

Impacts des changements globaux sur les communautés d'oiseaux

des populations aux communautés

Romain Lorrillière — *romain.lorrilliere@mnhn.fr*

Paris SUD : Master BEE - UE ADAC (Nov 2020)

19 Novembre 2020

Pourquoi les oiseaux ?



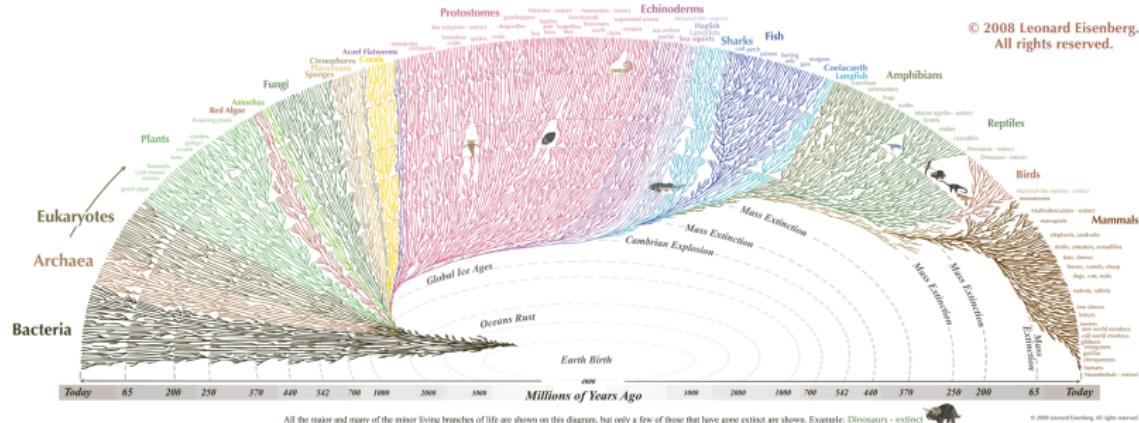




Pourquoi les oiseaux ?

Un groupe ancien

Les dinosaures rescapés

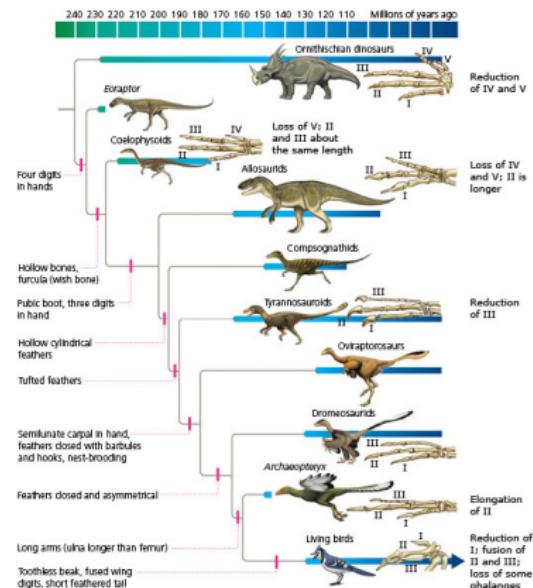


Pourquoi les oiseaux?

Un groupe ancien

Les dinosaures rescapés

● Groupe ancien

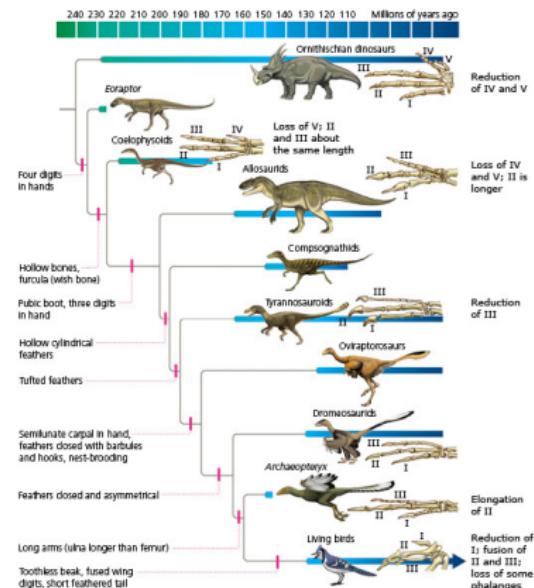


Pourquoi les oiseaux?

Un groupe ancien

Les dinosaures rescapés

- Groupe ancien
- Descendant de petit dinosaures
Theropodes

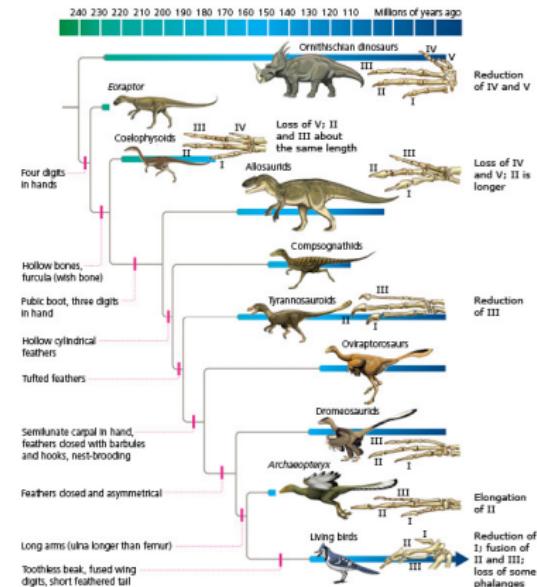


Pourquoi les oiseaux?

Un groupe ancien

Les dinosaures rescapés

- Groupe ancien
- Descendant de petit dinosaures *Theropodes*
- *Archeopteryx* : branche éteinte (156 à 150 Ma)

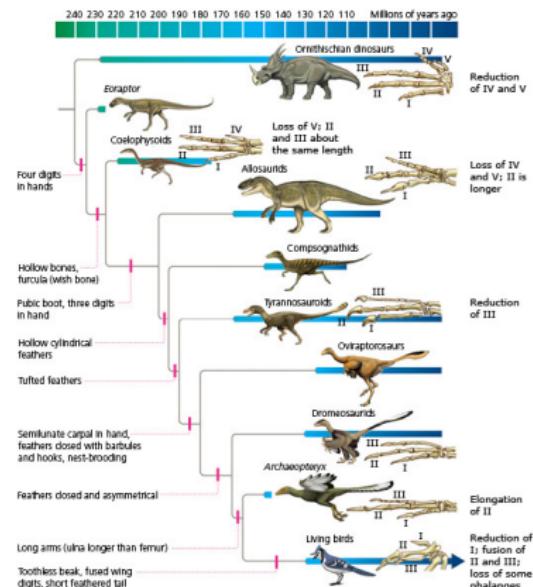


Pourquoi les oiseaux?

Un groupe ancien

Les dinosaures rescapés

- Groupe ancien
- Descendant de petit dinosaures *Theropodes*
- *Archeopteryx* : branche éteinte (156 à 150 Ma)
- Extinction suite à la crise crétacé (volcanisme, météorite), 65,5 Ma env.

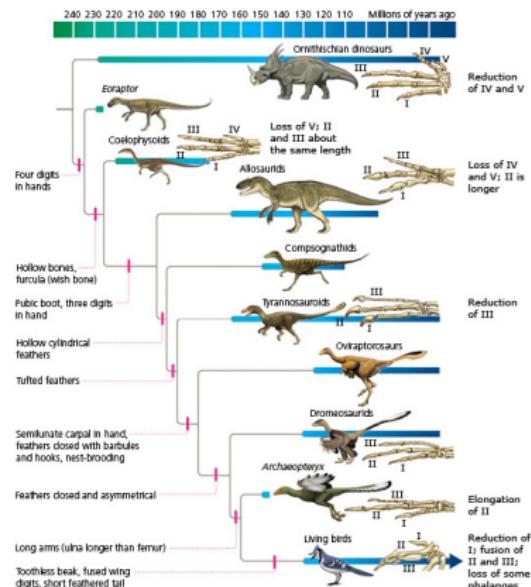


Pourquoi les oiseaux?

Un groupe ancien

Les dinosaures rescapés

- Groupe ancien
- Descendant de petit dinosaures *Theropodes*
- *Archeopteryx* : branche éteinte (156 à 150 Ma)
- Extinction suite à la crise crétacé (volcanisme, météorite), 65,5 Ma env.



Pourquoi les oiseaux ?

Un groupe ancien

Les dinosaures rescapés

- Groupe ancien
- Descendant de petit dinosaures
Theropodes
- *Archeopteryx* : branche éteinte (156 à 150 Ma)
- Extinction suite à la crise crétacé (volcanisme, météorite), 65,5 Ma env.



Pourquoi les oiseaux ?

Avec une forte diversification

Diversification : 10000 sp



Diversification

- mode déplacement



Diversification

- mode déplacement
 - stratégie alimentaire



Diversification

- mode déplacement
 - stratégie alimentaire
 - milieu de vie



Diversification

- mode déplacement
 - stratégie alimentaire
 - milieu de vie
 - stratégie reproductive



Les oiseaux face aux changements globaux

Pourquoi les oiseaux?

Avec une forte diversification

Le vol



Les oiseaux face aux changements globaux

Pourquoi les oiseaux?

Avec une forte diversification

Le vol



Les oiseaux face aux changements globaux

Pourquoi les oiseaux?

Avec une forte diversification

Le vol



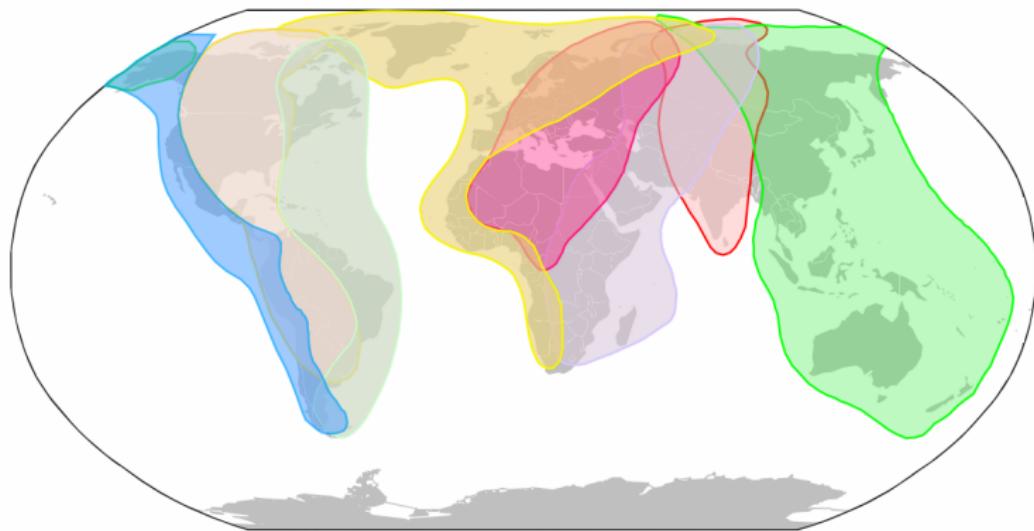
La migration

La migration permet aux oiseaux d'échapper aux conditions rigoureuses de l'hiver qui sévissent sur les sites qu'ils occupent pendant la reproduction



Phénomène très répandu chez les oiseaux : elle concerne par exemple 40% des espèces terrestres qui nichent en Europe et en Asie

La migration



La migration

Migrateurs de courte ou longue distance



La migration

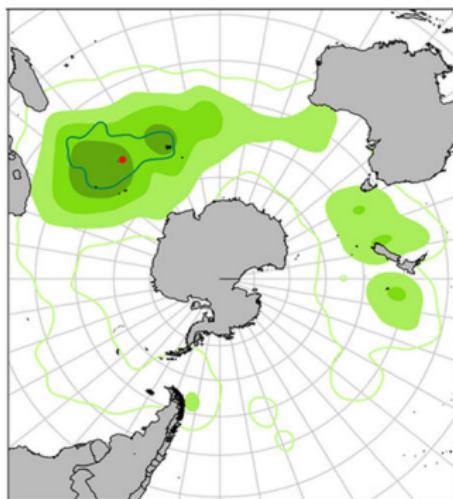
Migrateurs de courte ou longue distance



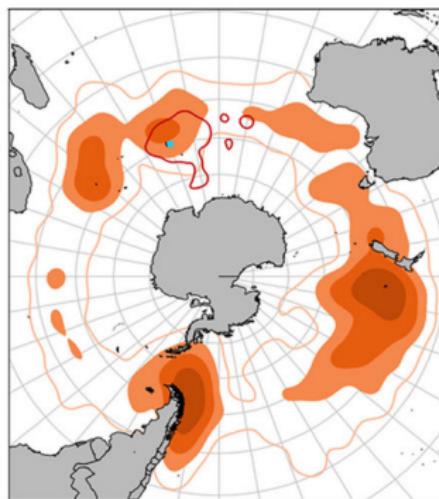
Dispersion



Crozet



Kerguelen



Pourquoi les oiseaux?

Pourquoi les Piafs?

Indicateur de biodiversité

Sensibles à l'évolution
de l'agriculture
(Donald *et al.*, 2001; Gregory
et al., 2005; Doxa *et al.*,
2010)



Haut de chaîne
trophique
(Sekercioglu *et al.*, 2004)

Largement dépendants
de la composition du
paysage (Weibull *et al.*,
2003)

Nombreux services
écologiques
(Fisher *et al.*, 2006;
Sekercioglu *et al.*, 2004)

Indicateur structurel de
développement
durable (Balmford & Bond,
2005;
Eurostat, 2010)

[?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?]

Indicateur international

*Indicateur “Oiseaux communs (sauvages)”
largement utilisé par l’Europe*

Exemples

- European Union's 2003 Environment Policy Review
- European Union's Environment Related indicators
- Eurostat's Yearbook 2004
- Eurostat's consultation on sustainability
- BirdLife's State of the World's Birds 2004 report
- European Environment Agency's Signals 2004
- European Environment Agency's core indicator set
- IRENA indicators of agriculture
- Adopté comme un indicateur de l'état de la biodiversité par l'Europe



Les oiseaux face aux changements globaux

Pourquoi les oiseaux?

Pourquoi les Piafs?

Et surtout...



Les observateurs



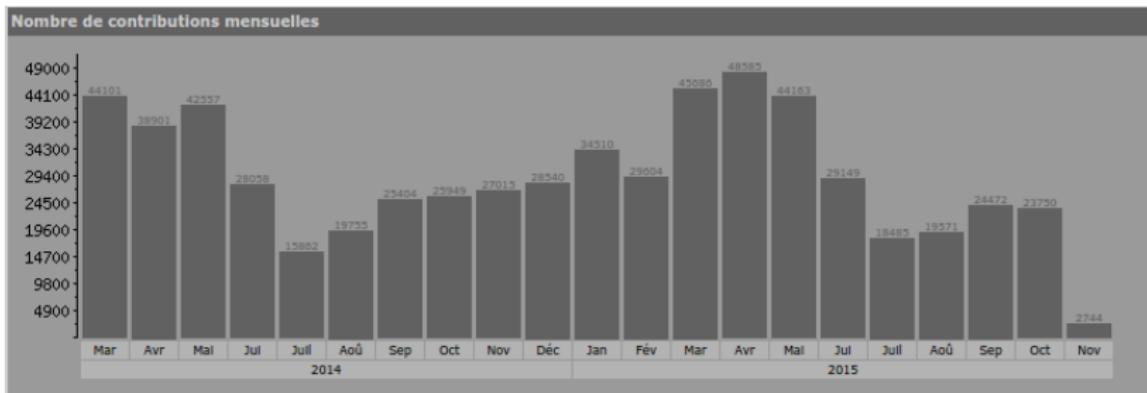
Les observateurs



Les observateurs



Synthèse d'observation naturaliste



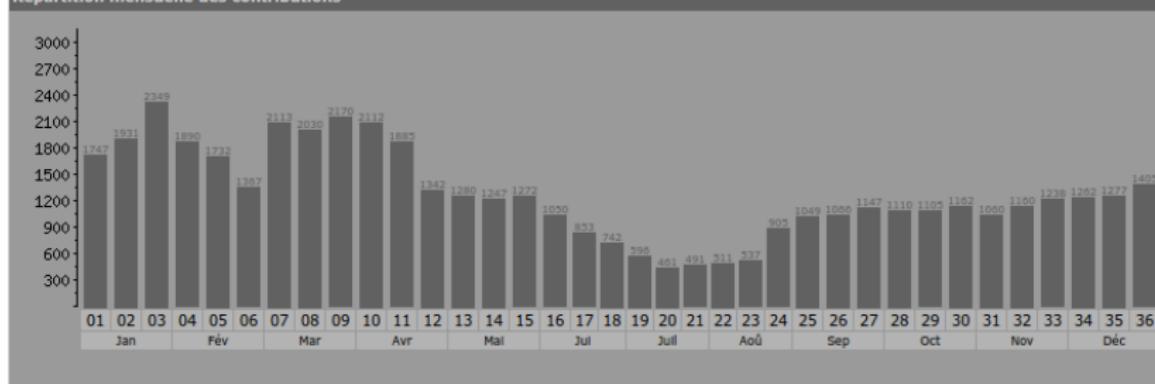
source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

Phénologie : Espèce résidente

Mésange bleue *Cyanistes caeruleus*



Répartition mensuelle des contributions



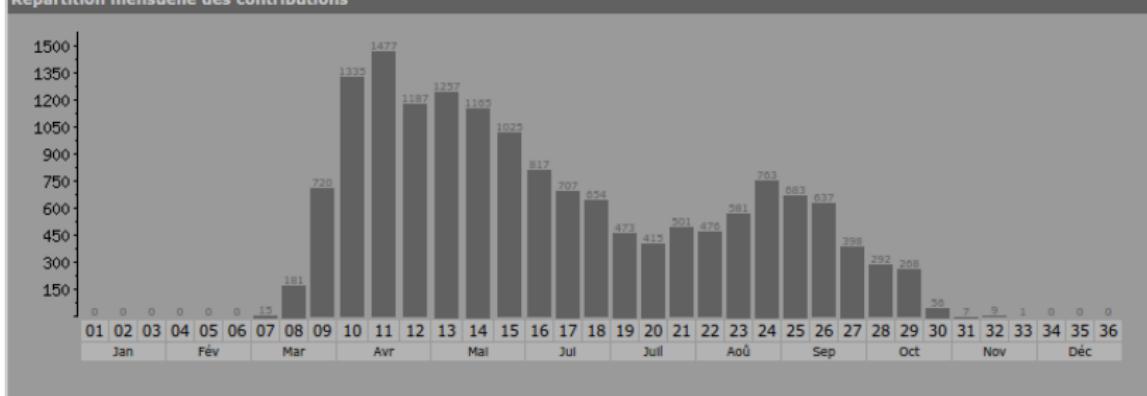
source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

Phénologie : Visiteuse d'été

Hirondelle rustique *Hirundo rustica*



Répartition mensuelle des contributions



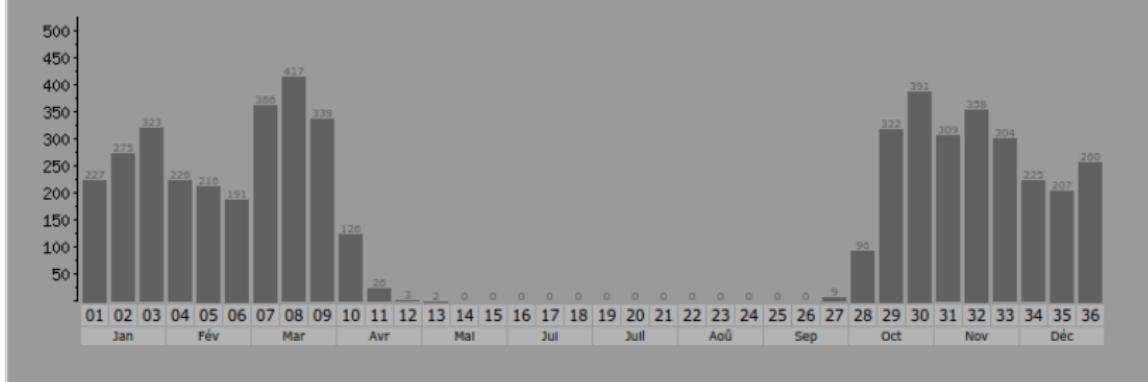
source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

Phénologie : Visiteuse d'hiver

Grive mauvis *Turdus iliacus*



Répartition mensuelle des contributions



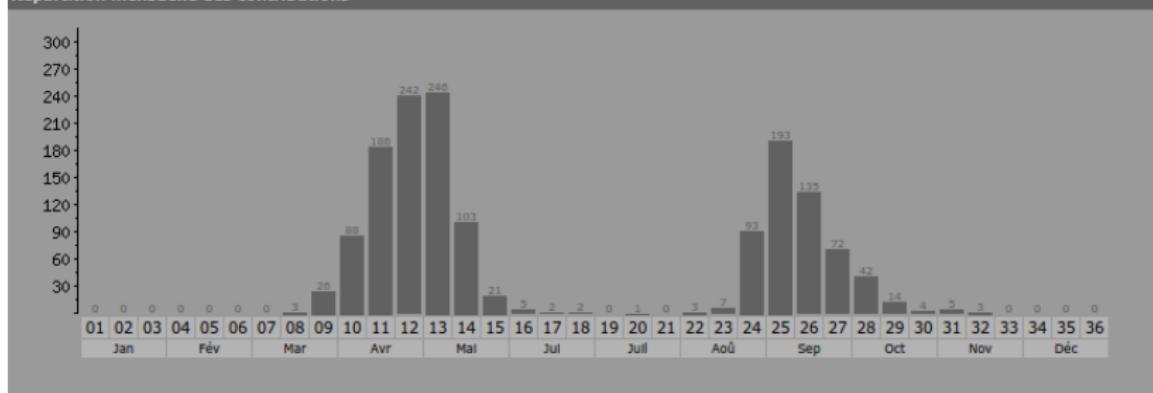
source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

Phénologie : Espèce de passage

Traquet motteux *Oenanthe oenanthe*

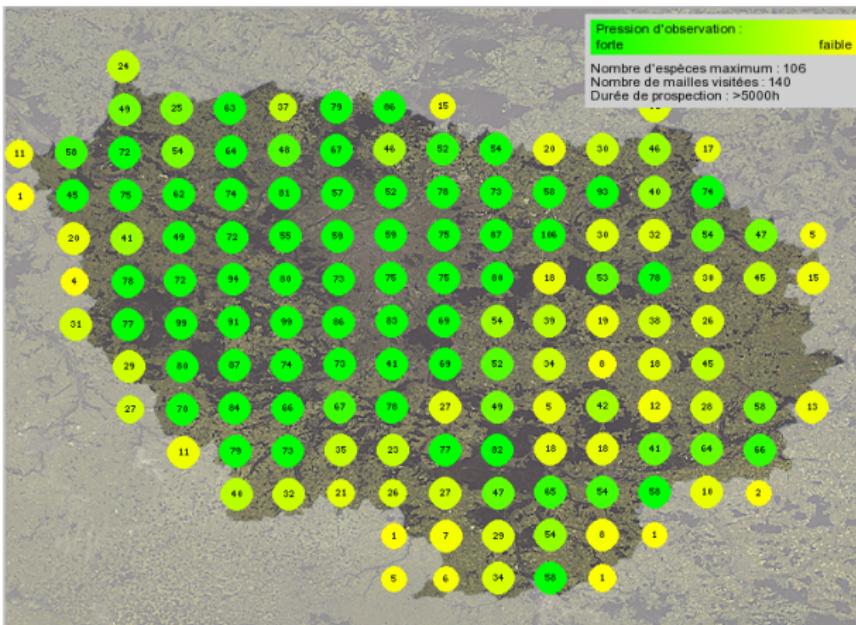


Répartition mensuelle des contributions



source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

Diversité en 2014



source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

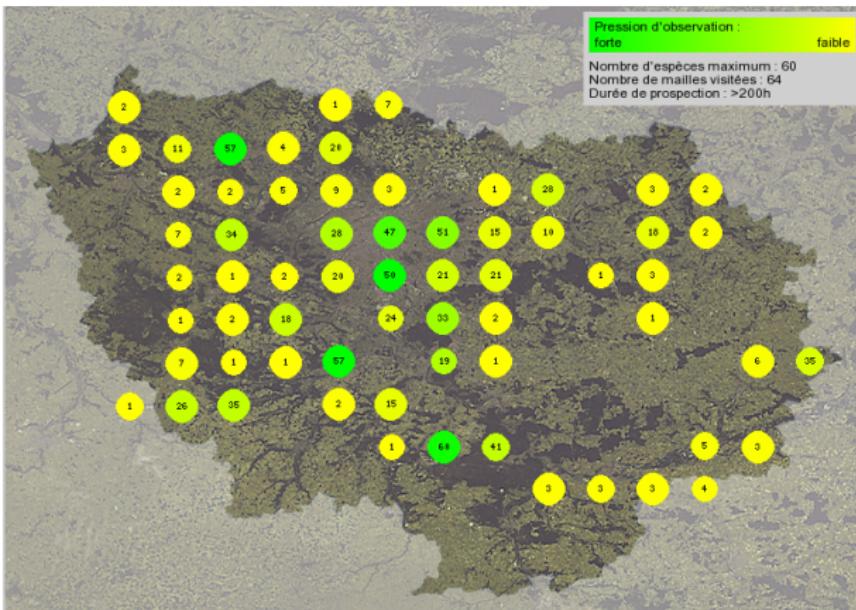
Analyse de données brutes : Hypothèse

Analyse de données brutes : Hypothèse

Hypothèse forte

Effort d'observation constant dans le temps et dans l'espace

Diversité en 2009

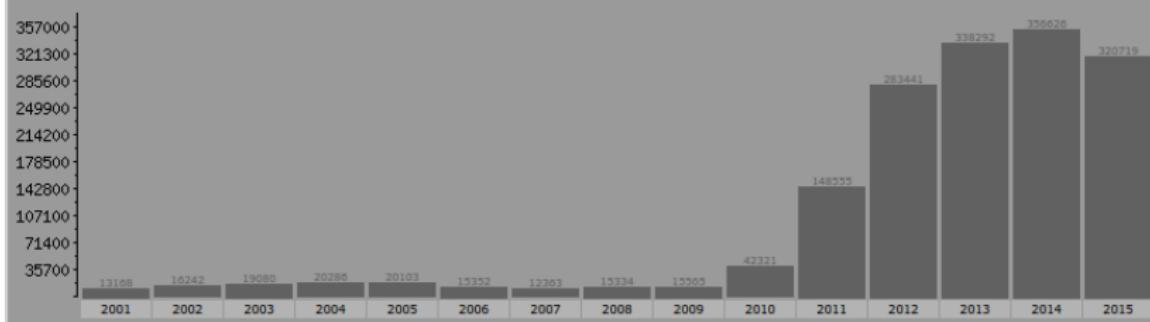


source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

Synthèse d'observation naturaliste



Nombre de contributions annuelles



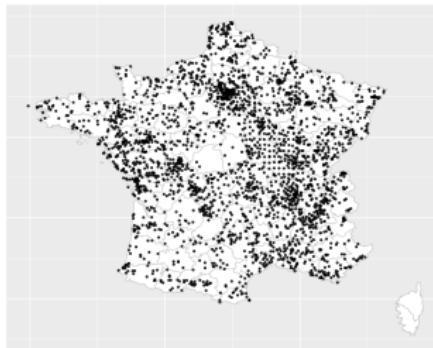
source : <http://www.faune-iledefrance.org/> Nov. 2015)

Protocole STOC (Breeding Bird Survey)

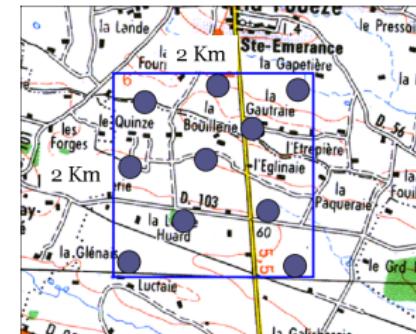
STOC : Suivi Temporel des Oiseaux Communs

2300 carrés suivis au moins une fois depuis 2001

Localisation des carré STOC-EPS suivis au moins 1 année depuis 2001

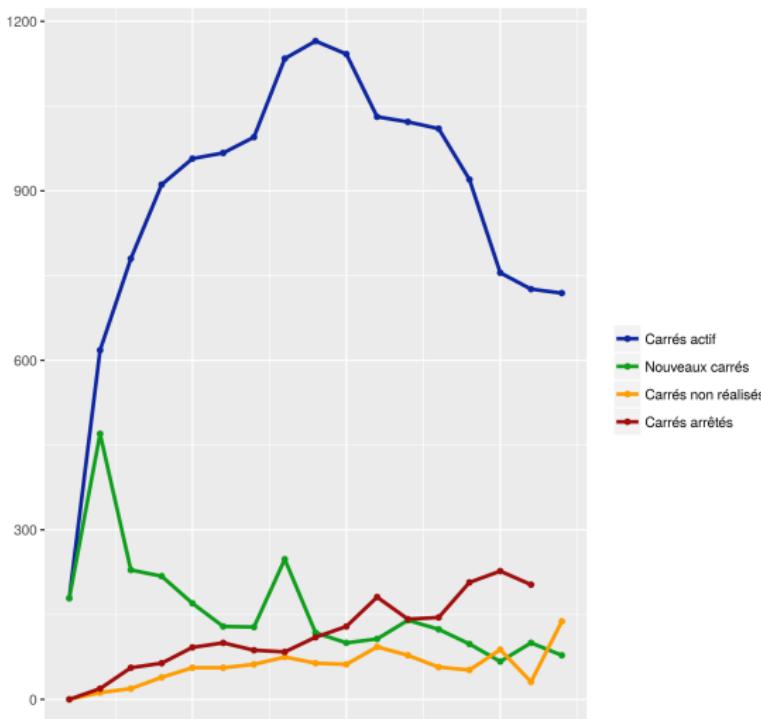


- Sites choisie aléatoirement
- 10 pts d'écoute de 5mn par site
- 2 passages pas an
- Description standardisée de l'hab.



175 espèces suivies

Protocole STOC (Breeding Bird Survey)



STOC : Alouette des champs *Alauda arvensis*



- Tendance :



STOC : Alouette des champs *Alauda arvensis*



- Tendance :
 - -22% depuis 1989, déclin



STOC : Alouette des champs *Alauda arvensis*



- Tendance :

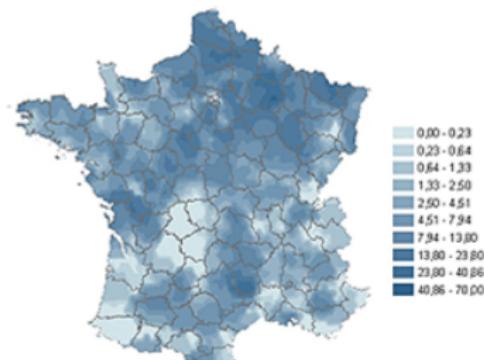
- -22% depuis 1989, déclin
- -10% depuis 2001, diminution



STOC : Alouette des champs *Alauda arvensis*



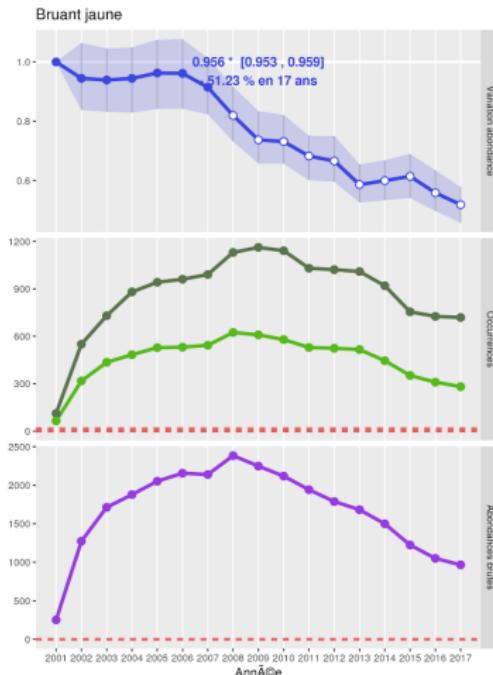
- Tendance :
 - -22% depuis 1989, déclin
 - -10% depuis 2001,
diminution
- Distribution géographique par
espèce



STOC : Bruant jaune *Emberiza citrinella*



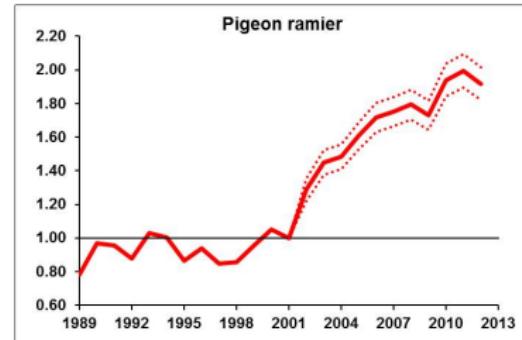
- Tendance :
 - -50% depuis 2001,
diminution
 - Distribution géographique par
espèce



STOC : Pigeon ramier *Columba palumbus*



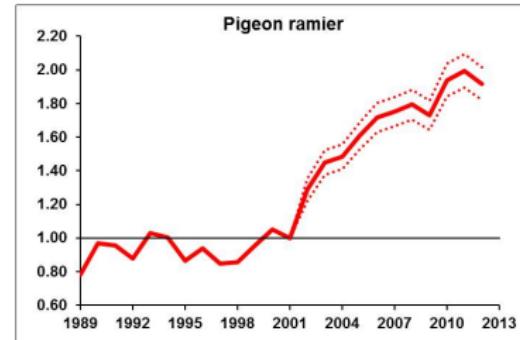
- Tendance :



STOC : Pigeon ramier *Columba palumbus*



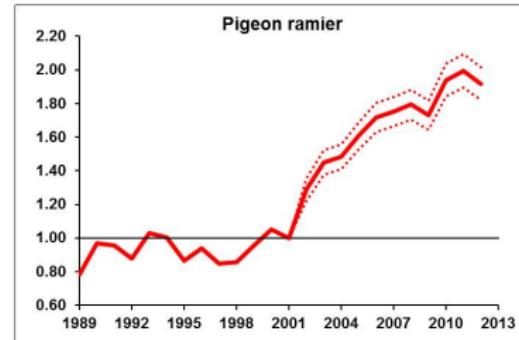
- Tendance :
 - +152% depuis 1989,
augmentation



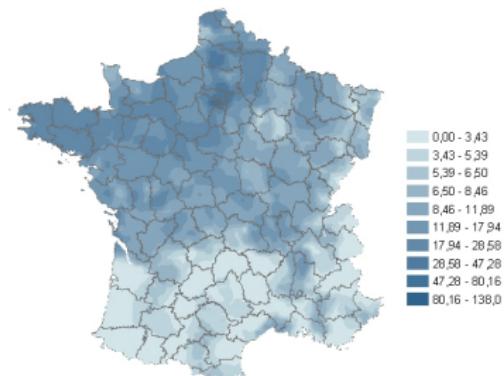
STOC : Pigeon ramier *Columba palumbus*



- Tendance :
 - +152% depuis 1989, augmentation
 - +53% depuis 2001, augmentation



STOC : Pigeon ramier *Columba palumbus*



- Tendance :
 - +152% depuis 1989,
augmentation
 - +53% depuis 2001,
augmentation
- Distribution géographique

Construction d'un modèle CMR



Suivi de terrain (capture-marquage-recapture, suivi de la reproduction...)



Construction d'un modèle CMR



Suivi de terrain (capture-marquage-recapture, suivi de la reproduction...)



0001101100100
0110110011001
0000100010000
0001110101101

Données brutes



Construction d'un modèle CMR



Suivi de terrain (capture-marquage-recapture, suivi de la reproduction...)

0001101100100
0110110011001
0000100010000
0001110101101

Données brutes

Analyses statistiques
(détermination de taux de survie annuels, fécondité...)

Paramètres moyens
 $S_0 = 0.85$
 $S_1 = \dots$
 $F = \dots$

Construction d'un modèle CMR



Suivi de terrain (capture-marquage-recapture, suivi de la reproduction...)

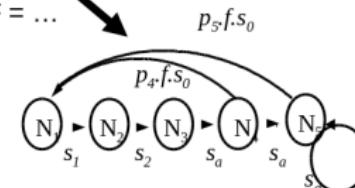
0001101100100
0110110011001
0000100010000
0001110101101

Données brutes

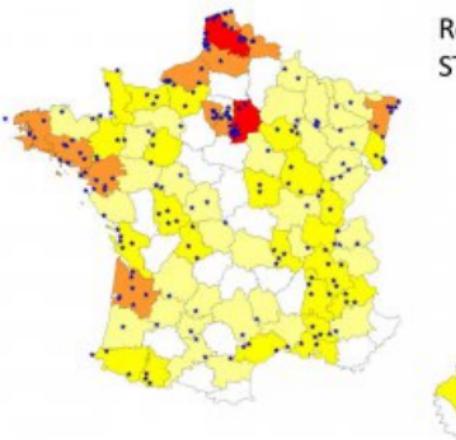
Analyses statistiques (détermination de taux de survie annuels, fécondité...)

Modèle déterministe
utilisant ces taux moyens
de manière multiplicative

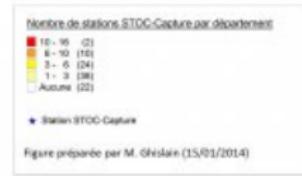
Paramètres moyens



Le STOC capture



Répartition des stations de STOC-Capture en France



Suivie de population : Ex Mouette tridactyle *Rissa tridactila*

Population suivie en Bretagne
(Cap Sizun) depuis 1979



Suivie de population : Ex Populations d'oiseaux d'austral

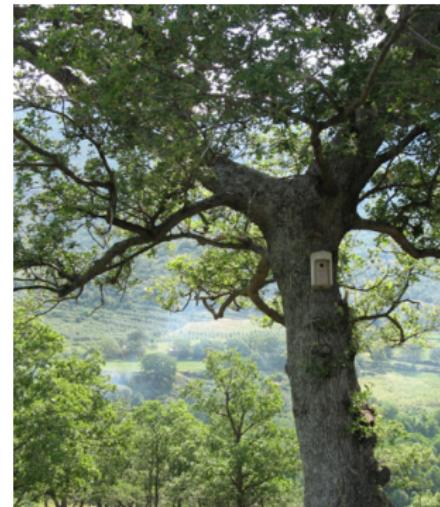
Populations suivi depuis les années 60
Kerguelen, Crozet, Terre Adélie...



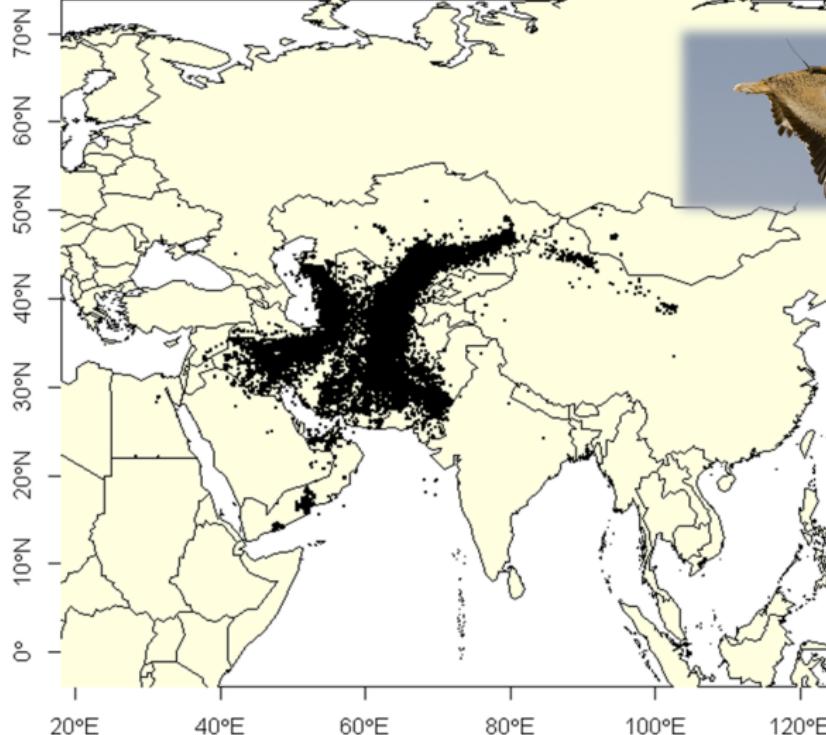
Suivie de population : Ex Mésanges

Populations suivis depuis les années 1976

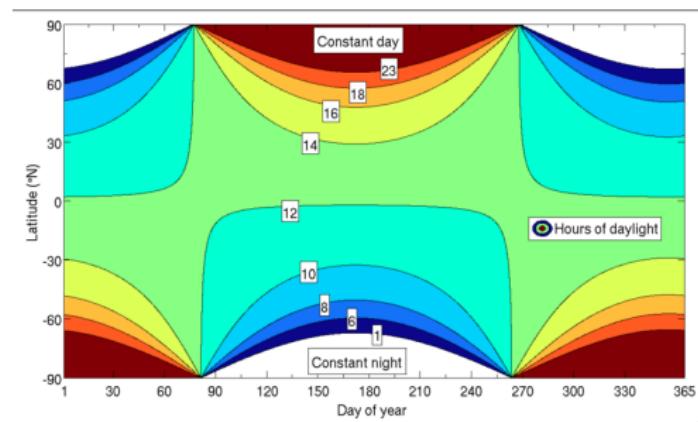
Corse et zone méditerranéenne métropolitaine (Montpellier)



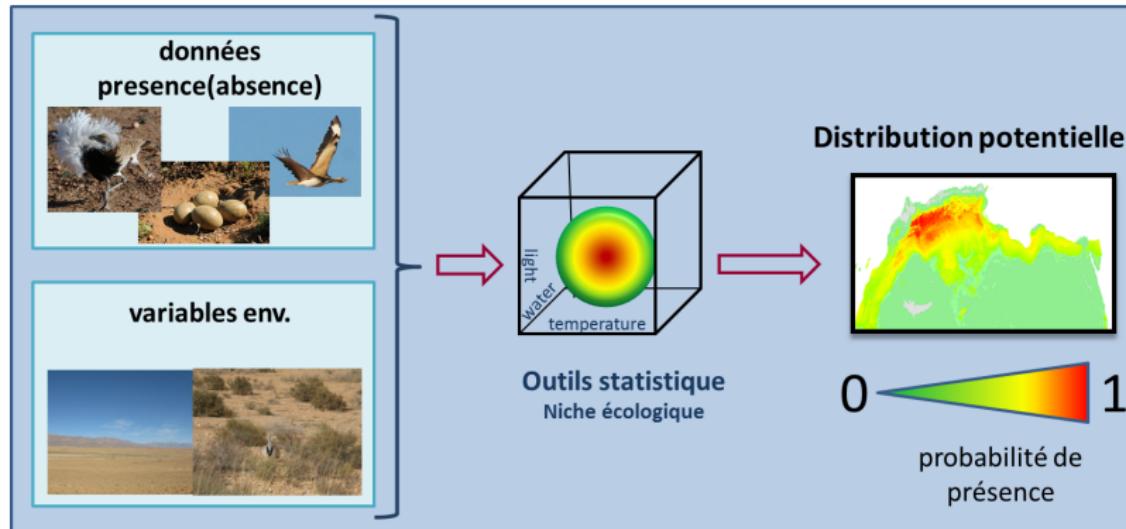
GPS



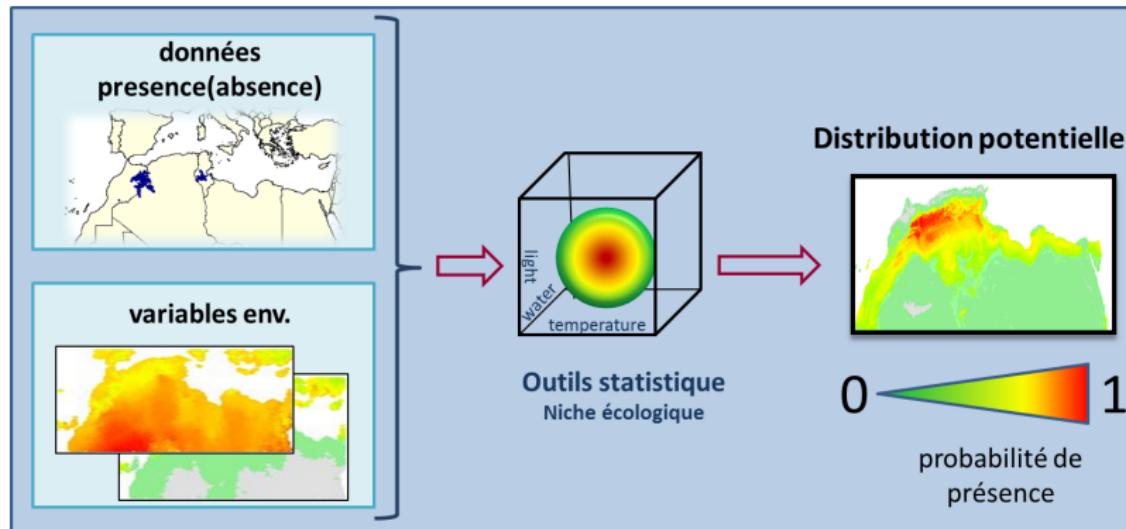
GLS



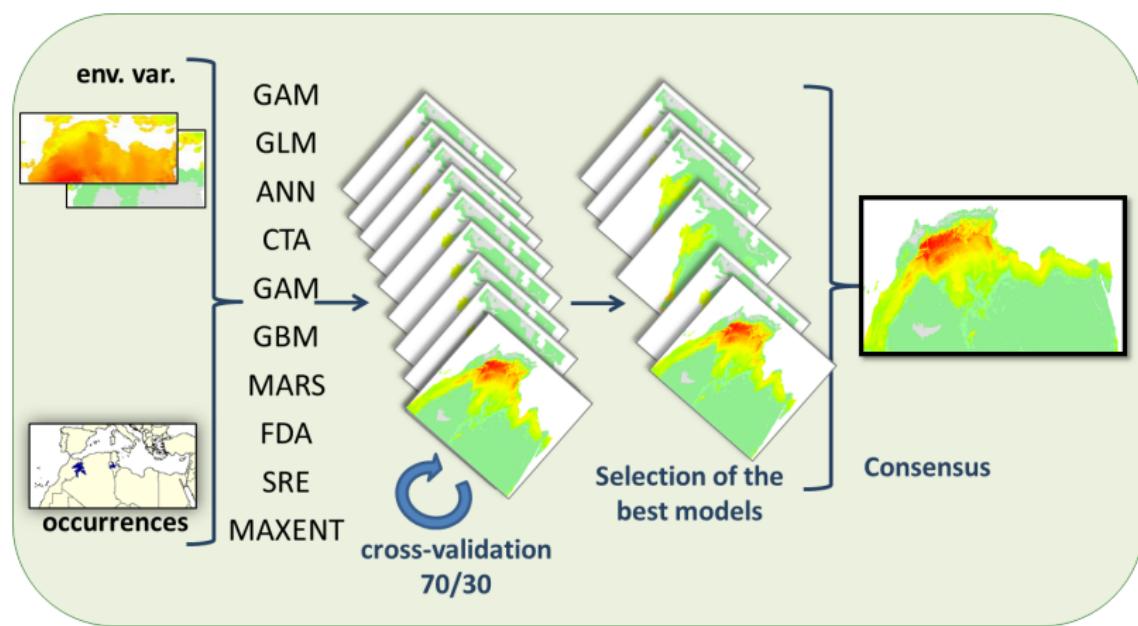
Modélisation de niche actuelle



Modélisation de niche futur



Modélisation... les consensus (BIOMOD)

BIOMOD, Thuiller *et al.* 2009



Quelle conséquences sur la biodiversité des oiseaux?

Destruction et dégradation des habitats

Surpâturage



Agriculture intensive



Urbanisation



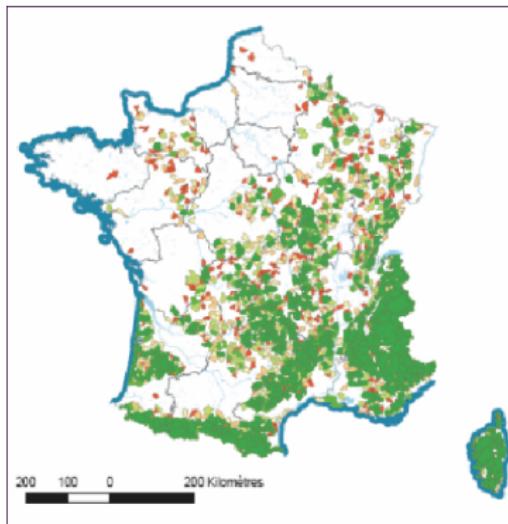
Déforestation



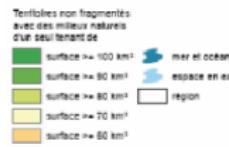
Activités industrielles



La fragmentation en France

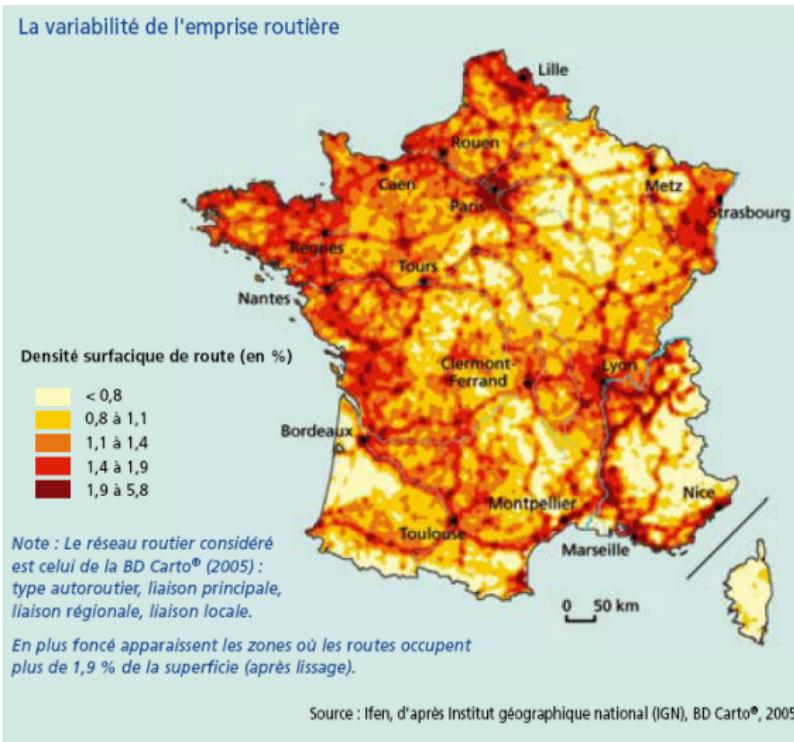


Distribution des espaces naturels non fragmentés ($>50\text{km}^2$)

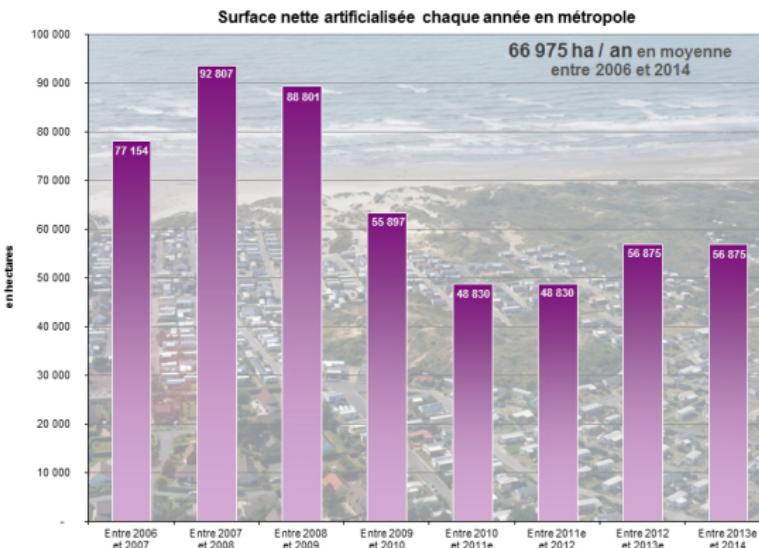


Auteur : Cemagref - UMR TETIS
Date : novembre 2006

La fragmentation en France



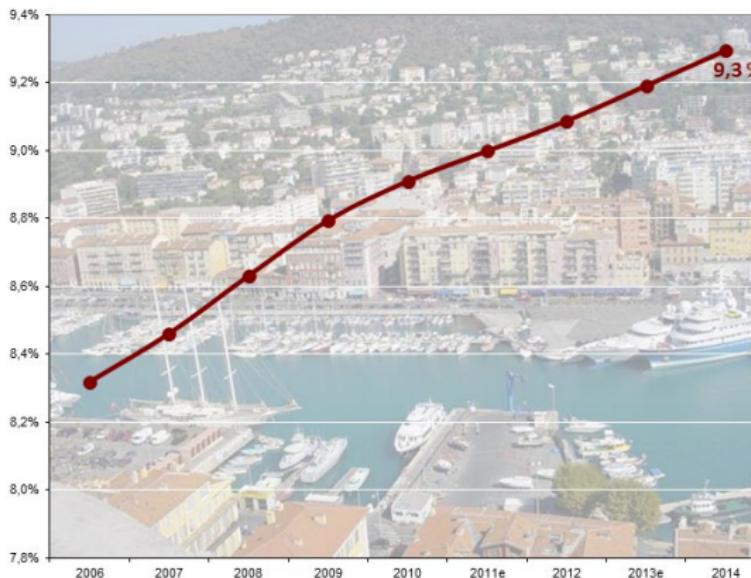
La fragmentation en France



Note : pas d'enquête en 2011 ni 2013, valeurs calculées par interpolation respectivement entre 2010 et 2012, et entre 2012 et 2014.
 Source : MAAF (SSP), TerUlt-Lucas, série révisée, mars 2015.

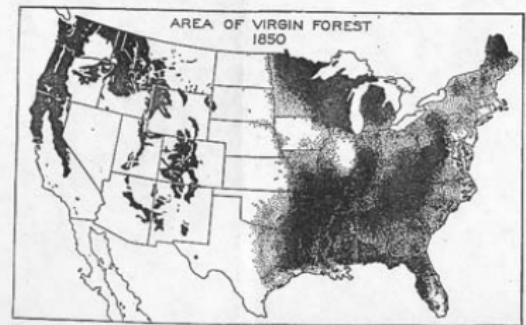
La fragmentation en France

Proportion du territoire métropolitain couvert par des surfaces artificialisées



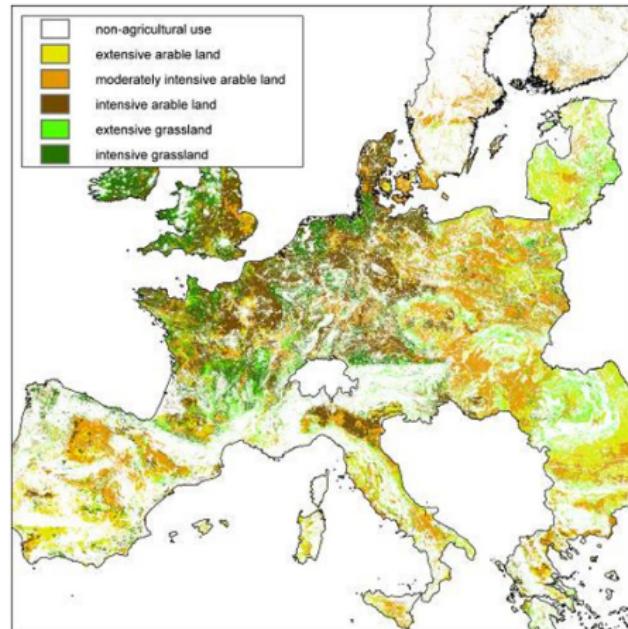
Note : pas d'enquête en 2011 ni 2013, valeurs calculées par interpolation entre 2010 et 2012, et entre 2012 et 2014.
Source : MAAF (SSP), TerUti-Lucas, série révisée, mars 2015.

Déforestation aux États-Unis



L'agriculture

En Europe :
Agriculture \approx 50% surface



[?]

Evolution paysage agricole

Evolution des paysages agricoles au cours des dernières décennies

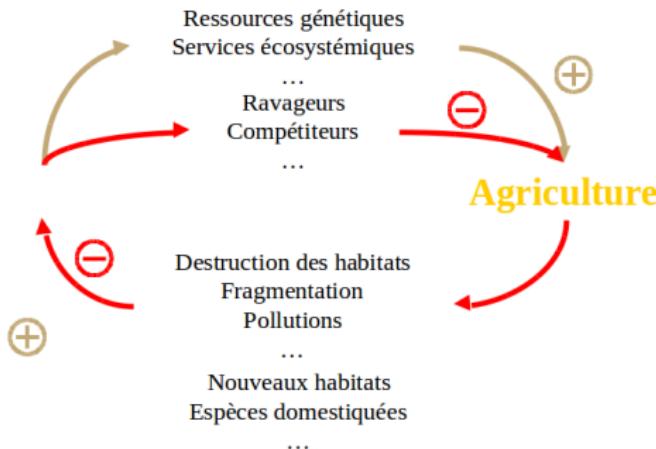


La plaine de Caen-Talence à Seignolles (Calvados) - Cr-DIREN

Homogénéisation du paysage et des pratiques

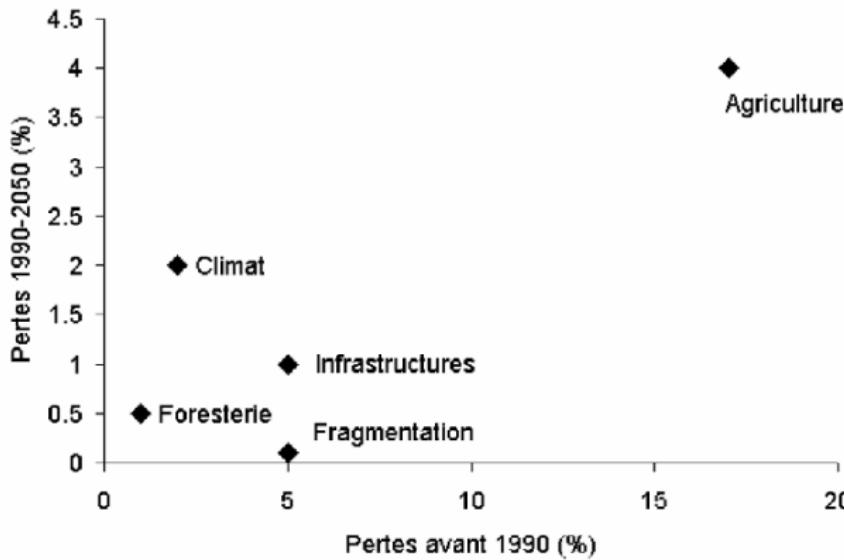
Paradoxe agricole

Agriculture : pourquoi s'y intéresser ?

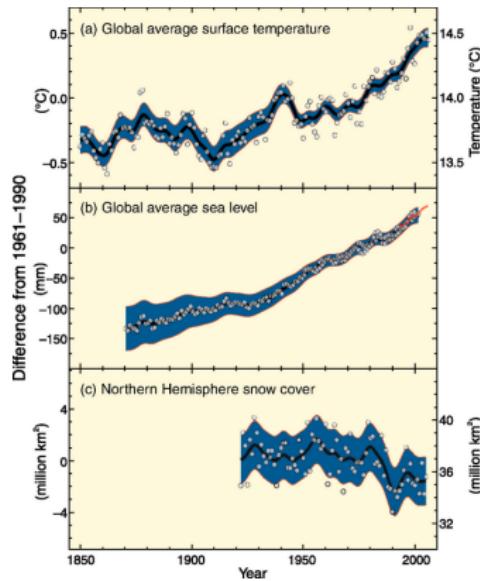


Agriculture et perte de biodiversité

L'agriculture est toujours responsable d'une grande partie de l'érosion de la biodiversité



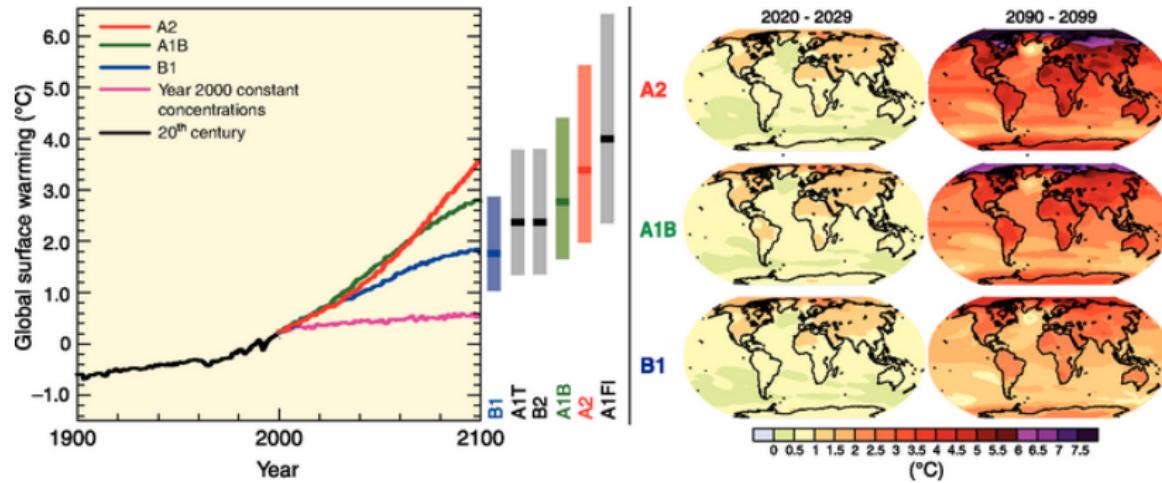
Changements climatiques



- Temp moy : +0.74°C entre 1905 et 2005
- Niveau de la mer : +17 cm

- Rapports du GIEC sur <http://www.ipcc.ch>
- Le climat à découvert - Outils et méthodes en recherche climatique C. Jeandel et R. Mosseri

Projections climatiques

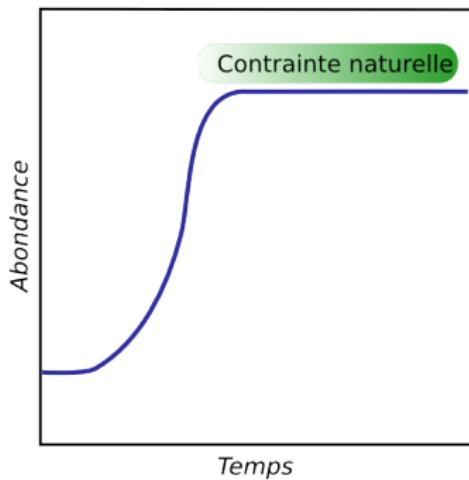


Moyennes multi-modèles et intervalles estimés du réchauffement global en surface

- Rapports du GIEC sur <http://www.ipcc.ch>

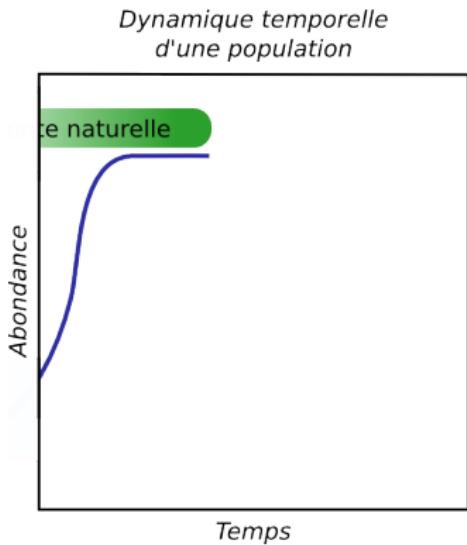
Les contraintes

Dynamique temporelle
d'une population



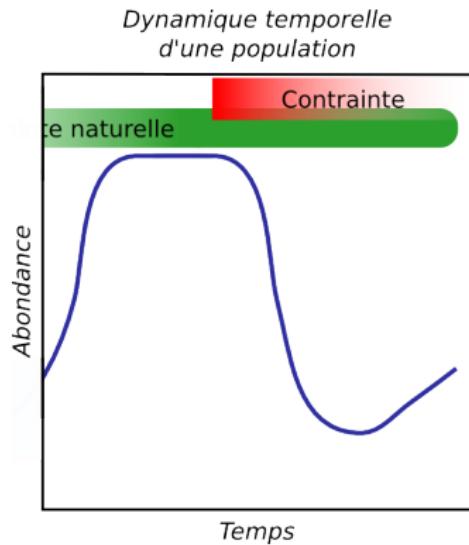
- Contraintes *naturelles* : contraintes liées aux systèmes écologiques

Les contraintes



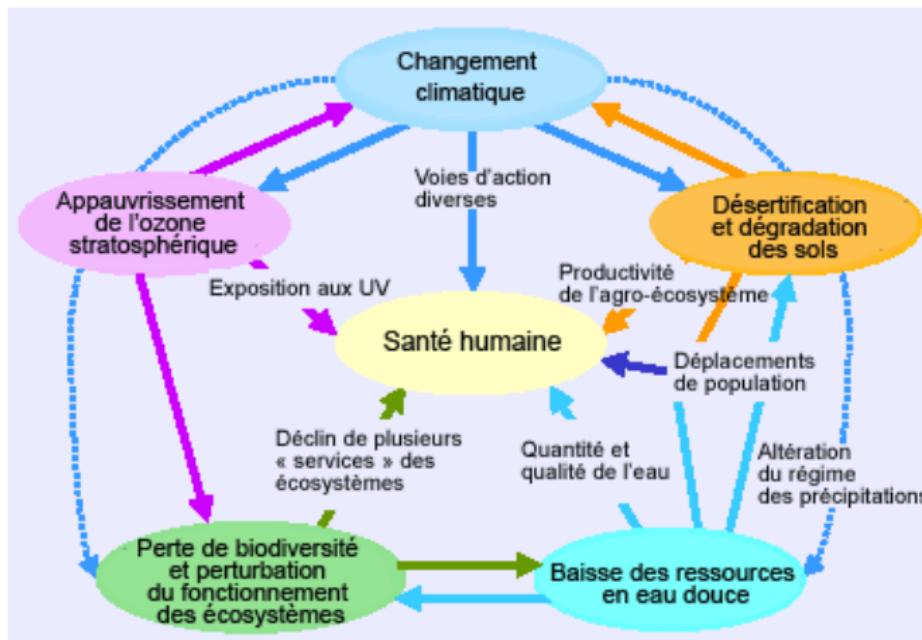
- Contraintes *naturelles* : contraintes liées aux systèmes écologiques

Les contraintes



- Contraintes *naturelles* : contraintes liées aux systèmes écologiques
- Contraintes *anthropiques* : contraintes additionnelles qui ont un effet (+/-) sur la dynamique d'une population

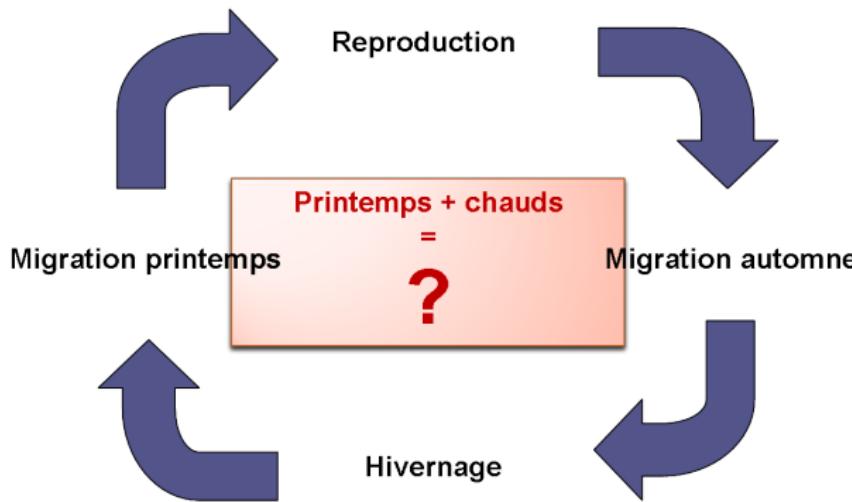
Contraintes en interactions



Les effets sur les populations

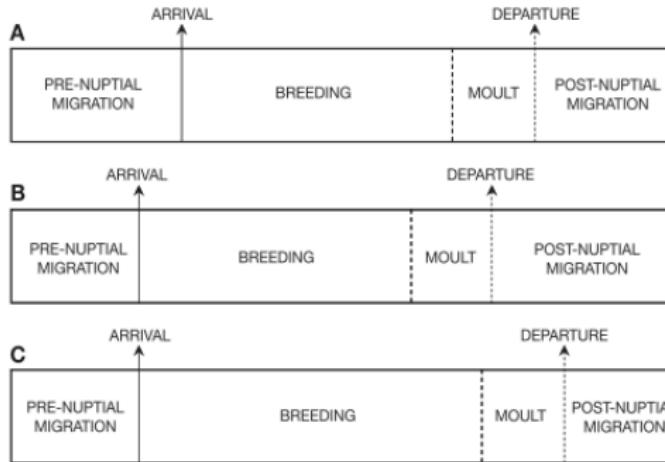


Modification de la phénologie de la migration



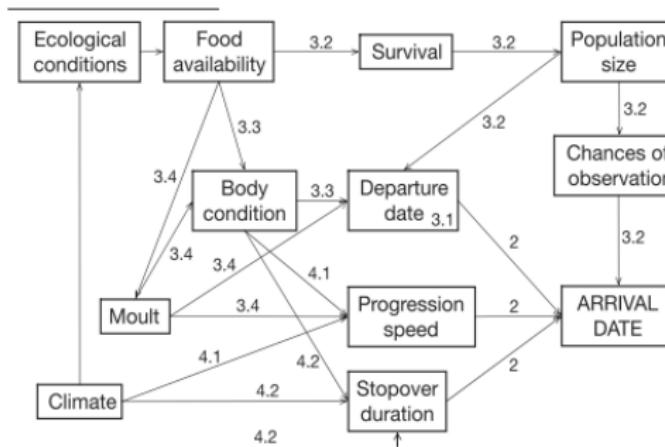
Un timing déterminant pour le succès reproducteur, la survie et la fitness

Modification de la phénologie de la migration



[?]

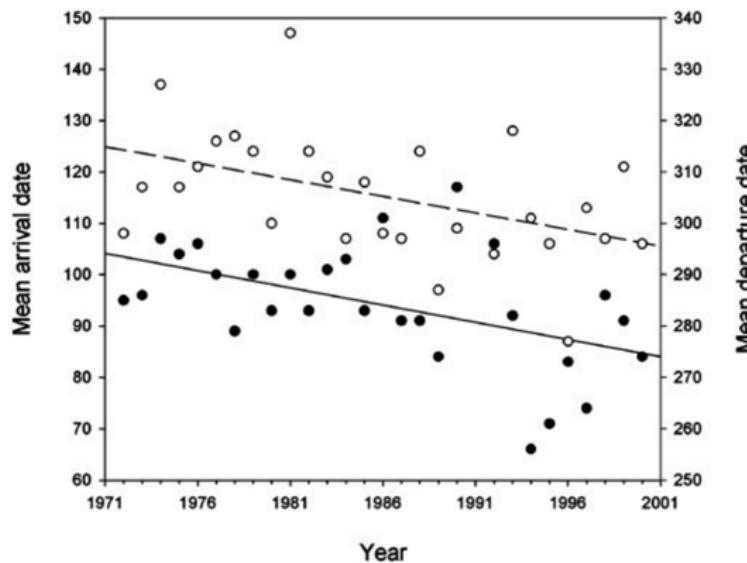
Modification de la phénologie de la migration



Quels sont les facteurs à l'origine des décalage des dates d'arrivées ?

[?]

L'Hirondelle des fenêtres

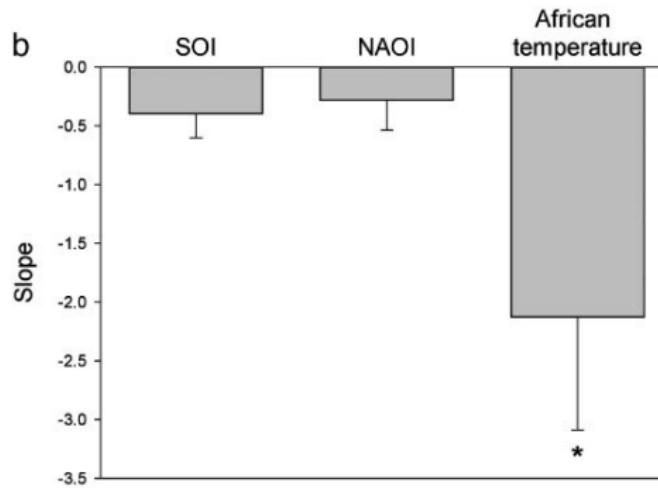


Hirondelle de fenêtre

Delichon urbica

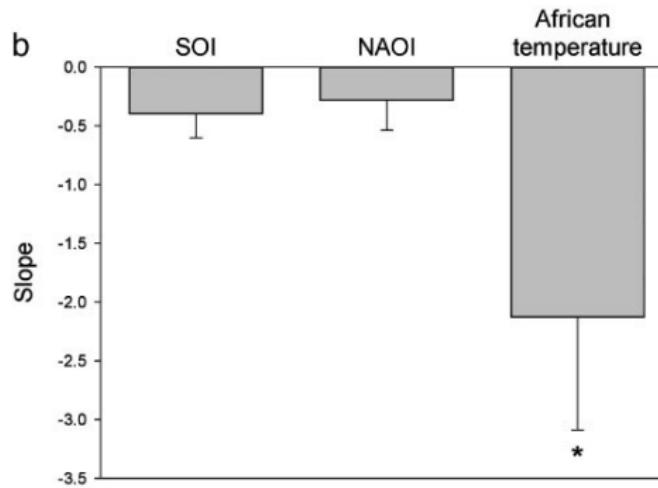
[?]

L'Hirondelle des fenêtres : Date d'arrivées



[?]

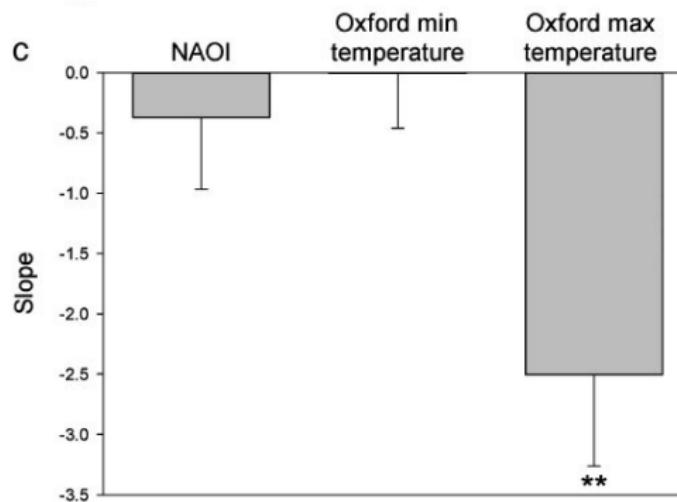
L'Hirondelle des fenêtres : Date d'arrivées



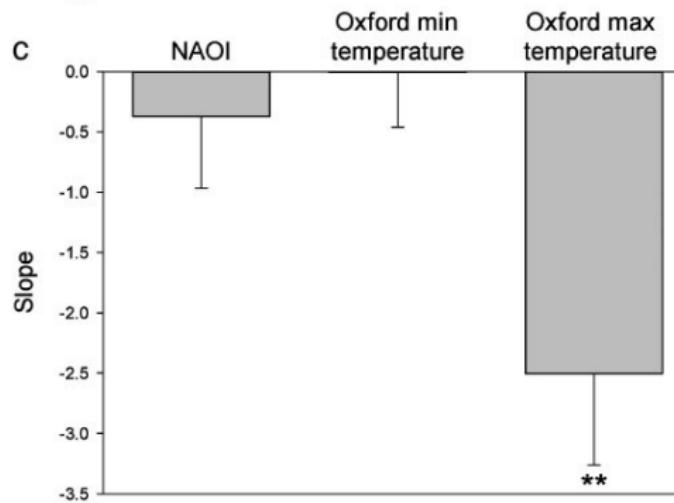
- Corrélation de la précocité d'arrivée avec une augmentation des T°C en hiver en Afrique sub-saharienne

[?]

L'Hirondelle des fenêtres : Date de départ



L'Hirondelle des fenêtres : Date de départ

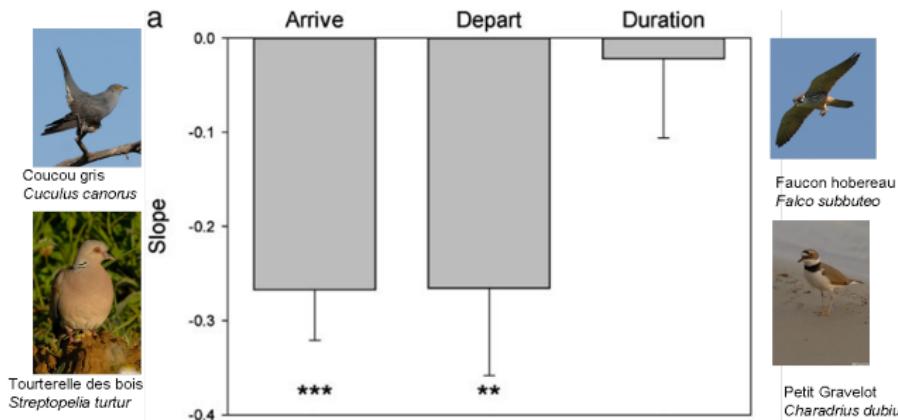


- Corrélation de la précocité de départ avec des fortes chaleurs estivales dans l'Oxfordshire

[?]

Modification de la phénologie de la migration

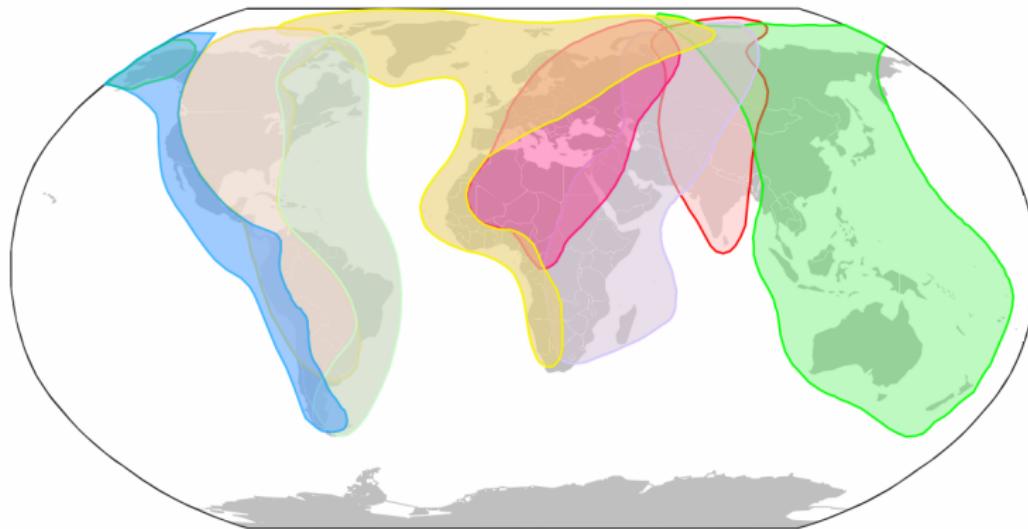
Étude sur 20 espèces migratrices (Oxfordshire, 1971-2000)



[?]

Quels gagnants ? Quels perdants ?

Migrateurs courte-distance Vs migrants longue-distances



Quels gagnants? Quels perdants?



Le cycle annuel

Reproduction



Migration
printemps



Migration
automne



Hivernage

Conditions climatiques

migration



Initiation de reproduction

Migrateurs de courte distance



Migrateurs de longue distance



Compétition



Les Pélicans européens



Le Pélicans frisé *Pelecanus crispus*



© ars
www.oiseaux.net

Le Pélicans frisé *Pelecanus crispus*



jaune = summer visitor,
vert = resident,
blue = hivernage

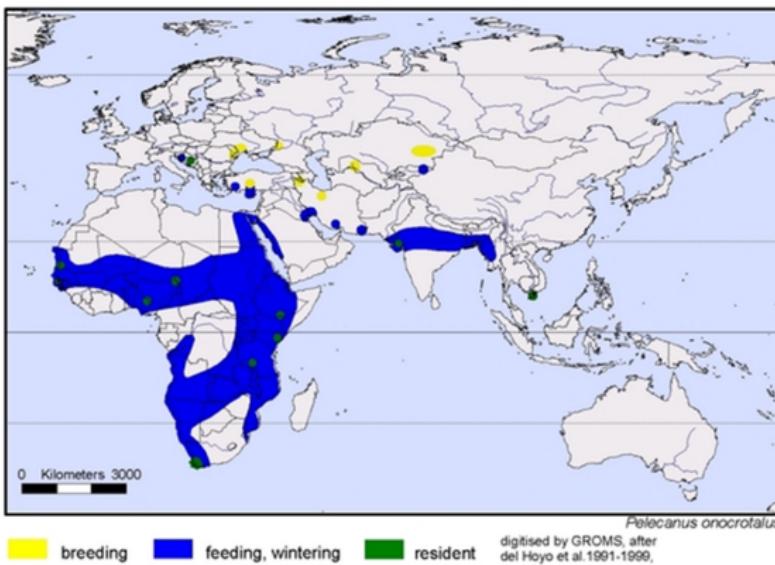
Le Pélicans blanc *Pelecanus onocrotalus*



Le Pélicans blanc *Pelecanus onocrotalus*



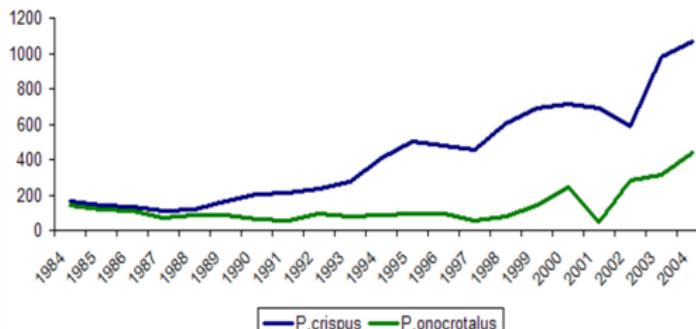
Pélican blanc



Les dynamique des populations

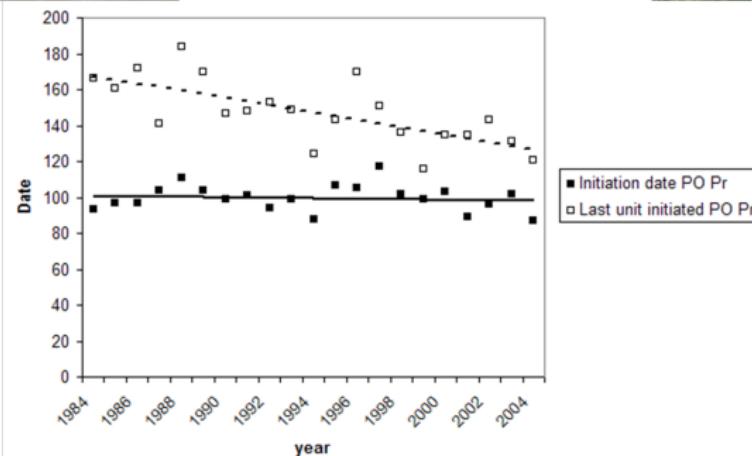
Effectifs des deux espèces

Nb couples
reproducteurs



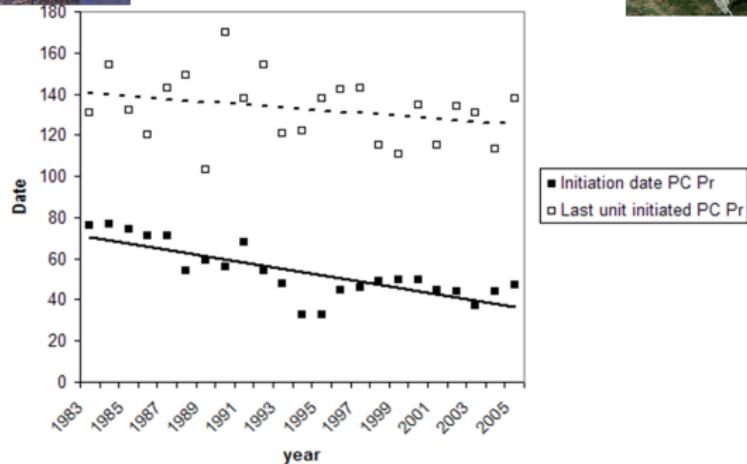
[?]

Périodes de reproduction



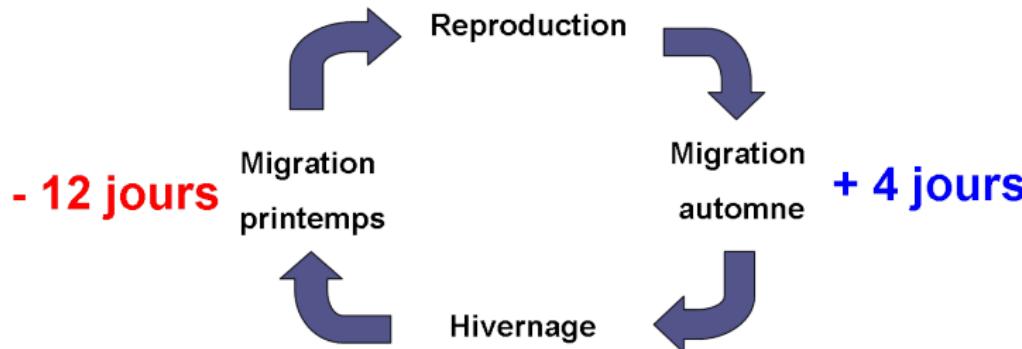
Période de reproduction de plus en plus courte !

Périodes de reproduction



Avancement de la reproduction très significatif !

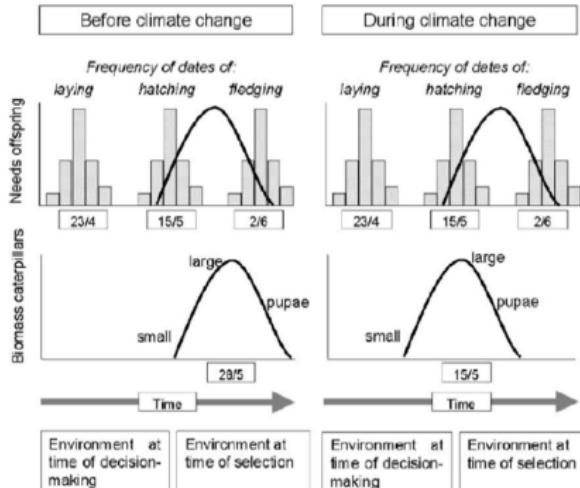
Migrateurs courte-distance



- Restent plus longtemps sur le site de reproduction
- Prolongation de la période de reproduction
- Des migrants de courte distance favorisés par le réchauffement climatique

Avancée de la reproduction

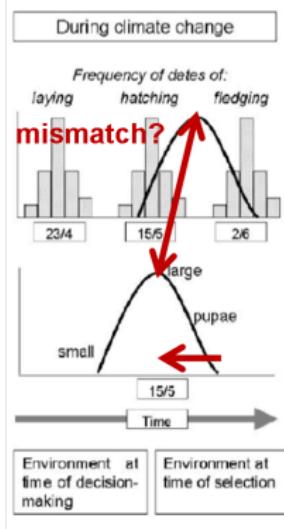
Exemple de la Mésange charbonnière



[?, ?, ?]

Avancée de la reproduction

Example de la Mésange charbonnière

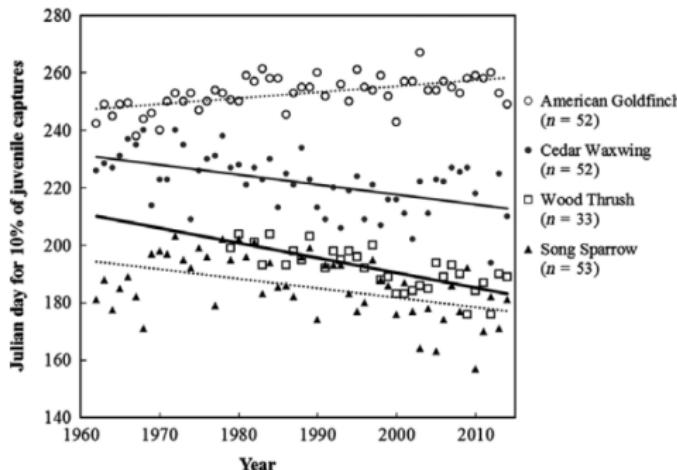


[?]

- Des populations s'adaptent bien (Oxford) ; d'autres non (Pays-Bas)
- Des indices env parfois “trompeurs” (photopériode, T°C...)
- Une plasticité homogène qui permet un bon ajustement global

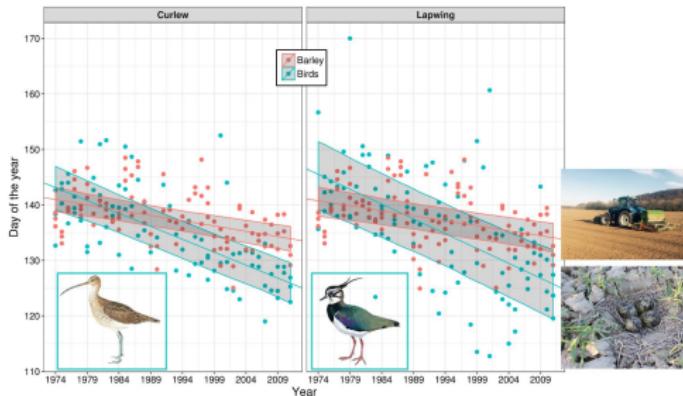
Avancée de la reproduction

Exemple des passereaux nord-américains (Pennsylvanie)



[?]

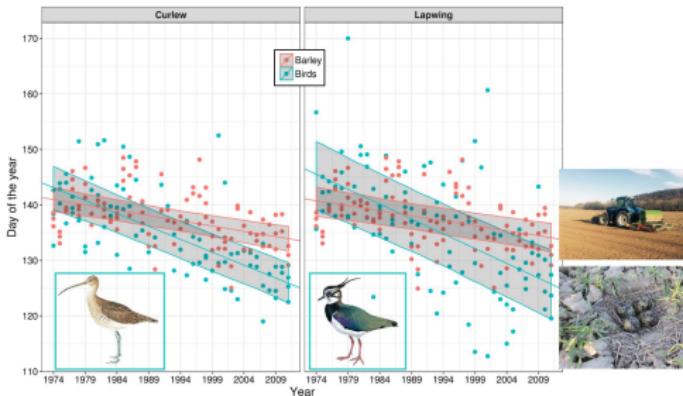
Avancée de la reproduction et habitats anthropisés



- Vanneaux huppé *Vanellus vanellus* et Courlis cendré *Numenius arquata* avancent leur date de reproduction plus vite que les agriculteurs avancent leur date de semie en Finland

[?]

Avancée de la reproduction et habitats anthropisés

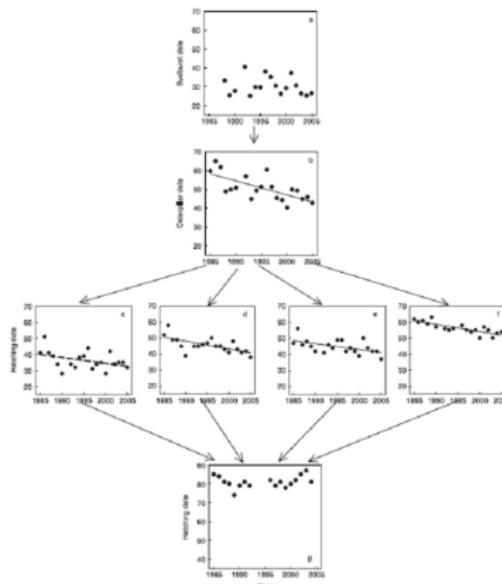


- Vanneaux huppé *Vanellus vanellus* et Courlis cendré *Numenius arquata* avancent leur date de reproduction plus vite que les agriculteurs avancent leur date de semie en Finland
- **Les oiseaux s'intallent dans les champs avant les semis au risque de la destruction de leur couvées**

[?]

Les chaînes trophiques

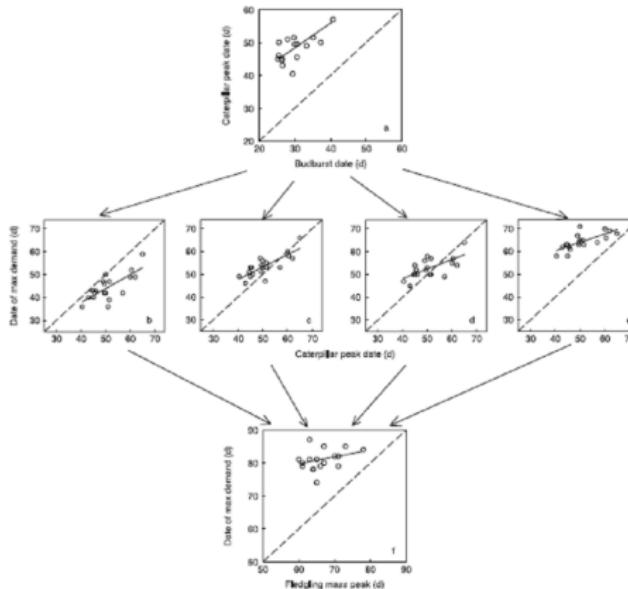
Tendances phénologiques temporelles (1981-2005)



[?]

Les chaînes trophiques

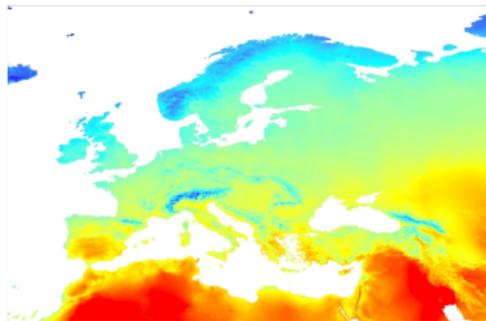
Corrélations phénologiques entre niveaux trophiques



[?]

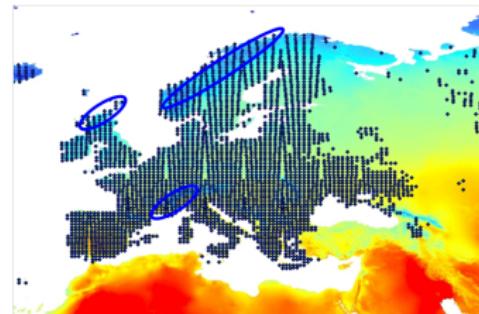
Niche thermique

www.worldclim.org

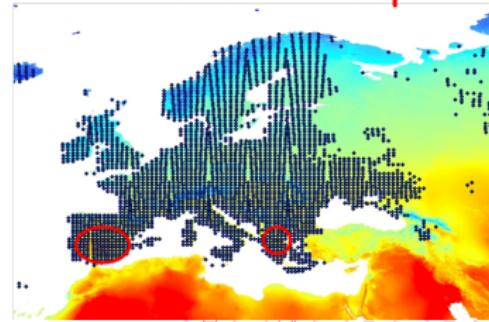


Range thermique =
maximum - minimum

Minimum thermique



Maximum thermique

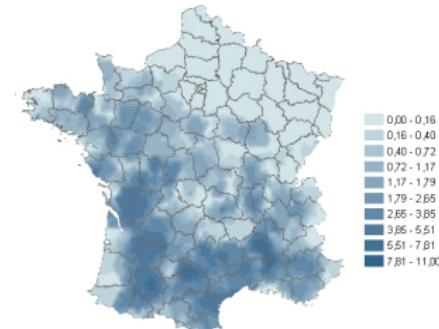
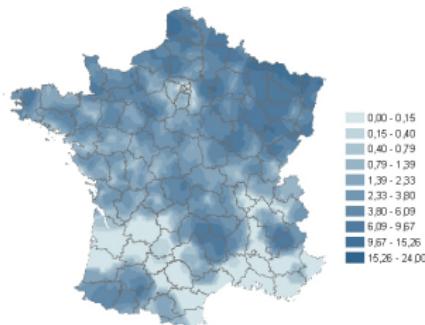


Niche thermique exemple

Bruant jaune *Emberiza citrinella*



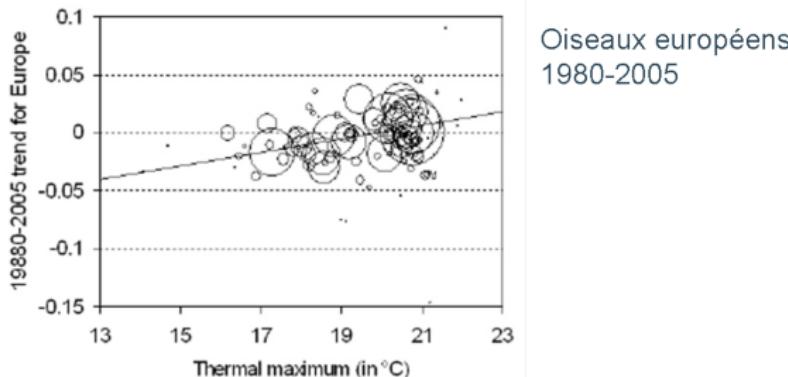
Bruant zizi *Emberiza cirlus*



Réchauffement climatique et tendances à long terme

Thermal range maxima explain population responses of European birds facing climate change

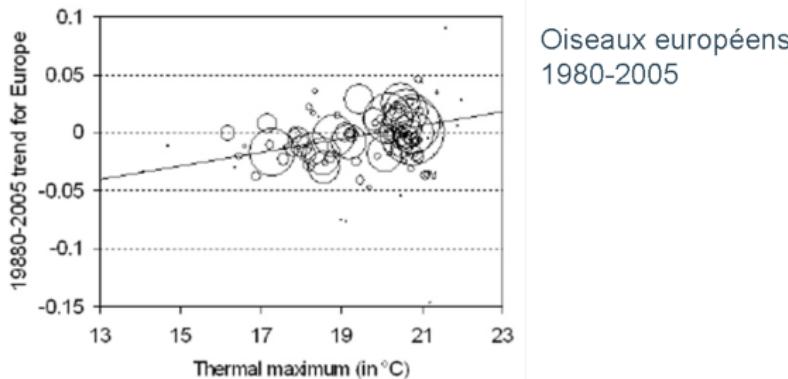
Frédéric Jiguet^{1*}, Richard D. Gregory², Vincent Devictor³, Rhys E. Green⁴, Petr Vršek⁵,
Arco van Strien⁶, Denis Cuvet³



Réchauffement climatique et tendances à long terme

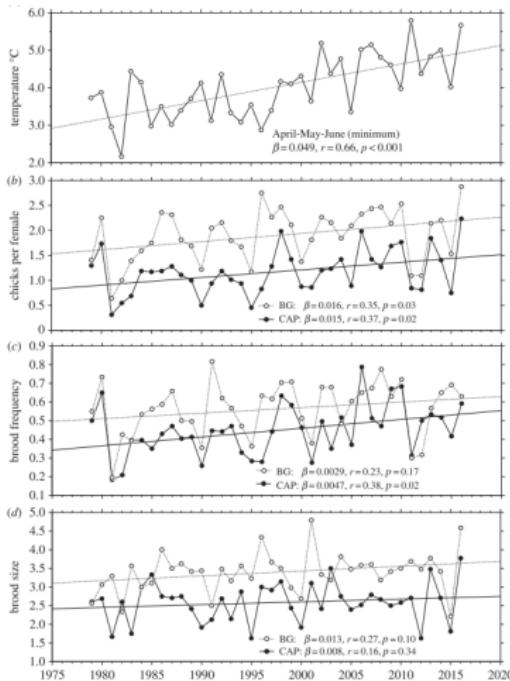
Thermal range maxima explain population responses of European birds facing climate change

Frédéric Jiguet^{1*}, Richard D. Gregory², Vincent Devictor³, Rhys E. Green⁴, Petr Vršek⁵,
Arco van Strien⁶, Denis Cuvet³



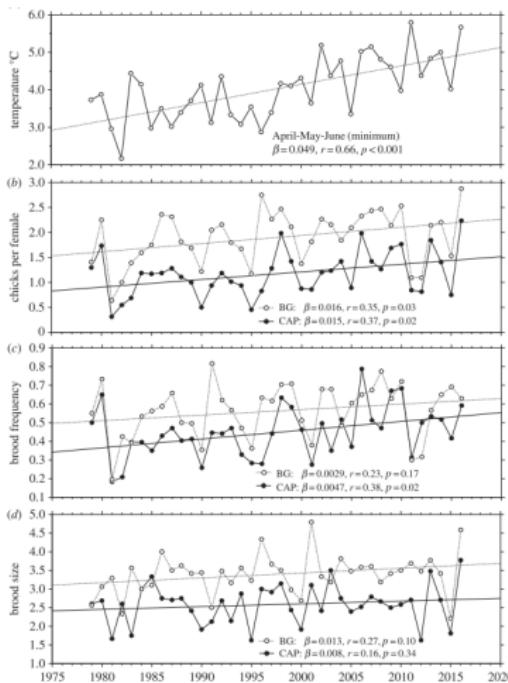
- Corrélation positive entre les tendances sur 25 ans et leur maximum thermique

Réchauffement climatique et tendances à long terme



[?]

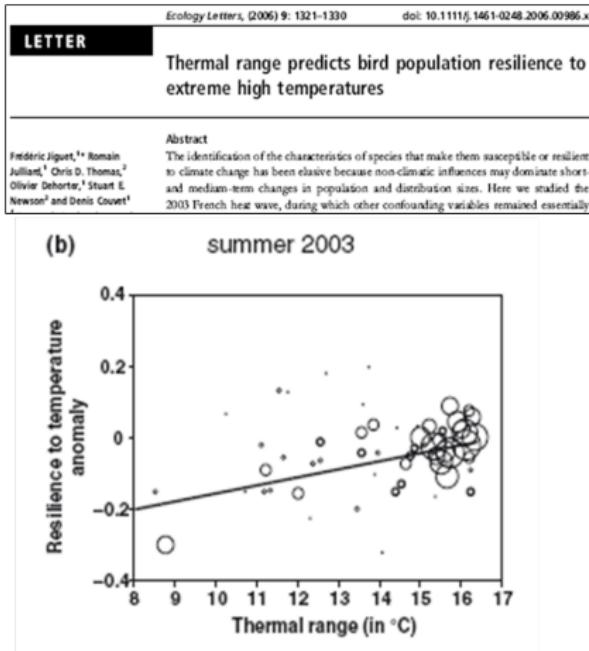
Réchauffement climatique et tendances à long terme



[?]

- Le Grand Tétras *Tetrao urrogallus* et le Tétras lyre *Tetrao tetrix* bénéficie du réchauffement climatique en finland

Événements extrêmes : exemple de la canicule de 2003



=> Le range thermique prédit la résilience aux anomalies de T°C
 $P < 0.001$
 71 espèces

Réchauffement climatique et tendances à long terme

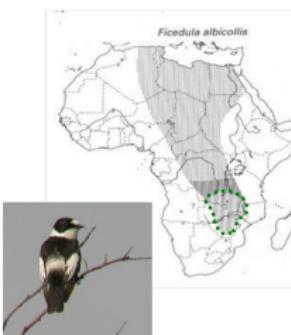
- Le réchauffement climatique à globalement un effet positif sur la qualité de la reproduction
- **Mais attention aux seuils de chaleurs et quand sont les pics. Le printemps 2020 probablement reproduction historiquement mauvaise (données STOC capture)**
- Vrai pour un grand nombre d'espèces

Changements des zones d'hivernage

Conséquences des hivers plus doux



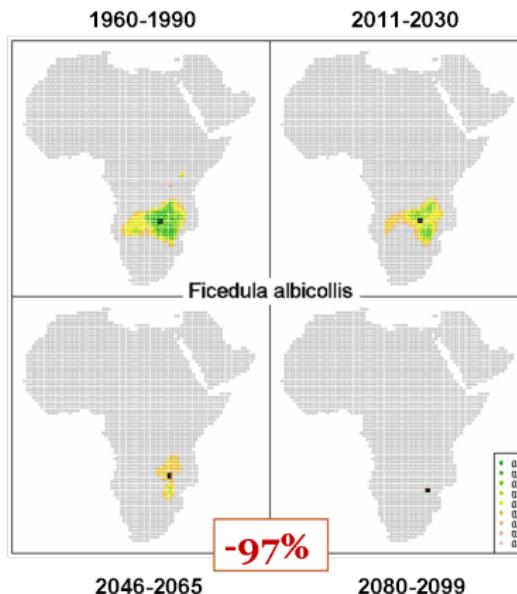
Distribution hivernal : Gobemouche à collier



Estimation des changements de la taille des aires de répartition des espèces :

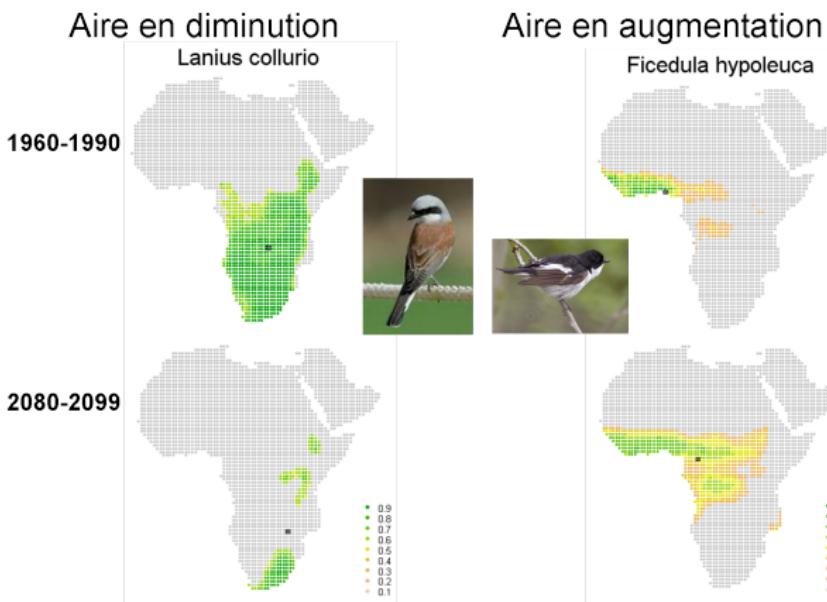
⇒ Contraction du rang en hiver pour 37 passereaux sur 64 à l'horizon 2100

⇒ Variation médiane à -13%



[?]

Distribution hivernal : Des dynamiques différentes

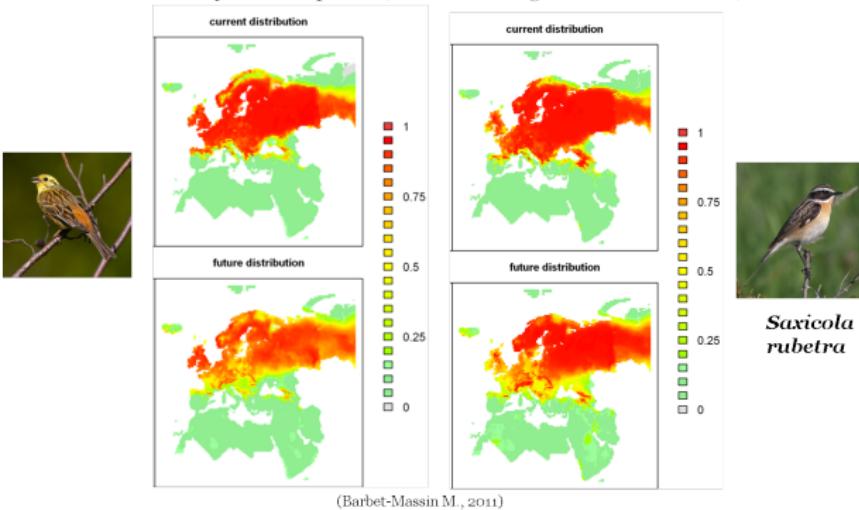


[?]

Aire de distribution estival

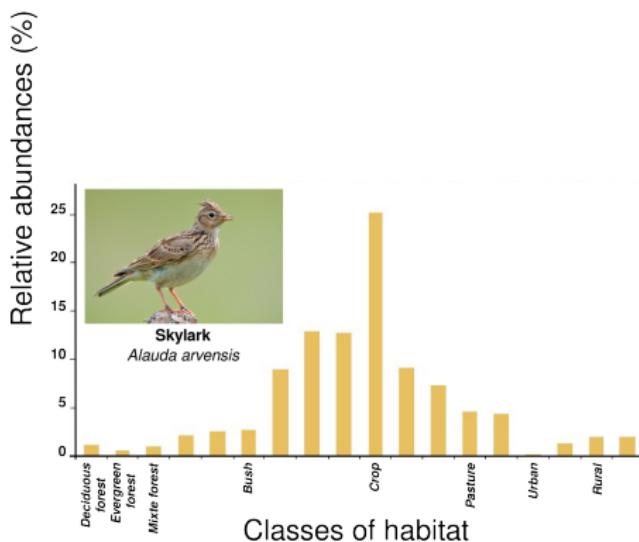
▪ Climate niche projections

- Climate suitability of each species (niche modeling from IPCC scenario)



[?]

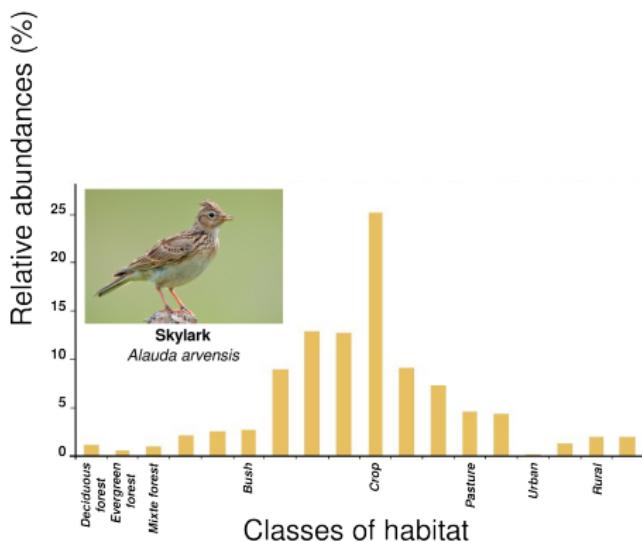
Indice de Spécialisation des espèces (SSI)



Coefficient de variation
de l'abondance parmi
les habitats

$$SSI_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^K (d_j - \bar{d})^2}{K-1}}}{\bar{d}} \quad (1)$$

Indice de Spécialisation des espèces (SSI)

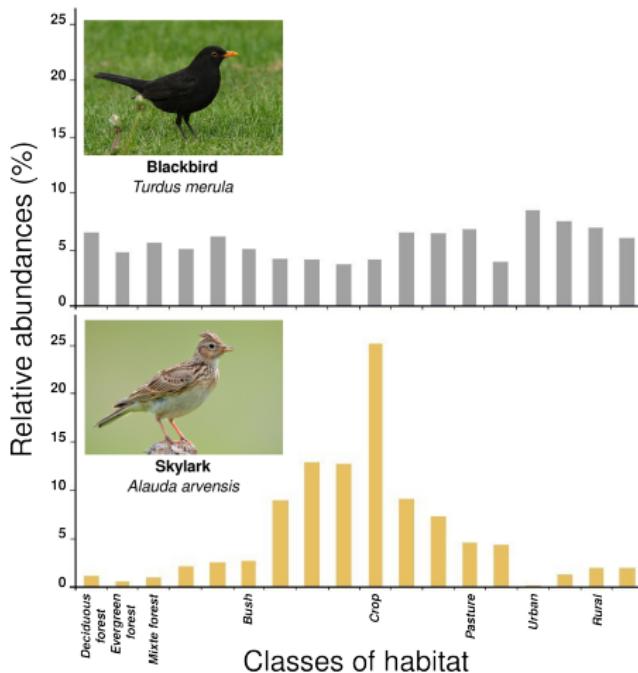


Coefficient de variation
de l'abondance parmi
les habitats

$$SSI_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^K (d_j - \bar{d})^2}{K-1}}}{\bar{d}} \quad (1)$$

- Une espèce agricole :
 $SSI_{Skylark} = 1.07$

Indice de Spécialisation des espèces (SSI)

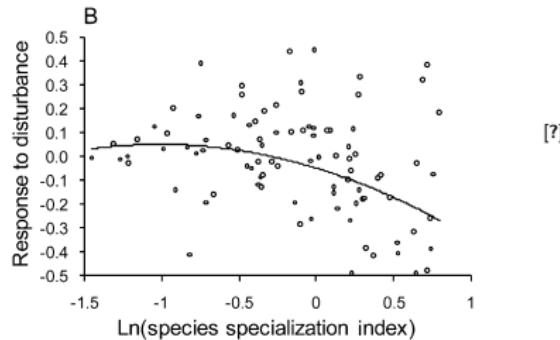
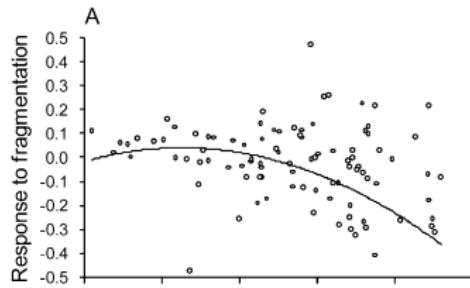


Coefficient de variation
de l'abondance parmi
les habitats

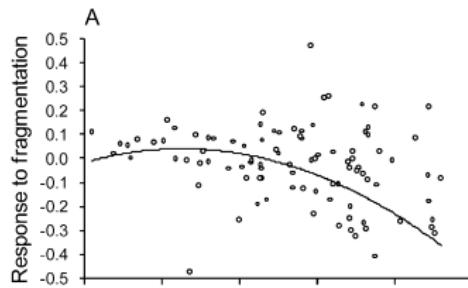
$$SSI_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^K (d_j - \bar{d})^2}{K-1}}}{\bar{d}} \quad (1)$$

- Une espèce agricole :
 $SSI_{Skylark} = 1.07$
- Une espèce généraliste :
 $SSI_{Blackbird} = 0.25$

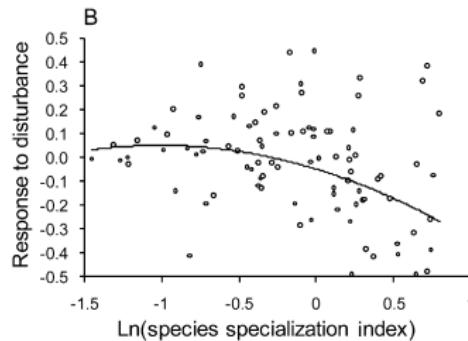
Les espèces et la fragmentation



Les espèces et la fragmentation

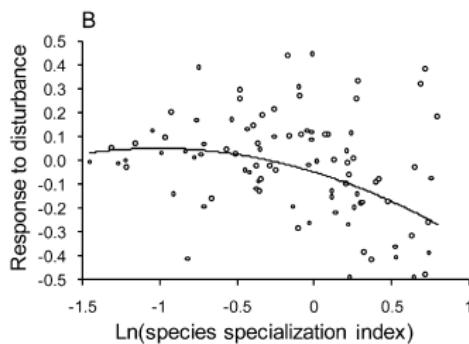
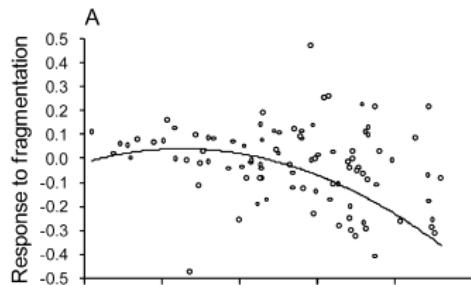


- Les espèces spécialistes souffrent plus de la fragmentation



[?]

Les espèces et la fragmentation



- Les espèces spécialistes souffrent plus de la fragmentation
- Les espèces spécialistes souffrent plus des perturbations

[?]

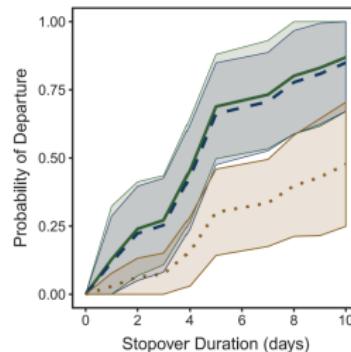
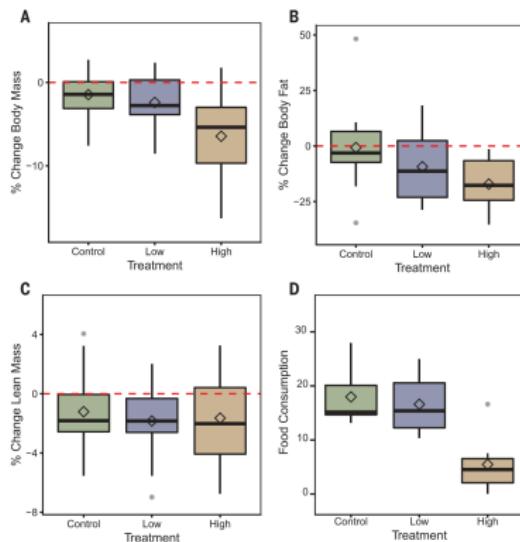
Les néonicotinoïdes



- Bruant à couronne blanche *Zonotrichia leucophrys* aux Etats-Unis
- Effet de la consommation de graines enrobées de néonicotinoïdes Vs graines normales

[?]

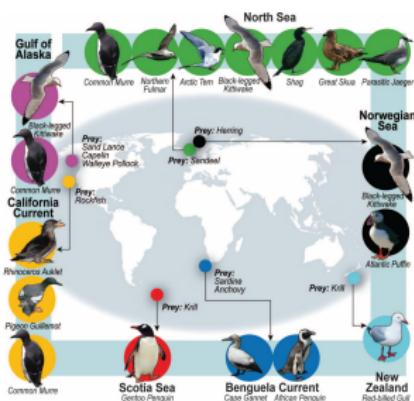
Les néonicotinoïdes



- Moins bonne prise de poids et moins de consommation alimentaire dans le cas des graines enrobées
- Durée des haltes migratoires plus longue
- Retard dans la migration

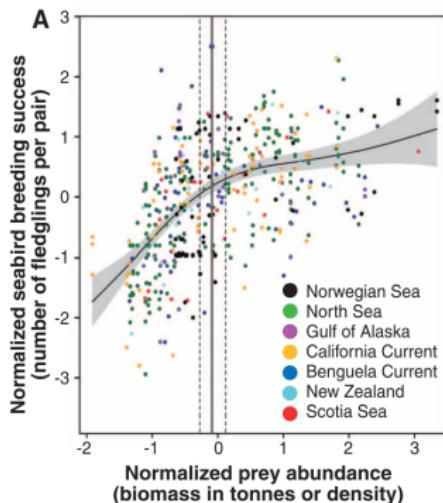
[?]

Le milieu marin et la sur-pêche

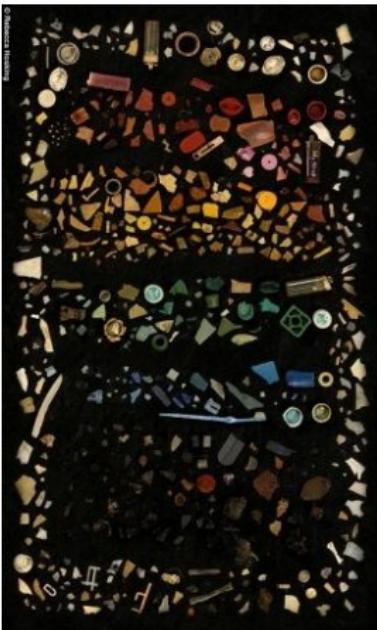


Fou varié *Sula variegata*

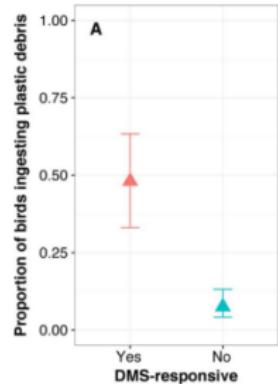
[?]



Le milieu marin et les pollutions



- déchets



[?]

Le milieu marin et les pollutions



- déchets
- marée noire (Erika env. 150000 oiseaux marin mort)

[?]

Les espèces invasives

Un débat complexe scientifique et sociétale



Les espèces invasives

Un débat complexe scientifique et sociétale



Les espèces invasives

Un débat complexe scientifique et sociétale



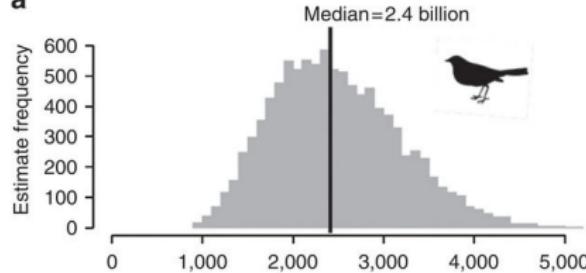
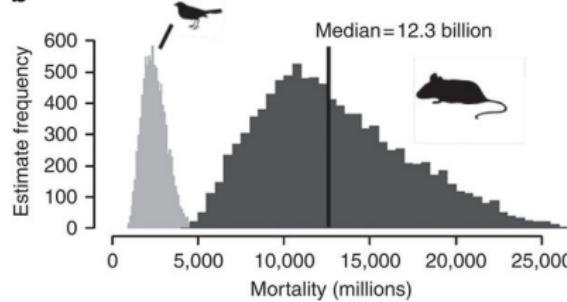
Les espèces invasives

Un débat complexe scientifique et sociétale



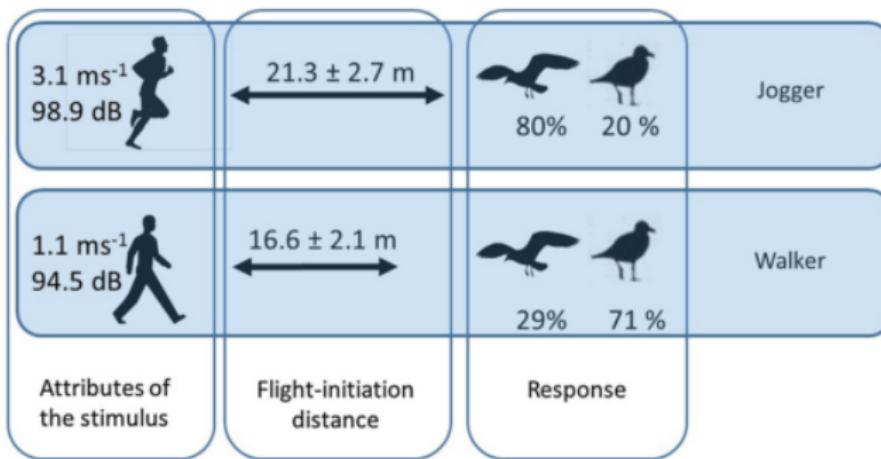
[?, ?, ?, ?, ?]

Le cas du chat

a**b**

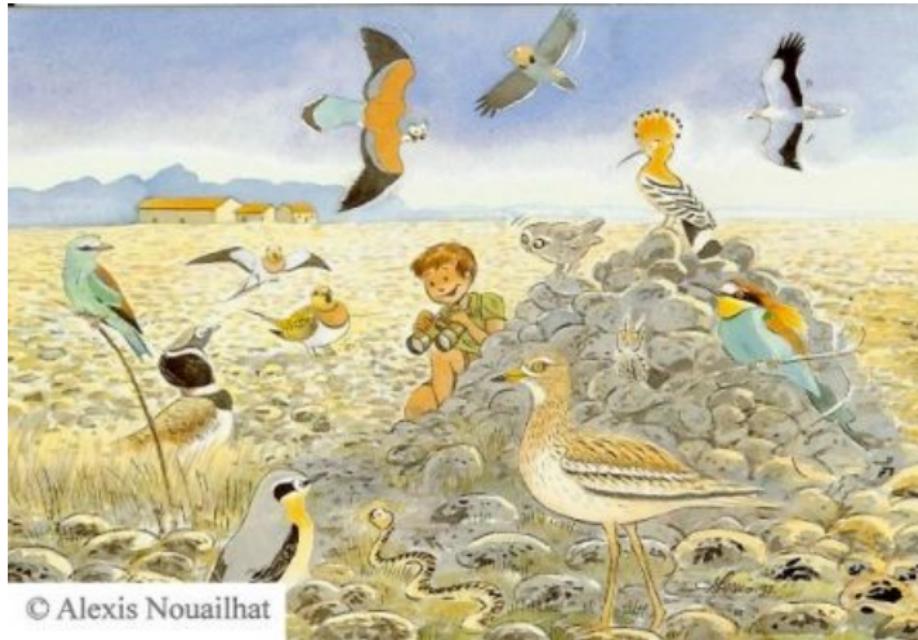
[?]

L'effet des courreurs



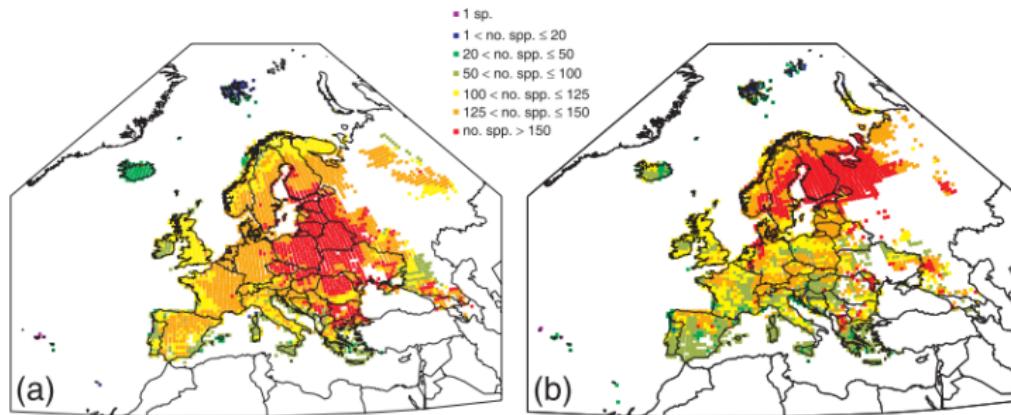
[?]

Les effets sur les communautés



© Alexis Nouailhat

Diminution de la diversité estival



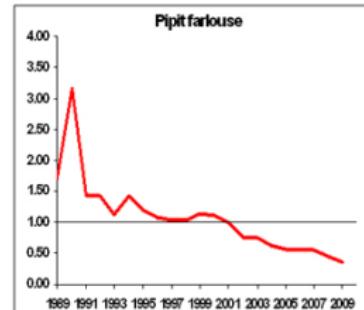
[?]

Exemple du Pipit farlouse

- -89% depuis 1989, déclin
- -36% depuis 2001, diminution

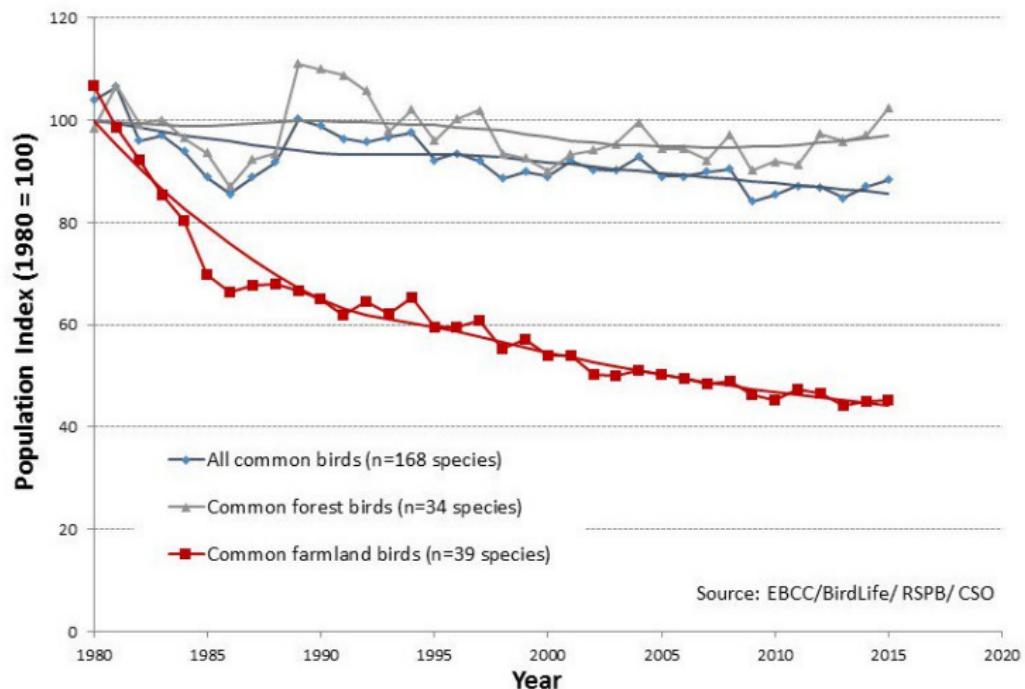
C'est une espèce en fort déclin, qui est à la fois en limite sud d'aire de distribution en France et spécialiste des milieux agricoles. Autant dire que si notre diagnostic est juste, ce déclin devrait malheureusement se poursuivre dans les plaines françaises. Le Pipit farlouse est en déclin également au niveau européen.

<http://vigenature.mnhn.fr/page/pipit-farlouse>



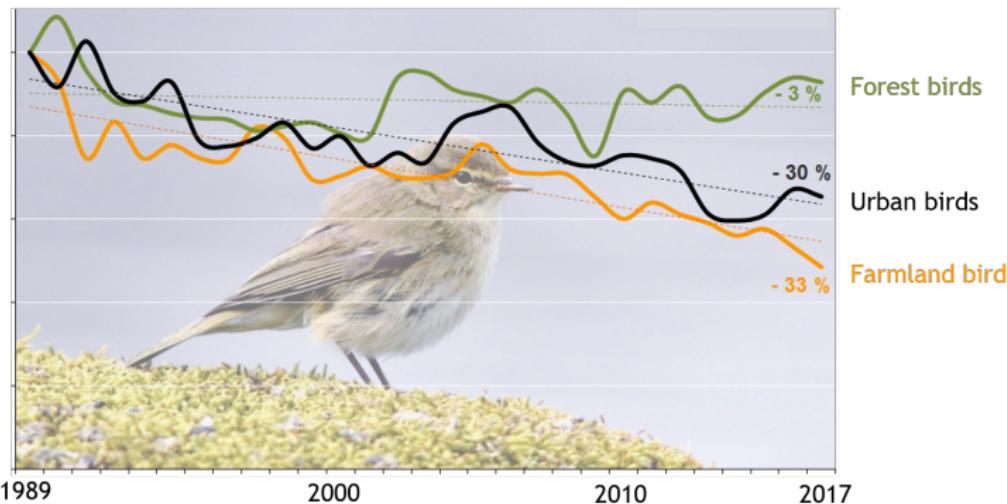
Indicateur européen et français

EU wild bird index 2017



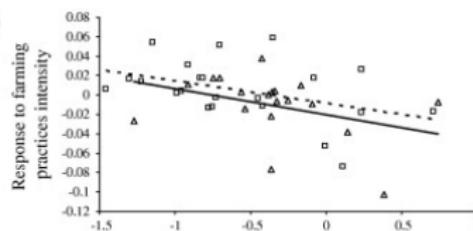
Indicateur européen et français

French breeding bird survey

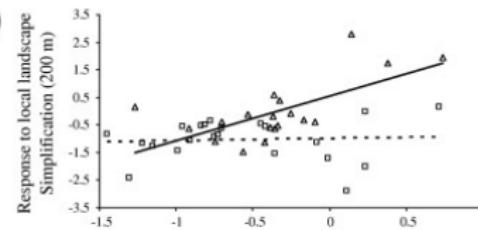


Intensification et communautés

(a)

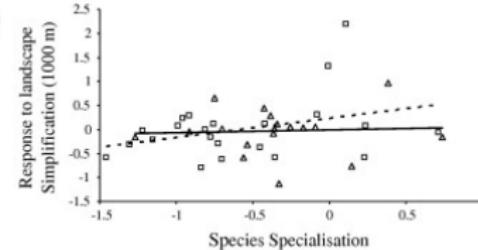


(b)



Relation entre le SSI et l'abondance

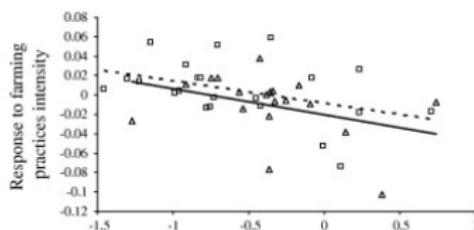
(c)



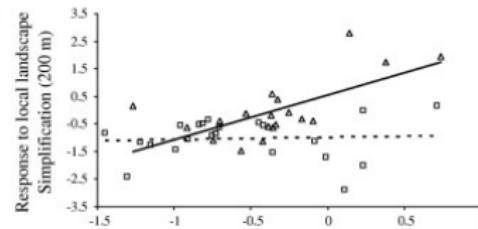
[?]

Intensification et communautés

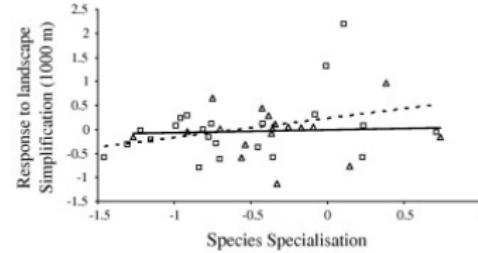
(a)



(b)



(c)



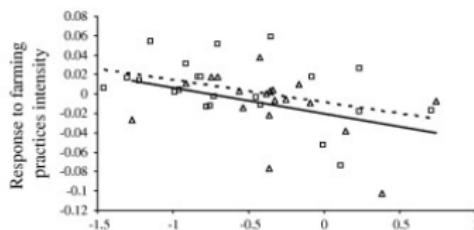
Relation entre le SSI et l'abondance

- Les spécialistes souffrent de l'intensification

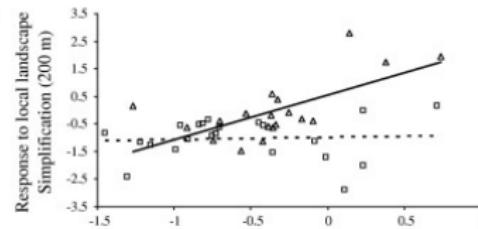
[?]

Intensification et communautés

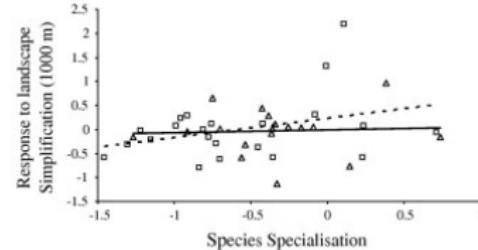
(a)



(b)



(c)

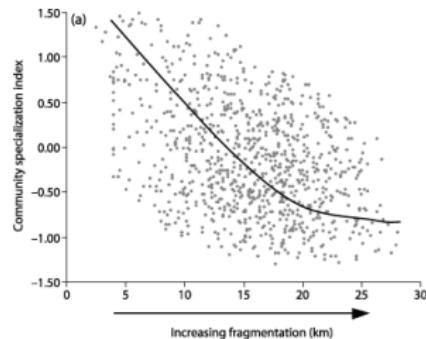


Relation entre le SSI et l'abondance

- Les spécialistes souffrent de l'intensification
- Les spécialistes agricoles profitent de l'habitat agricole proche

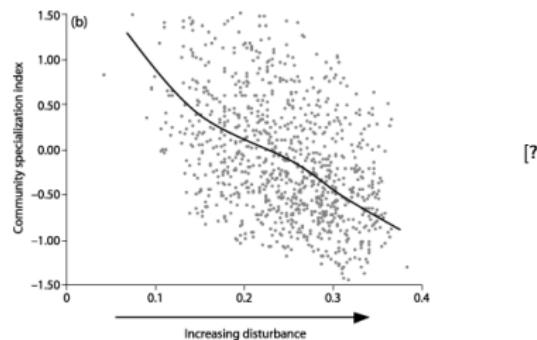
[?]

Les communautés et la fragmentation

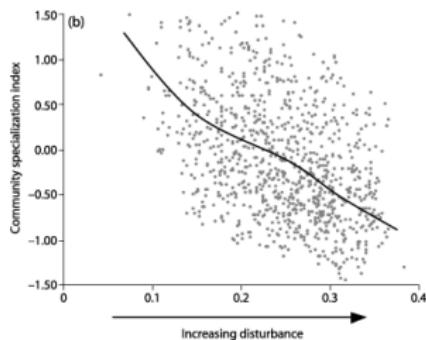
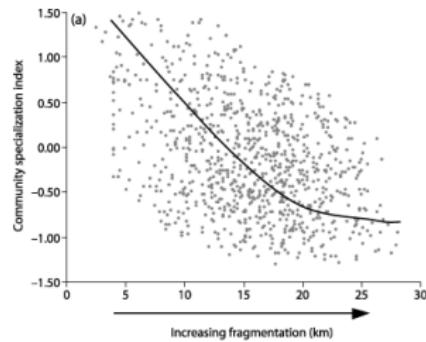


- Les communautés se généralisent face à la fragmentation

Homogénéisation biotique !!!



Les communautés et la fragmentation



- Les communautés se généralisent face à la fragmentation
- Les communautés se généralisent face aux perturbations

Homogénéisation biotique !!!

[?]

Protocole STOC : indicateurs

- Tendance par espèce : Alouette des champs



Protocole STOC : indicateurs

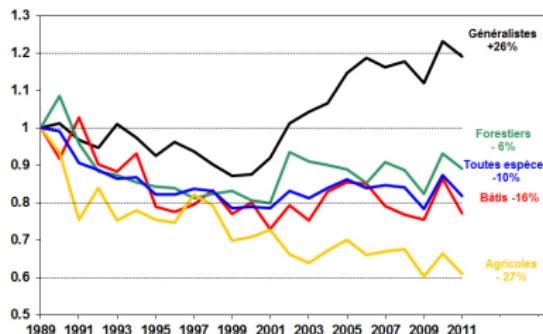
- Tendance par espèce : Alouette des champs
 - 22% depuis 1989, déclin

Protocole STOC : indicateurs

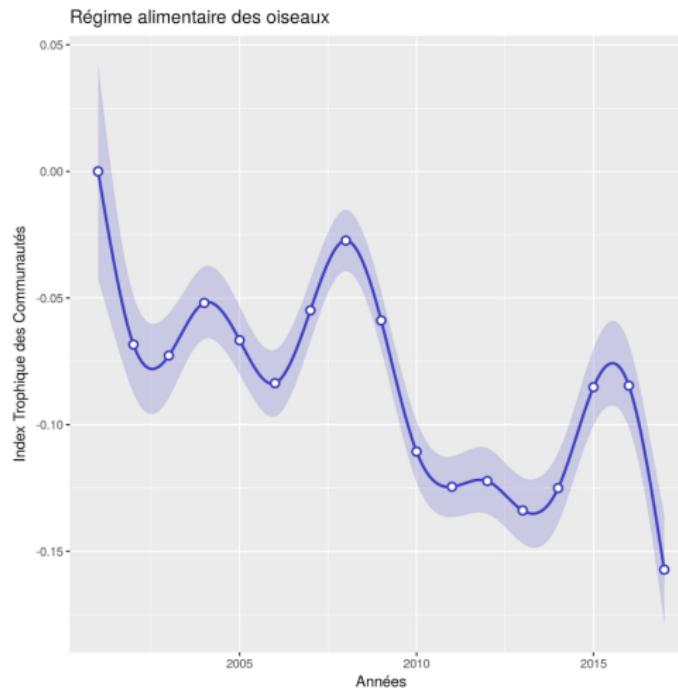
- Tendance par espèce : Alouette des champs
 - 22% depuis 1989, déclin
 - 10% depuis 2001, diminution

Protocole STOC : indicateurs

- Tendance par espèce : Alouette des champs
 - 22% depuis 1989, déclin
 - 10% depuis 2001, diminution
- Tendance générale des communautés

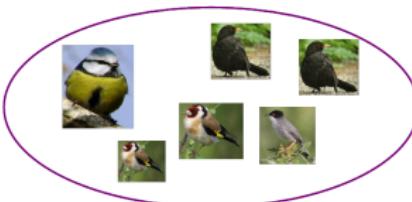
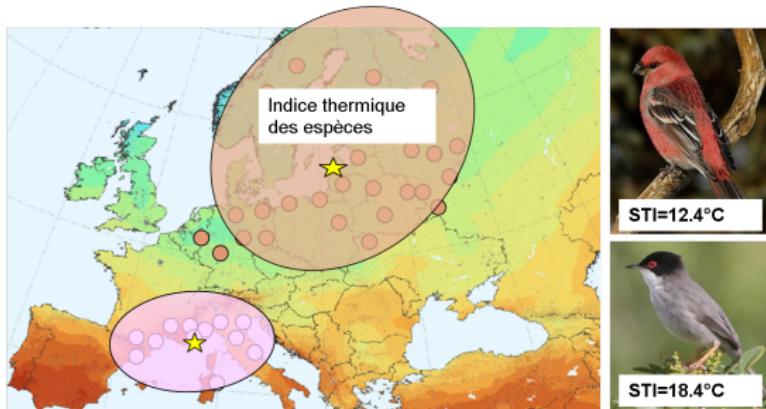


Protocole STOC : indicateurs



Approvisionnement des régimes alimentaires des communautés

Suivre ou ne pas suivre sa niche climatique . . .

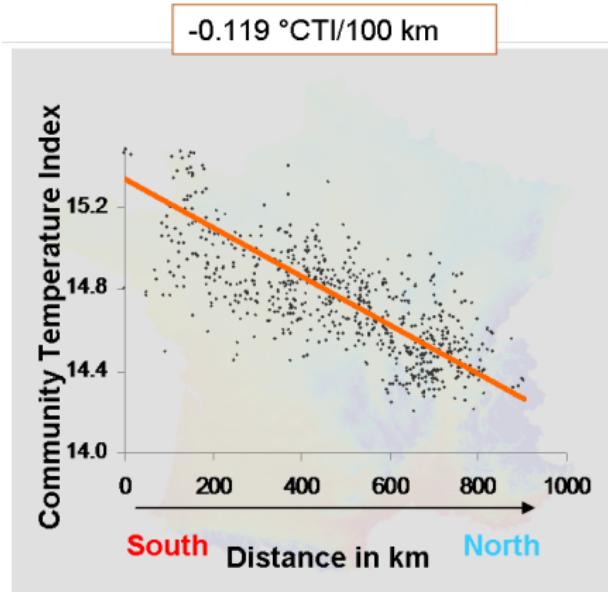


Community Temperature Index

$$CTI = \frac{1STI_1 + 1STI_2 + 2STI_3 + 2SSI_4}{1+1+2+2}$$

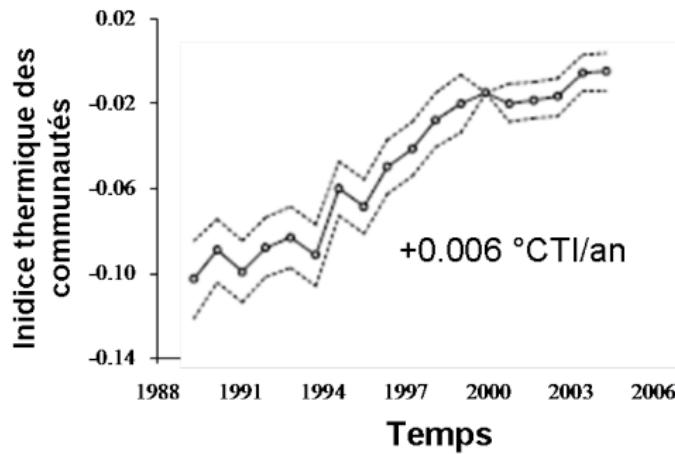
[?]

Suivre ou ne pas suivre sa niche climatique...



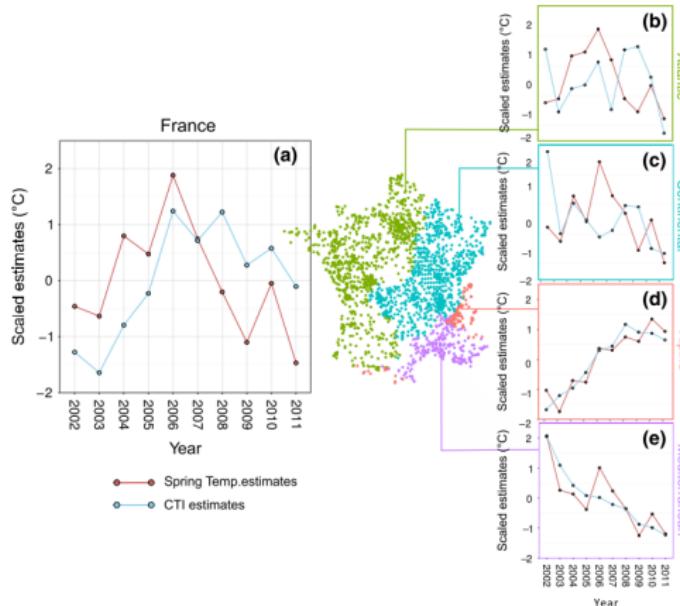
[?]

Suivre ou ne pas suivre sa niche climatique . . .



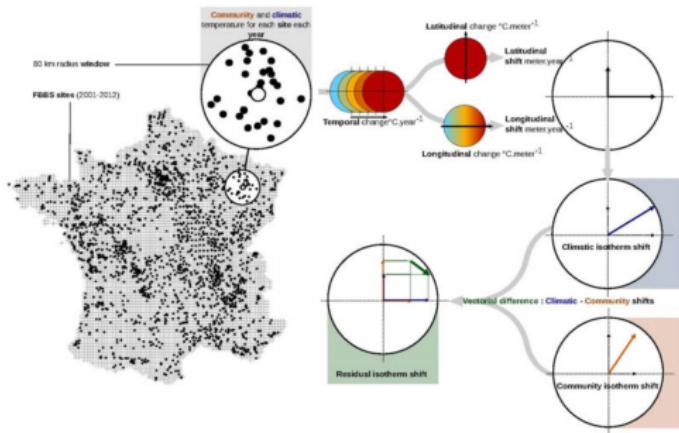
[?]

Suivre ou ne pas suivre sa niche climatique . . .



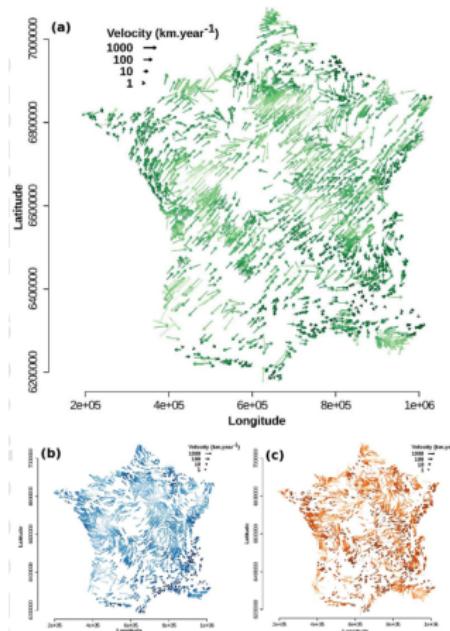
[?]

Suivre ou ne pas suivre sa niche climatique . . .



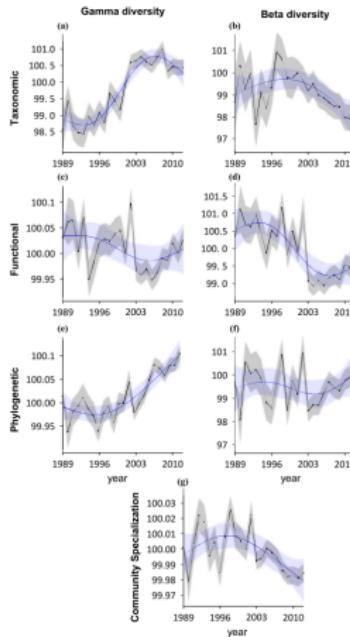
[?]

Suivre ou ne pas suivre sa niche climatique . . .



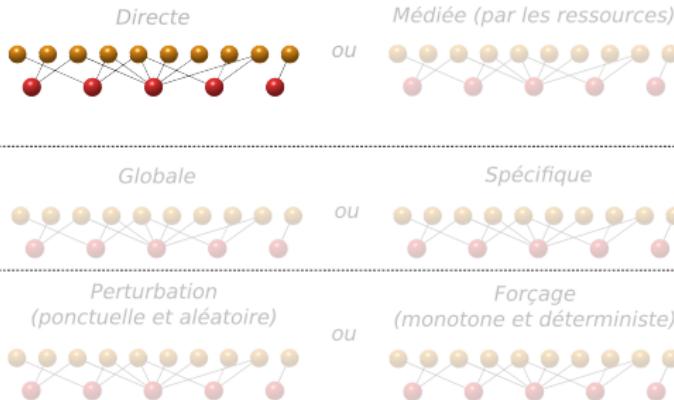
[?]

Les indicateurs ne vont pas toujours dans le même sens !



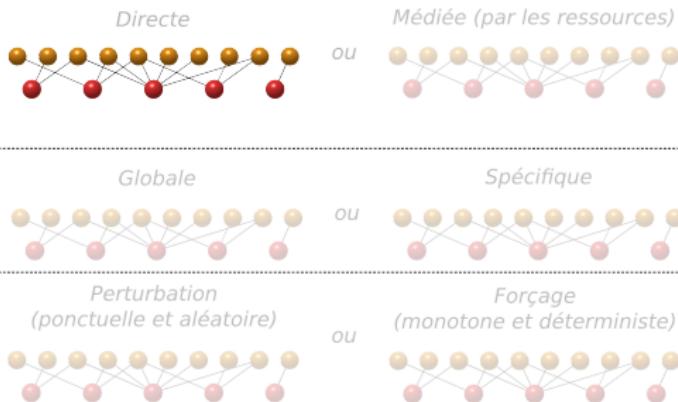
[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



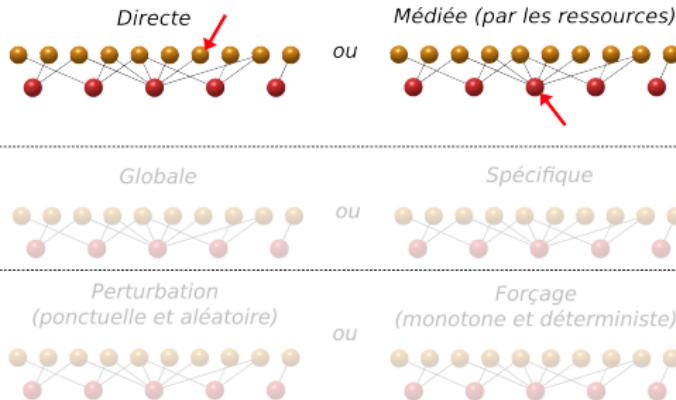
[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



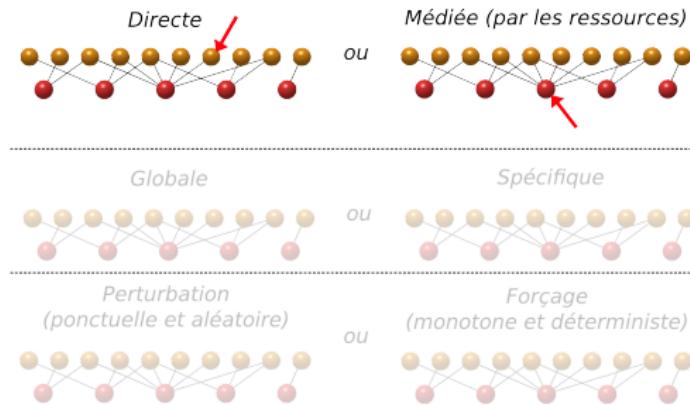
[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



DDT : Diminution de l'épaisseur des coquilles

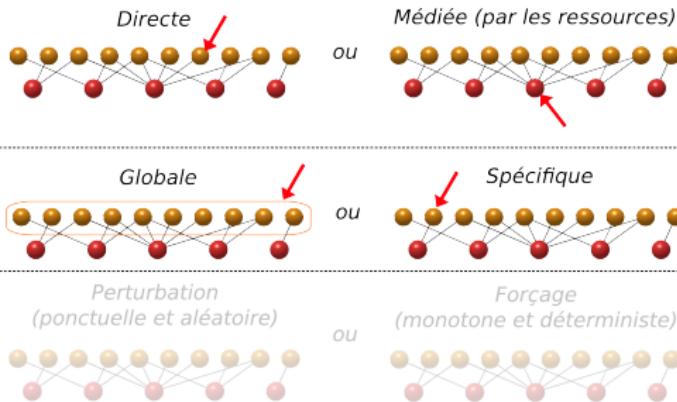


Diminution des abondances de Chauve-souris due à la diminution des insectes



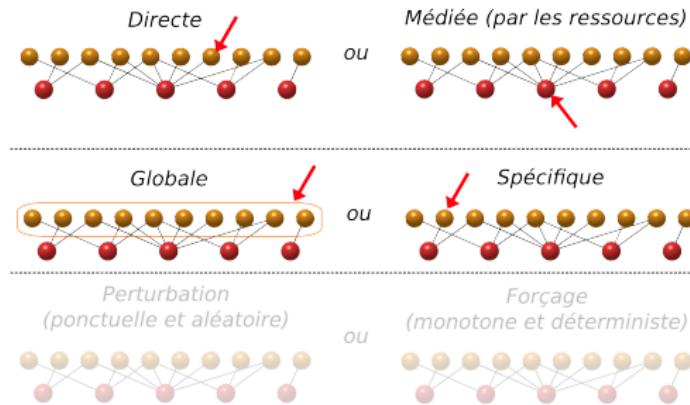
[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



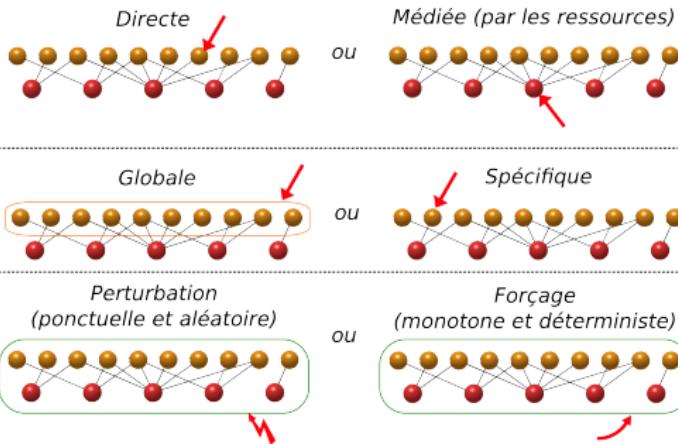
[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



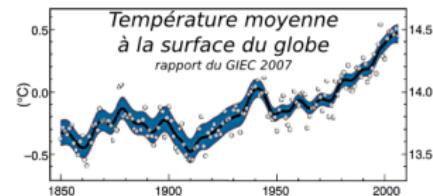
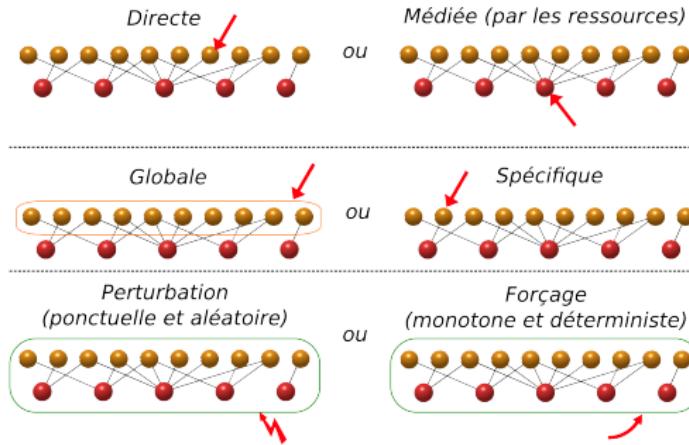
[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



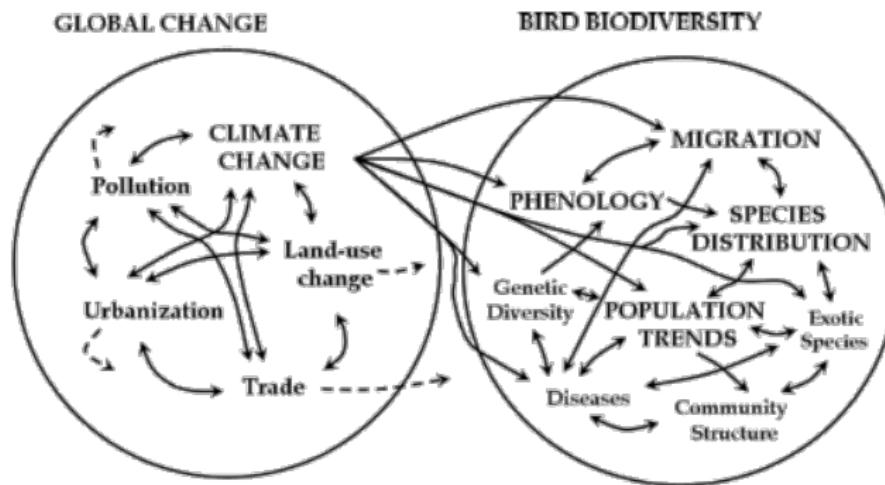
[?]

Caractérisation des contraintes par leur mode d'action



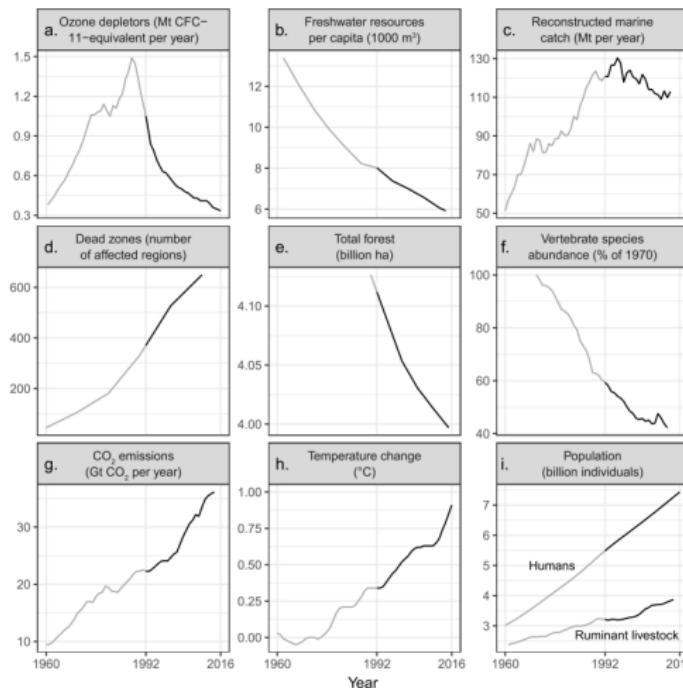
[?]

Bilan



[?]

Pas que les oiseaux



[?]

Merci de votre attention...



Références I