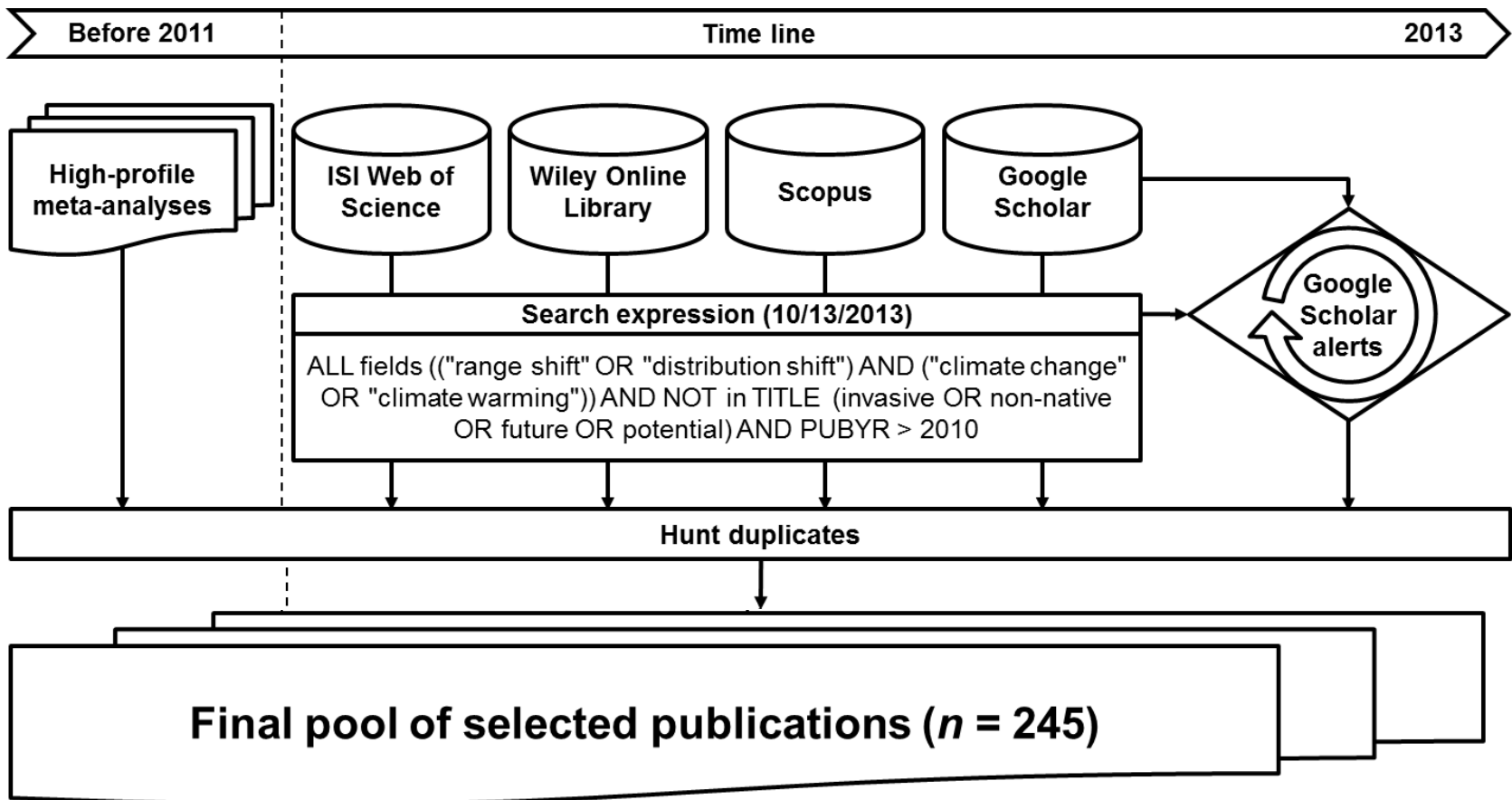
Besoin d'une synthèse sur la façon dont sont étudiés les déplacements

Malgré la multiplication des méta-analyses sur cette thématique de recherche, il n'existe pas de synthèse globale couvrant à la fois les écosystèmes terrestres et marins qui identifie les nouvelles pistes de recherche en répondant aux questions suivantes :

- Pour quelles régions du monde manque-t-on d'informations aujourd'hui (cf. **lacunes géographiques**)?
- Quels sont les grands groupes du vivant les moins bien étudiés à l'heure actuelle (cf. **lacunes taxonomiques**)?
- Quelles seront les meilleures approches pour étudier les changements de distribution (cf. **lacunes méthodologiques**)?

Revue exhaustive de la littérature scientifique la plus pertinente

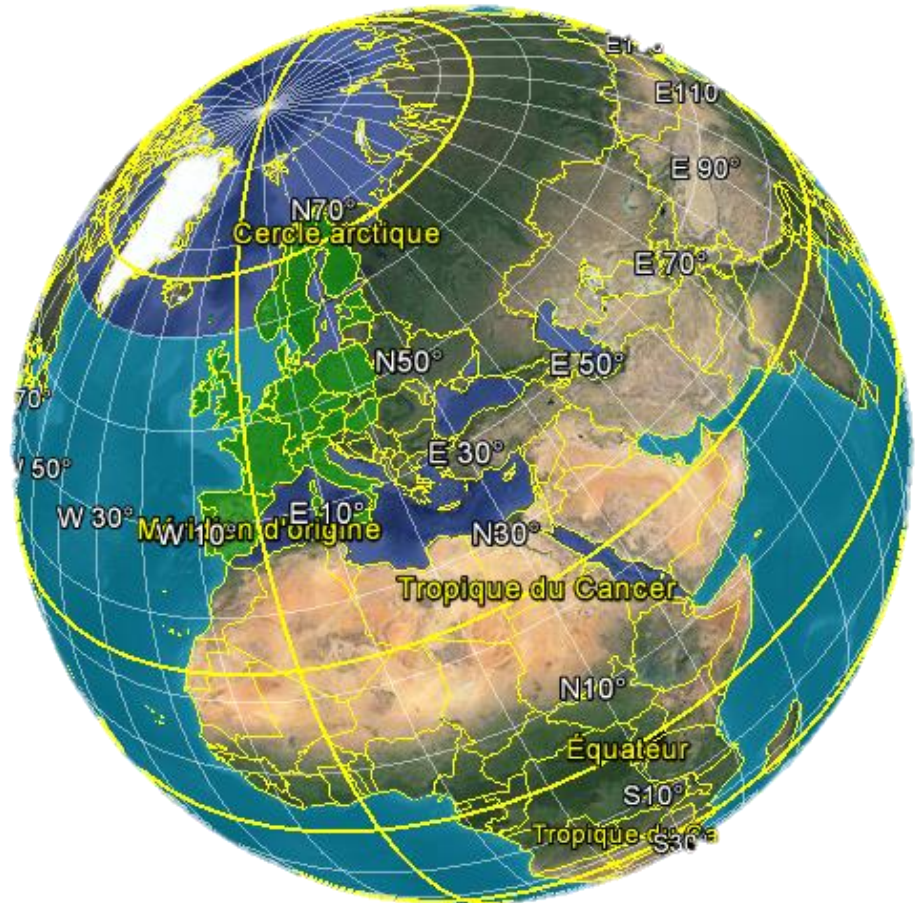
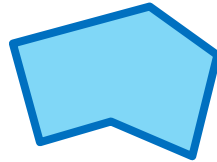
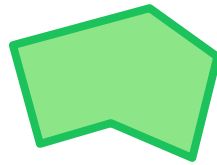
Organigramme des opérations pour capturer le maximum de références sur les changements récents de distribution :



Recueil de données géographiques, taxonomiques et méthodologiques

Pour chacune des 245 références retenues, l'aire géographique d'étude a été digitalisée pour un total de 212 références, dont :

- 123 références en milieu terrestre (e.g., **Lenoir et al. (2008)**)
- 89 références en milieu marin (e.g., **Pinsky et al. (2013)**)





Recueil de données géographiques, taxonomiques et méthodologiques

En plus des informations géographiques (XMIN, XMAX, XEXT, YMIN, YMAX, YEXT, AREA), des informations écosystémiques (ECO), taxonomiques (TAX, N) et temporelles (START, END, DUR) ont été recueillis pour chaque référence :

References (Authors, yr)	ECO (M/T)	TAX (A/P)	N (nb)	START (yr)	END (yr)	DUR (yr)	XMIN (dd)	XMAX (dd)	XEXT (dd)	YMIN (dd)	YMAX (dd)	YEXT (dd)	AREA (10 ⁵ km ²)
(Alheit et al. 2012)	M	A	2	1992	2007	16	-4.0	12.9	16.9	52.2	60.9	8.7	5.2
(Alofs et al. 2014)	T	A	13	1971	1997	27	-95.2	-74.3	20.9	41.9	56.8	14.9	9.8
(Angelo and Daehler 2013)	T	P	4	1966	2008	43	-156.1	-154.8	1.3	18.9	20.3	1.4	0.1
(Archaux 2004)	T	A	29	1976	2001	26	5.1	6.8	1.7	44.1	46.2	2.1	0.0
(Asher et al. 2011)	T	A	4	1997	2007	11	-10.5	1.8	12.3	50.0	60.8	10.8	3.2
(Atkinson et al. 2004)	M	A	2	1926	2003	78	-180.0	180.0	360.0	-78.6	-60.0	18.6	187.5
(Banko et al. 2013)	T	A	6	1998	2011	14	-155.6	-155.4	0.2	19.7	19.8	0.1	0.0
(Barry et al. 1994)	M	A	45	1932	1993	62	-121.9	-121.9	0.0	36.6	36.6	0.0	0.0
(Beare et al. 2004a)	M	A	2	1990	2003	14	-2.8	3.0	5.8	55.1	60.0	4.9	1.7
(Beare et al. 2004b)	M	A	12	1925	2004	80	-6.2	9.1	15.3	50.9	61.9	11.0	5.9

(...)

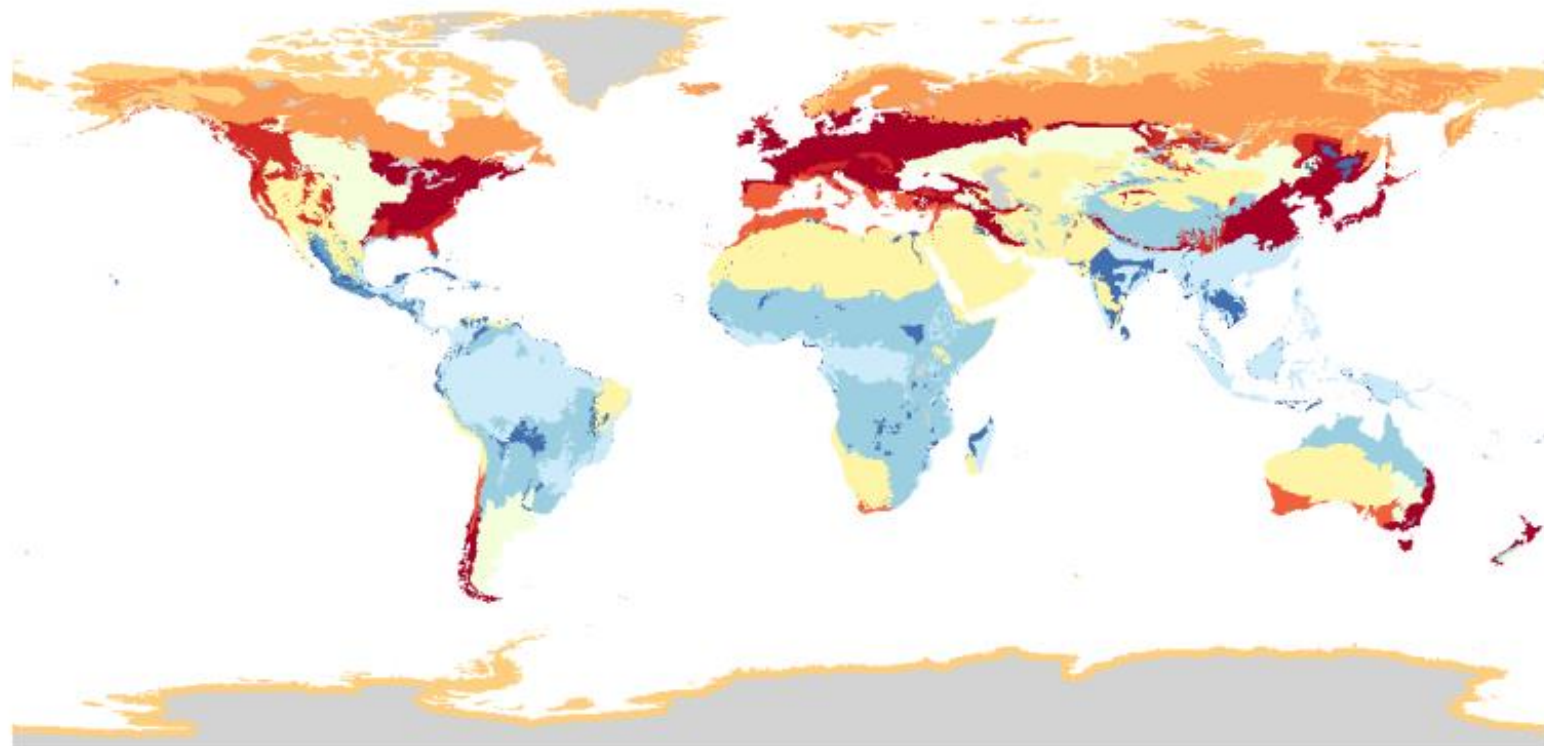


Recueil de données géographiques, taxonomiques et méthodologiques

Enfin, des informations d'ordre méthodologiques portant sur les dimensions géographiques (LON, LAT, E/D) et les paramètres de distribution étudiés (LE, TE, O, A) ont été recueillis :

<u>References</u>	LON	LAT	E/D	LE	TE	O	A
(<u>Alheit et al. 2012</u>)				1			1
(<u>Alofs et al. 2014</u>)		1		1			
(<u>Angelo and Daehler 2013</u>)			1	1			
(<u>Archaux 2004</u>)			1			1	
(<u>Asher et al. 2011</u>)		1		1			
(<u>Atkinson et al. 2004</u>)							1
(<u>Banko et al. 2013</u>)						1	1
(<u>Barry et al. 1994</u>)		1		1	1		1
(<u>Beare et al. 2004a</u>)				1			1
(<u>Beare et al. 2004b</u>)				1			1
(...)							

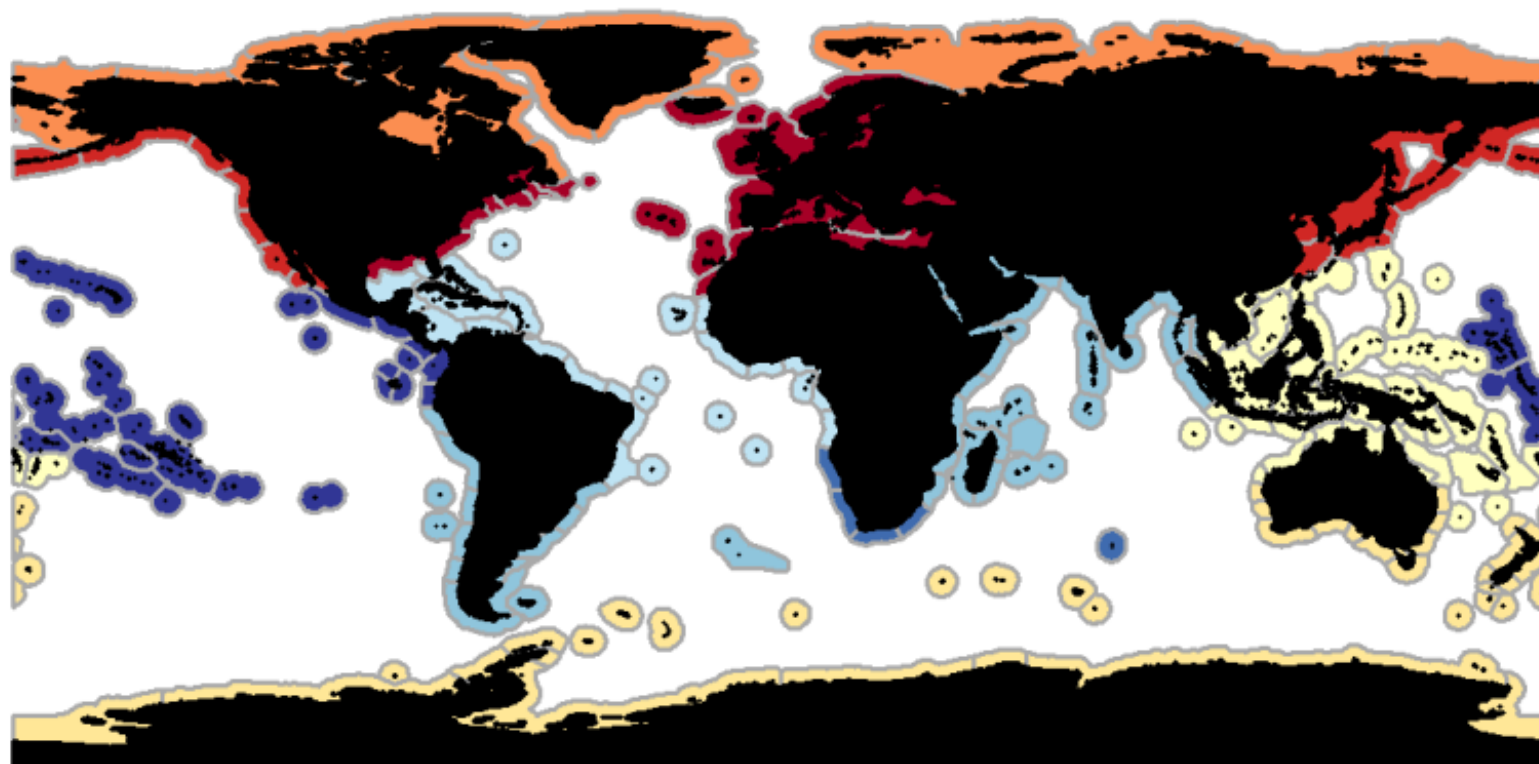
Résultats : lacunes géographiques, taxonomiques et méthodologiques



7 12 17 22 27 32 37 42 47 52 57 62 67 72 77



Résultats : lacunes géographiques, taxonomiques et méthodologiques



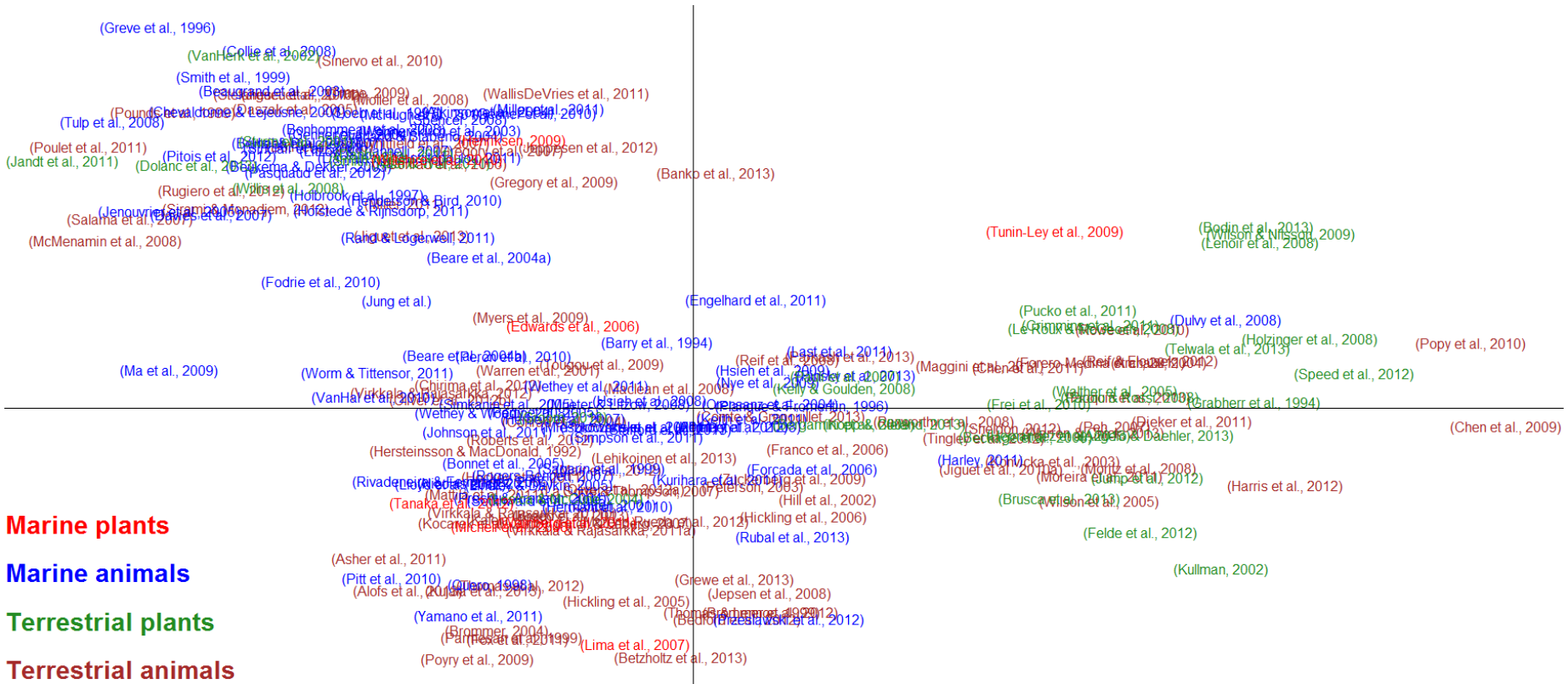
4 8 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48 52





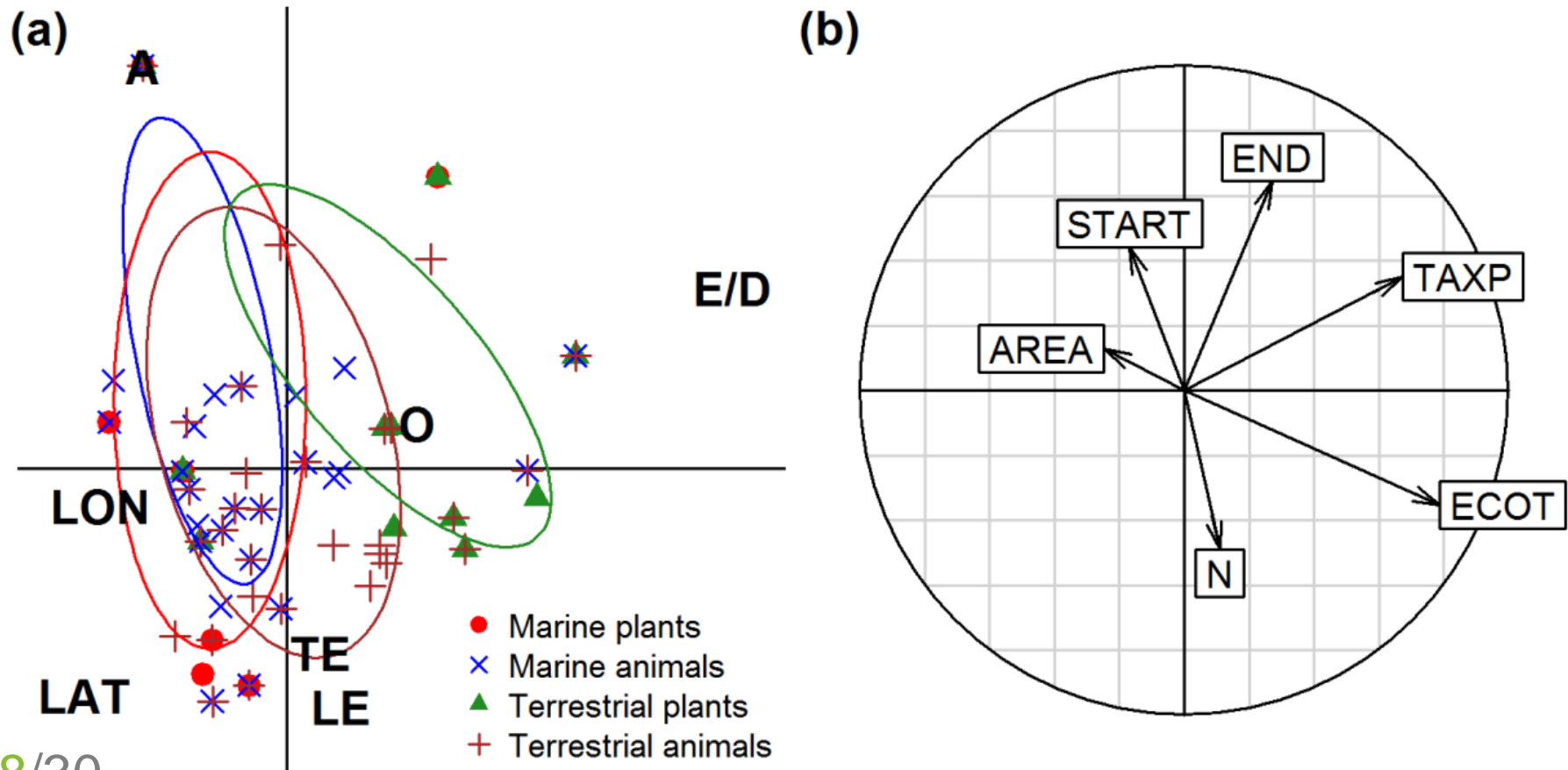
Résultats : lacunes géographiques, taxonomiques et méthodologiques

Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur la matrice de données méthodologiques (0/1) avec variables instrumentales issues de la matrice de données géographiques et taxonomiques :



Résultats : lacunes géographiques, taxonomiques et méthodologiques

Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur la matrice de données méthodologiques (0/1) avec variables instrumentales issues de la matrice de données géographiques et taxonomiques :



Pistes de recherche pour améliorer l'état des connaissances

- ❑ Etude des changements de distribution au sens large dans les **régions tropicales**, que ce soit en milieu terrestre ou marin
- ❑ Etude des **déplacements horizontaux** (latitude et longitude) de la distribution **des végétaux terrestres**
- ❑ Etude des **déplacements verticaux** (en profondeur) de la distribution **des organismes marins**
- ❑ Etude des changements récents de la distribution géographique des **organismes procariotes** (information quasi inexistante)
- ❑ Utilisation d'**approches multi-facettes** (latitude, longitude, altitude/profondeur, marges, centre et abondance)
- ❑ Intégration de la complexité liée à l'**hétérogénéité climatique spatiale** ou topoclimat dans la dynamique temporelle (vélocité)

Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

La faible résolution spatiale des modèles de distribution n'intègrent pas toujours la variabilité liée au topoclimat (Lenoir et al., 2013) :

Global Change Biology

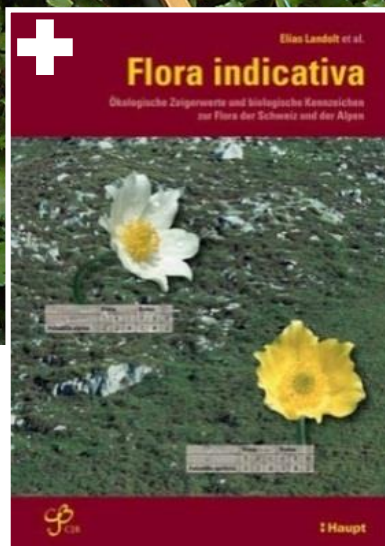
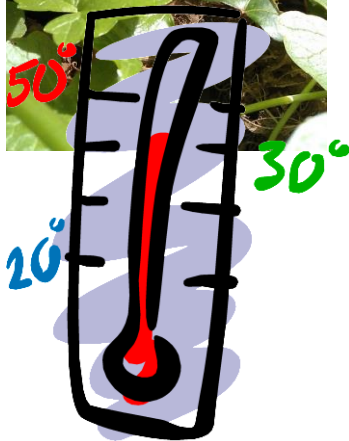
Global Change Biology (2013) 19, 1470–1481, doi: 10.1111/gcb.12129

Local temperatures inferred from plant communities suggest strong spatial buffering of climate warming across Northern Europe

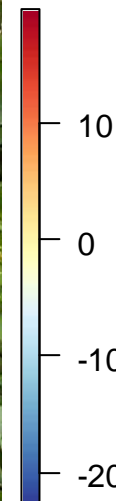
JONATHAN LENOIR*†, BENTE JESSEN GRAAE‡, PER ARILD AARRESTAD§, INGER GREVE ALSOS¶, W. SCOTT ARMBRUSTER‡||**, GUNNAR AUSTRHEIM††, CLAES BERGENDORFF‡‡, H. JOHN B. BIRKS§§¶¶|||, KARI ANNE BRÅTHEN***, JÖRG BRUNET†††, HANS HENRIK BRUUN‡‡‡, CARL JOHAN DAHLBERG§§§, GUILLAUME DECOCQ†, MARTIN DIEKMANN¶¶¶, MATS DYNESIUS||||, RASMUS EJRNÆS****, JOHN-ARVID GRYTNES§§, KRISTOFFER HYLANDER§§§, KARI KLANDERUD§§††††, MISKA LUOTO‡‡‡‡, ANN MILBAU§§§§, MARI MOORA¶¶¶¶, BETTINA NYGAARD****, ARVID ODLAND|||||, VIRVE TUULIA RAVOLAINEN***, STEFANIE REINHARDT|||||, SYLVI MARLEN SANDVIK*****, FRIDE HØISTAD SCHEI§§†††††, JAMES DAVID MERVYN SPEED††, LIV UNN TVERAABAK‡‡‡‡‡, VIGDIS VANDVIK§§, LIV GURI VELLE§§§§§, RISTO VIRTANEN¶¶¶¶¶, MARTIN ZOBEL¶¶¶¶ and JENS-CHRISTIAN SVENNING*

Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

Utilisation des assemblages d'espèces végétales pour bioindiquer les conditions locales de températures (Lenoir et al., 2013) :



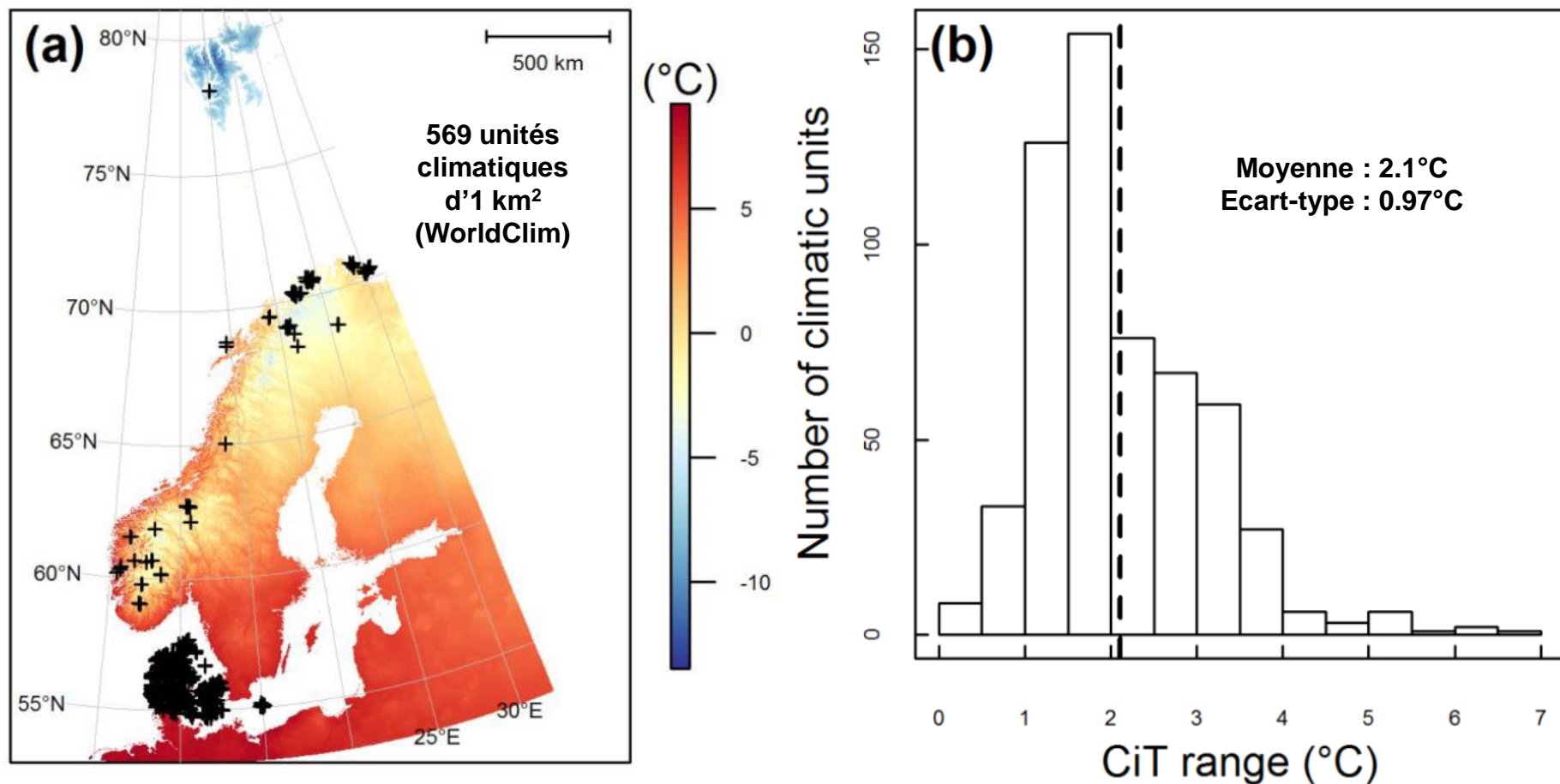
(°C)



Dec (MMT12)
 Nov (MMT11)
 Oct (MMT10)
 Sep (MMT9)
 Aug (MMT8)
 Jul (MMT7)
 Jun (MMT6)
 May (MMT5)
 Apr (MMT4)
 Mar (MMT3)
 Feb (MMT2)
 Jan (MMT1)

Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

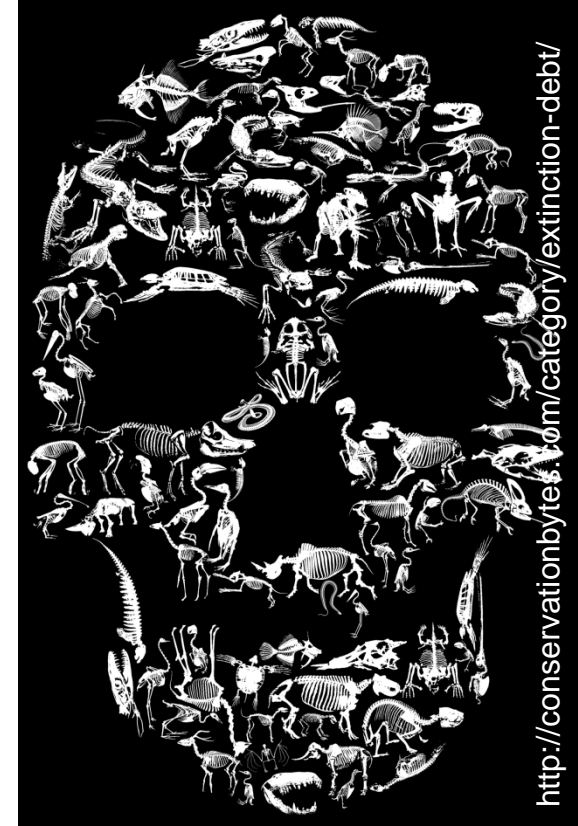
La variabilité de ces températures bioindiquées peut dépasser 2°C au sein d'une unité climatique d' 1 km^2 (Lenoir et al., 2013) :



Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

L'absence de prise en compte de cette variabilité spatiale liée au topoclimat dans les modèles de distribution augmente fortement les probabilités de risque d'extinction donnant ainsi une image souvent catastrophique et erronée du futur de la biodiversité

S'ajoute à cela la capacité que certaines espèces ont à persister localement malgré des conditions climatiques peu favorables contribuant ainsi à la notion de dette d'extinction





Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

Il est possible aujourd'hui de tenir compte à la fois de la variabilité topoclimatique et des capacités de persistance locale des espèces à l'aide de modèles hybrides à fine résolution spatiale (100 m) (Dullinger et al, 2012) :

nature
climate change

LETTERS

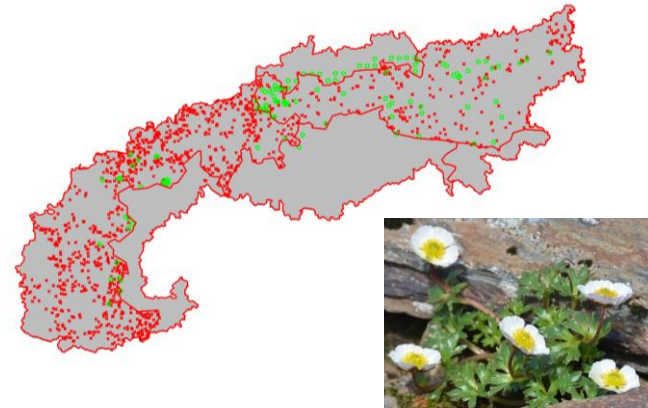
PUBLISHED ONLINE: 6 MAY 2012 | DOI: 10.1038/NCLIMATE1514

Extinction debt of high-mountain plants under twenty-first-century climate change

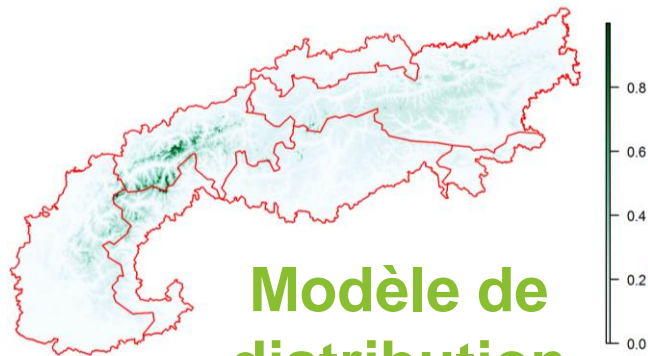
Stefan Dullinger^{1,2*}, Andreas Gattlinger¹, Wilfried Thuiller³, Dietmar Moser¹, Niklaus E. Zimmermann⁴, Antoine Guisan⁵, Wolfgang Willner¹, Christoph Plutzer^{1,6}, Michael Leitner^{7,8}, Thomas Mang^{1,2}, Marco Caccianiga⁹, Thomas Dirnböck¹⁰, Siegrun Ertl², Anton Fischer¹¹, Jonathan Lenoir^{12,13}, Jens-Christian Svenning¹², Achilleas Psomas⁴, Dirk R. Schmatz⁴, Urban Silc¹⁴, Pascal Vittoz⁵ and Karl Hülber¹

Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

Illustration d'un modèle hybride pour *Ranunculus glacialis* :



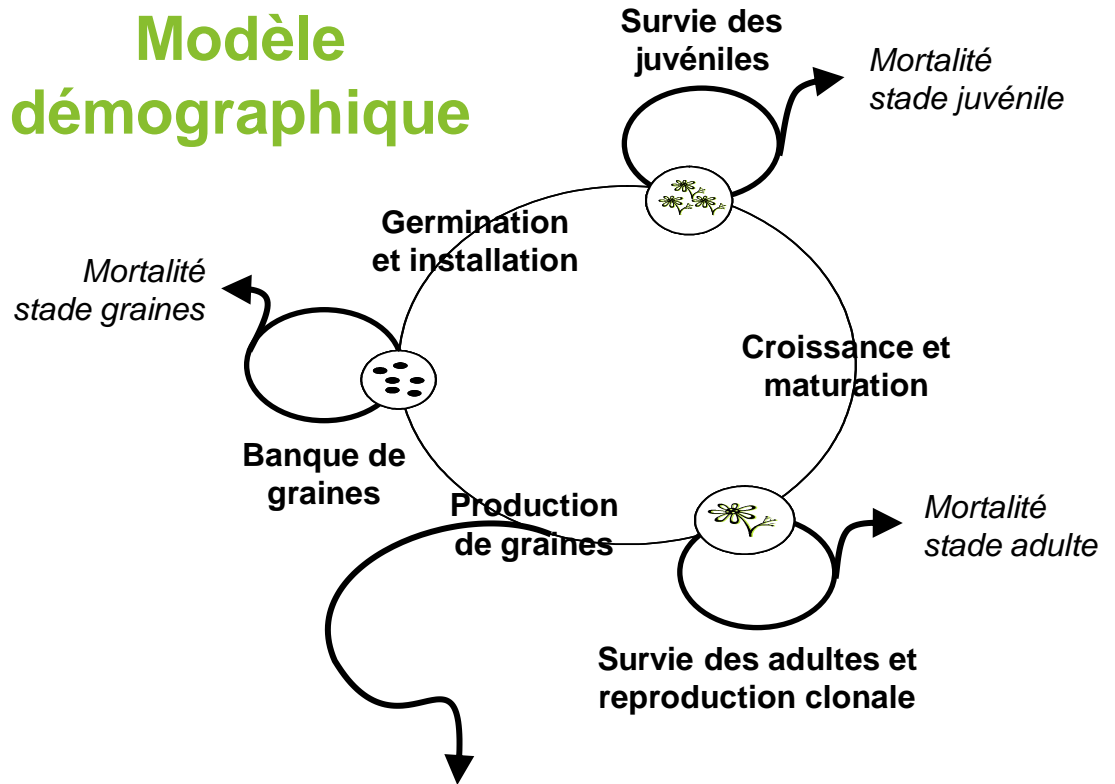
× 1111 abs.
○ 119 occ.



Modèle de distribution

GOF = 48%
AUC = 0.86

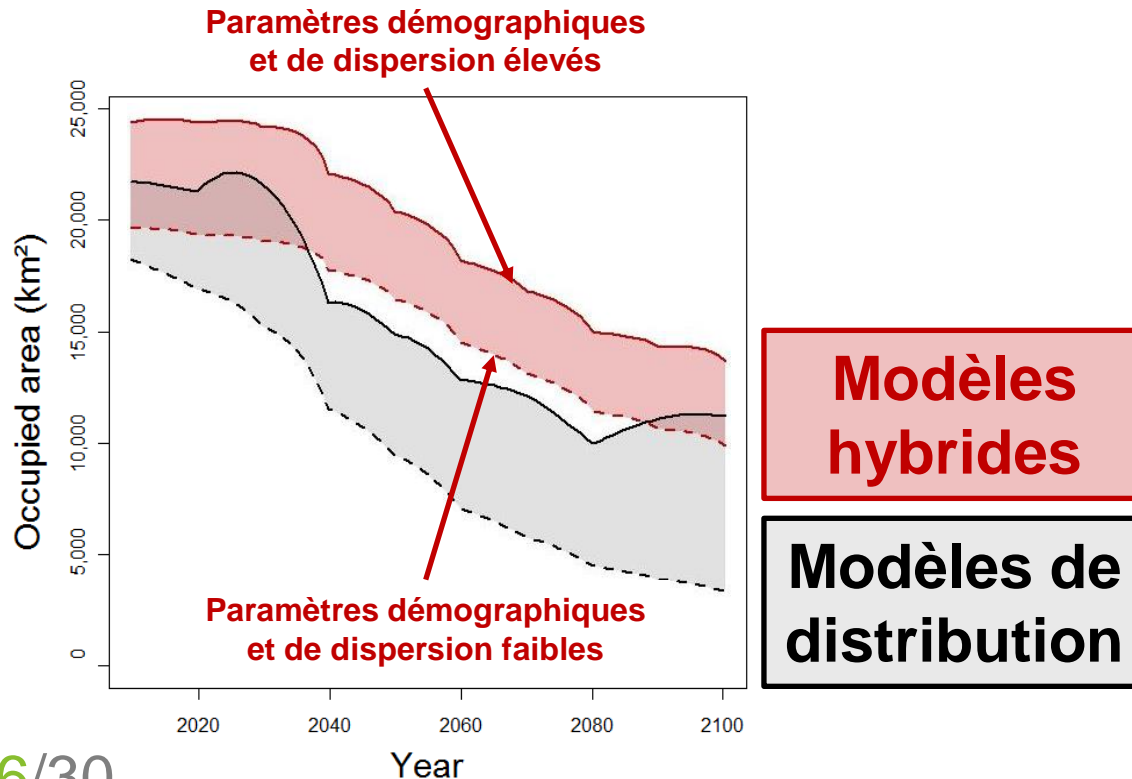
Modèle démographique



Modèle de dispersion des graines

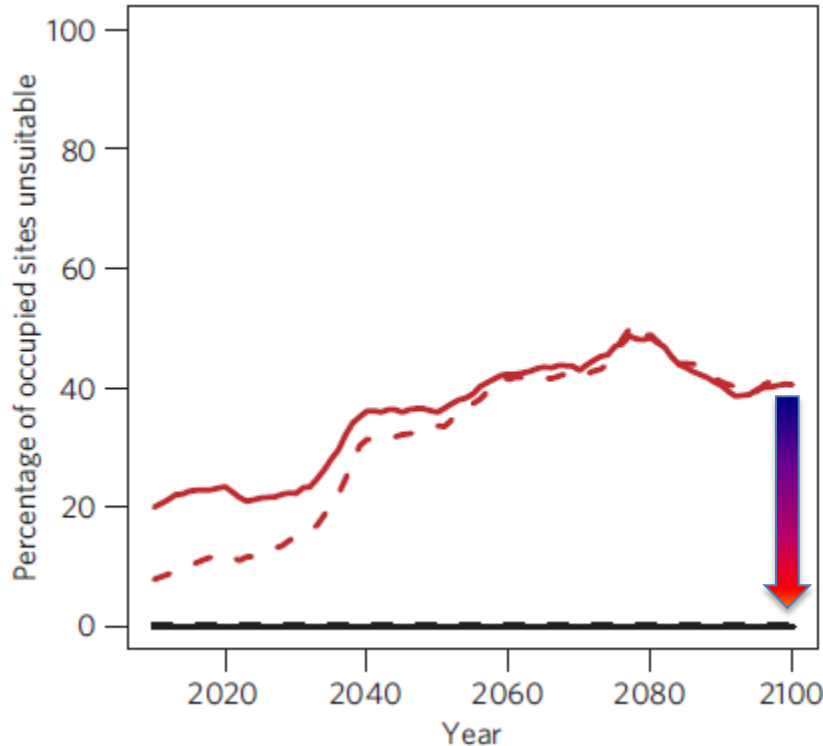
Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

En moyenne, sur 150 espèces alpines, les modèles hybrides indiquent que d'ici la fin du 21ème siècle, ces espèces vont perdre 44-50% de leurs aires de distribution actuelles contre 49-82% si on s'en tient aux modèles de distribution (Dullinger et al., 2012) :



Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

Avec les modèles hybrides, il existe une proportion non nulle et croissante de sites toujours occupés tandis que les conditions climatiques futures ne sont a priori plus favorables pour l'espèce (cf. dette d'extinction ou réponse retardée) (Dullinger et al., 2012) :



Modèles hybrides

Modèles de distribution

Dette d'extinction croissante liée à la survie des adultes et à la reproduction clonale de certaines espèces

Sous-estimation du topoclimat et des capacités de persistance locale

Retard de la réponse de la flore forestière en forêts de plaine (Bertrand et al., 2011) : persistance locale ou dispersion limitée?



LETTER

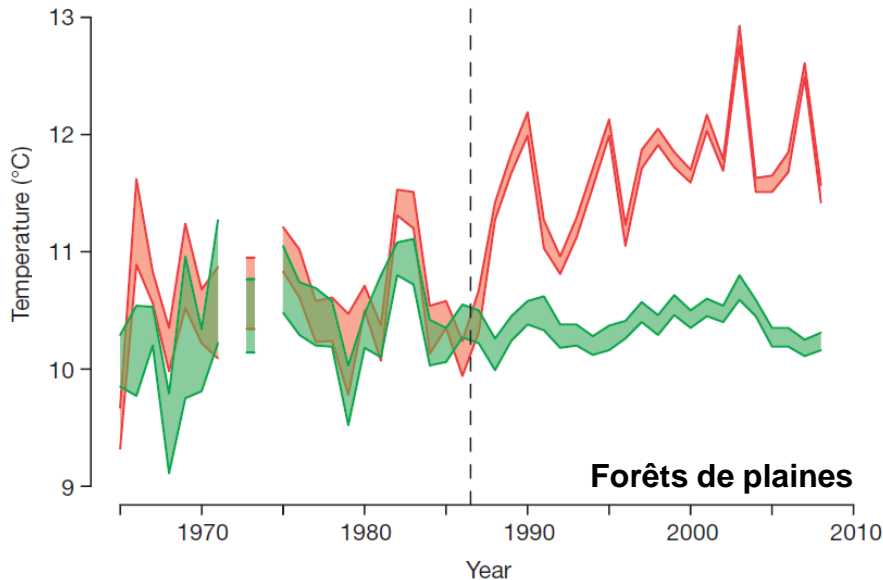
24 NOVEMBER 2011 | VOL 479 | NATURE | 517

doi:10.1038/nature10548









Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests

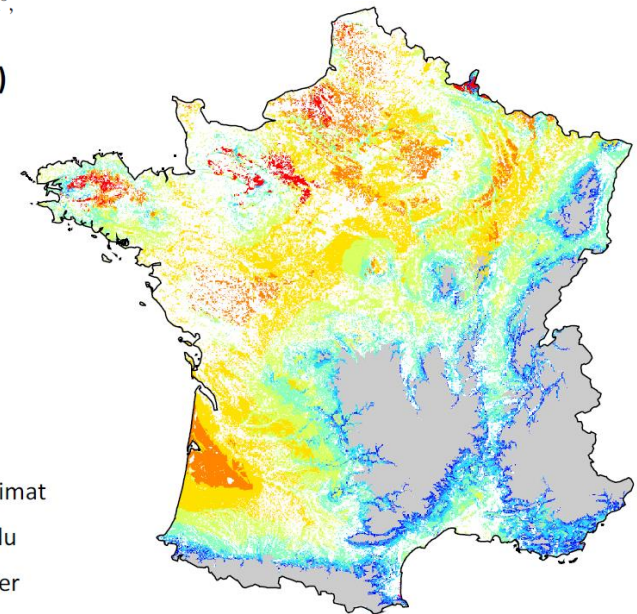
Romain Bertrand^{1,2}, Jonathan Lenoir³, Christian Piedallu^{1,2}, Gabriela Riofrío-Dillon^{1,2}, Patrice de Ruffray⁴, Claude Vidal⁵, Jean-Claude Pierrat^{1,2} & Jean-Claude Gégout^{1,2}

 T(°C) issues de modèles climatiques (Météo France)
 T(°C) bio-indiquées par la flore (IGN, Sophy, EcoPlant)



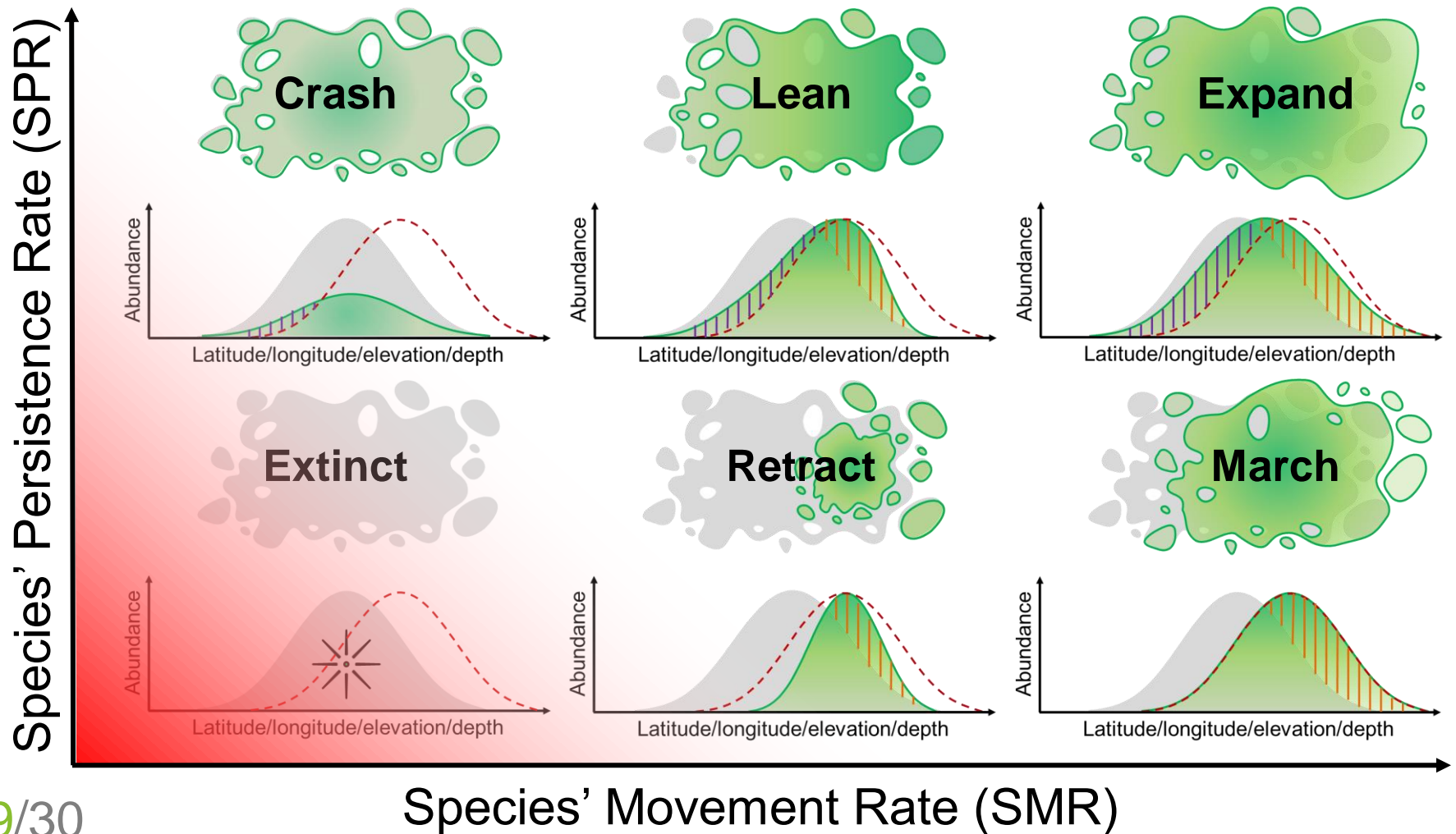
distance (km)

-  <2.5
-  2.5-5
-  5-10
-  10-25
-  25-50
-  50-100
-  100-200
-  >200
-  nouveau climat
-  climat perdu
-  non forestier



Bilan : confronter les prédictions de modèles hybrides aux observations


Quantifier les déplacements mais aussi la capacité à persister :




Pour plus d'informations : voir Lenoir & Svenning (Accepted)

HOME ABOUT THE JOURNAL ▾ FOR READERS ▾ FOR AUTHORS ▾ CONTACT 🔍

CONNECT WITH ECOGRAPHY

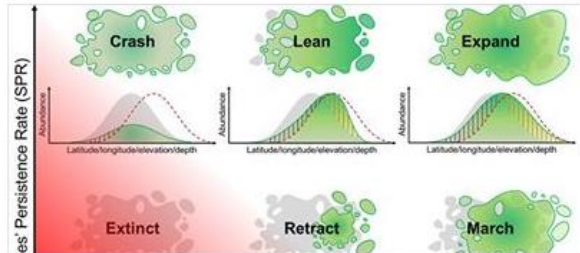


Ecography
J'aime



Ecography
Our latest accepted review article by Lenoir and Svenning: 'Climate-related range shifts – a global multidimensional synthesis and new research directions'


<http://www.ecography.org/accepted-article/climate-related-range-shifts-global-multidimensional-synthesis-and-new-research>



The diagram illustrates six stages of range shifts, each with a corresponding graph of Abundance versus Latitude/longitude/elevation/depth:

- Crash:** Shows a sharp decline in abundance at the range edge.
- Lean:** Shows a shift in the distribution towards the range edge.
- Expand:** Shows a shift in the distribution away from the range edge.
- Extinct:** Shows a complete loss of abundance at the range edge.
- Retract:** Shows a shift in the distribution away from the range edge.
- March:** Shows a sharp increase in abundance at the range edge.

795 personnes aiment Ecography.



Module social Facebook

Merci de votre attention

<http://leolinee.blogspot.fr/search/label/Environnement>

LE ROI ALPHONSE #3

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET MIGRATION DES ESPÈCES

SALUT!

D'AILLEURS, VOUS SAVIEZ QU'ELLES AUSSI SONT TOUCHÉES PAR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

JE VIENS DE LIRE ÇA.

ELLES SONT OBLIGÉES DE MIGRER POUR TROUVER DE LA NOURRITURE, OU UN MEILLEUR CLIMAT.^{1,2}

FAITES PAS DE BRUIT, Y A DES BESTIOLES PARTOUT.

ELLES SE DÉPLACENT VERS D'AUTRES ZONES

... CHANGENT D'ALTITUDE.

ICI, DANS LES ALPES, CETTE PLANTE, LA PYRROLE UNILATÉRALE, A GRIMPE DE 170 MÈTRES.³

COMMENT CA ? TOUTE SEULE, EN SAUTILLANT ?

MAIS NON ! JE VEUX DIRE QU'ELLE DISPENSE SES GRAINES, ET QUE SEULES CELLES QUI SE TROUVENT SOUS UN CLIMAT FAVORABLE PROSPÈRENT.

TIENS, AUTRE EXEMPLE

LE PROBLÈME, C'EST QUE CERTAINES ESPÈCES NE SE DÉPLACENT PAS ASSEZ VITE POUR S'ADAPTER...

... DU COUP, ELLES DISPARAISSENT.

ET VU QUE L'HOMME FAIT PARTIE DES MÊMES ECOSYSTÈMES, ON VA AVOIR DES SOUCIS !

LA BOUSCARLE DE CETTI A MIGRÉ DE 150 KILOMÈTRES VERS LE NORD.

EN FAIT, CE SONT DES ECOSYSTÈMES ENTIERS QUI MIGRENT.

MAIS QU'EST CE QU'ON PEUT FAIRE ?

BEN, D'ABORD LES AIDER À SURVIVRE, À MIGRER, EN PRÉSERVANT LES AIRES D'ACCUEIL : JARDIN, BALCON, CHAMP...

FAUDRA AUSSI ACHETER DES CASQUES, PARCE QUE DANS PAS LONGTEMPS

... EN SUITE, SOUTENIR LES PROGRAMMES DE CONSERVATION ET DE SAUVEGARDE DE LA BIODIVERSITÉ.^{4,5,6}

... ON CROISERA DES RHINOCÉROS DANS LE COIN!

1. QIEN, T.-C., HILL, J.K., OULEMULLER, B., ROY, D.P. & THOMAS, C.D. RAPID RANGE SHIFTS OF SPECIES ASSOCIATED WITH HIGH LEVELS OF CLIMATE WARMING. SCIENCE 325, 1024-1028 (2008).

2. SHIMOSHIZU, C. & VOSE, P. A. GLOBALLY COHERENT FINGERPRINT OF CLIMATE CHANGE IMPACTS ACROSS NATIONAL BIODIVERSITY HOTSPOTS. NATURE 421, 97-102 (2008).

3. KEMNER, B., GIBSON, D.C., MARSHUET, P.A. DE BUREAU, D. & ROSENFELD, B. PLANT SPECIES OPTIMUM ELEVATION DURING THE 20TH CENTURY. SCIENCE 300, 1768-1771 (2008).

4. THOMAS, C.D. TRANSLOCATION OF SPECIES, CLIMATE CHANGE AND THE END OF TRYING TO RECREATE PAST ECOLOGICAL COMMUNITIES. TRENDS IN ECOLOGY & EVOLUTION 25, 280-282 (2004).

5. HOGAN-ANDERSON, O. ET AL. SUSTAINED CONSERVATION AND RAPID CLIMATE CHANGE. SCIENCE 321, 345-346 (2008).

WWW.NOCONSERVATION.ORG
WWW.ACTION5-BIODIVERSITY.ORG