



# Pestivirus et climat : deux facteurs déterminants des traits biologiques de l'isard

Johan Espunyes, Sara Chaves, Emmanuel Serrano, Kevin Foulché, Jordi Bartolomé, Elena Albanell, Pierre Menaut, Mathieu Garel



## Traits biologiques / traits d'histoire de vie / traits écologiques

→ Caractères impliqués dans reproduction, résilience et survie des organismes



# Traits biologiques / traits d'histoire de vie / traits écologiques

→ Caractères impliqués dans reproduction, résilience et survie des organismes

Espérance  
de vie



Âge de  
primiparité



Taux de  
fécondité

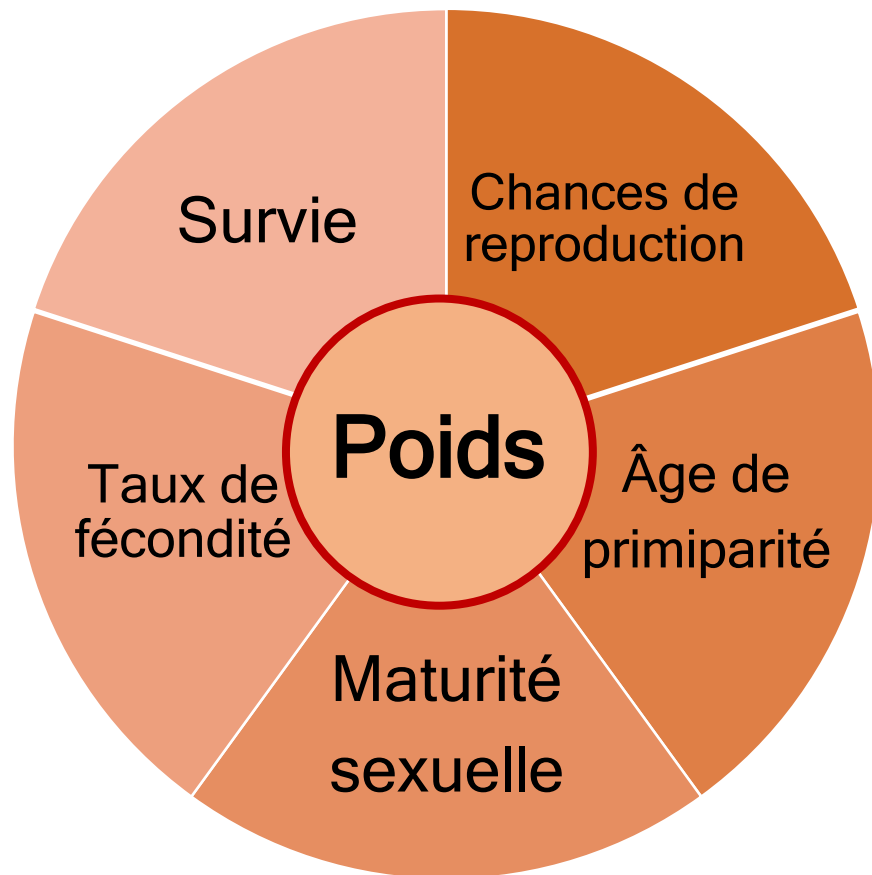
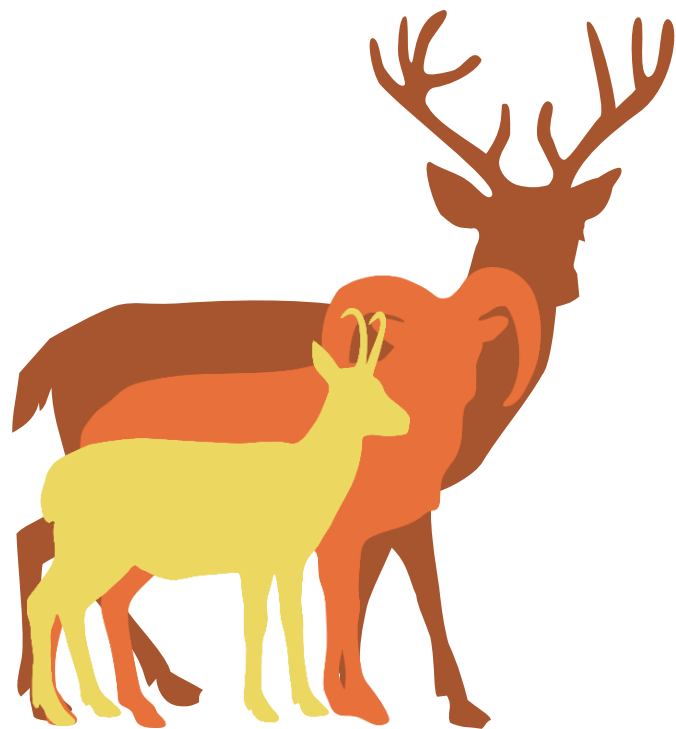


Maturité  
sexuelle

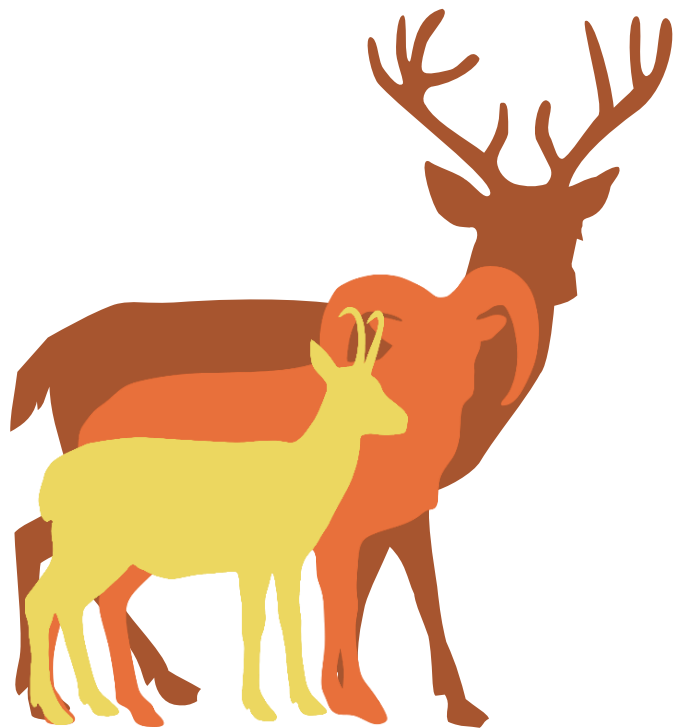
Sevrage  
des jeunes



# Traits biologiques / traits d'histoire de vie / traits écologiques



# Traits biologiques / traits d'histoire de vie / traits écologiques



## Indicateur du *Fitness*

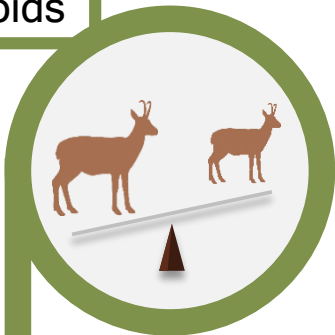
Succès reproducteur  
Valeur sélective



- Poids → Traits biologiques  
(Festa-bianchet *et al.*, 1997; Loison *et al.*, 1999; Douhard *et al.*, 2018)
- Qualité régime → Poids  
(Tollefson *et al.* 2000, Cook *et al.* 2010)
- Abondance → Qualité régime  
(Nicholson *et al.*, 2005; Kie *et al.* 1980)
- Abondance → Composition régime  
(Seto *et al.*, 2015; Kausrud *et al.*, 2006, Stewart *et al.*, 2011)
- Composition → Qualité régime  
(Villamuelas *et al.*, 2016; Redjadj *et al.*, 2014)
- Abondance → Poids  
(Hempson *et al.* 2015, Wolcott *et al.* 2014, Bonardi *et al.* 2017)
- Climat → Poids  
(Garel *et al.* 2011, Pettorelli *et al.* 2007)

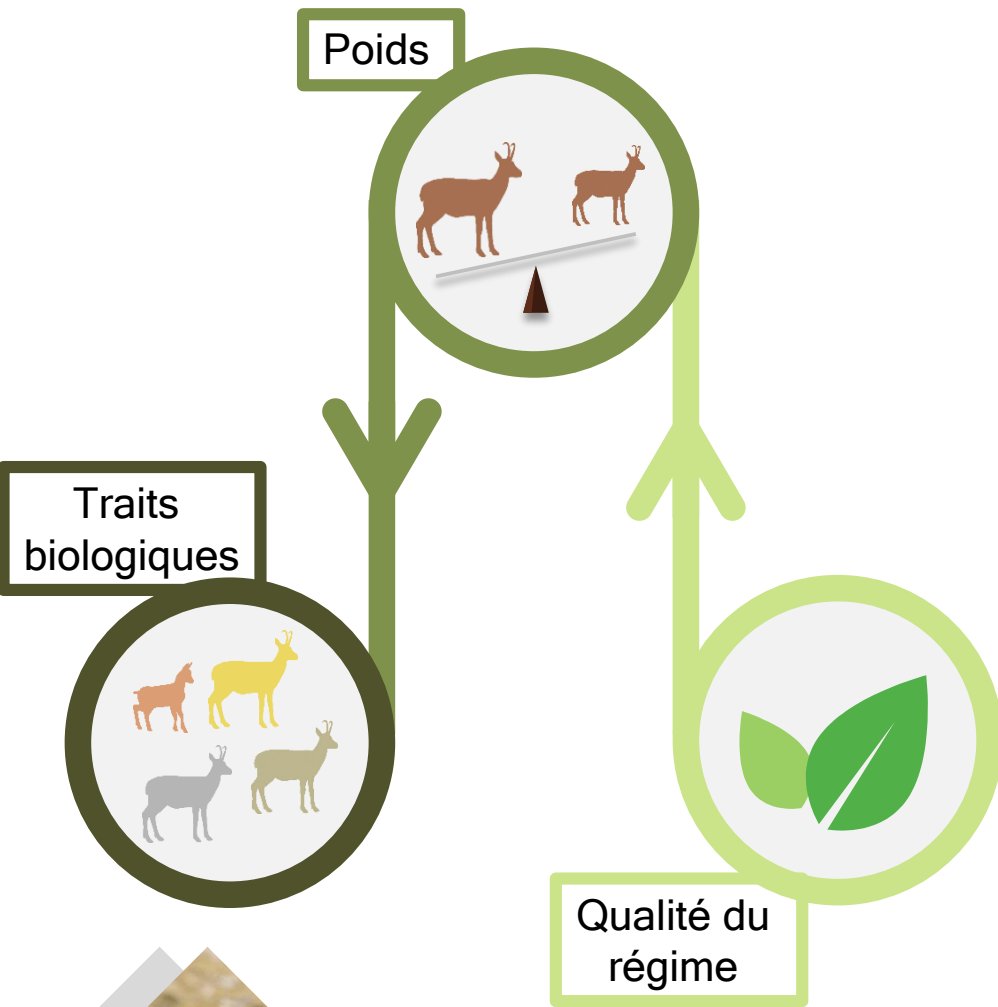


Poids

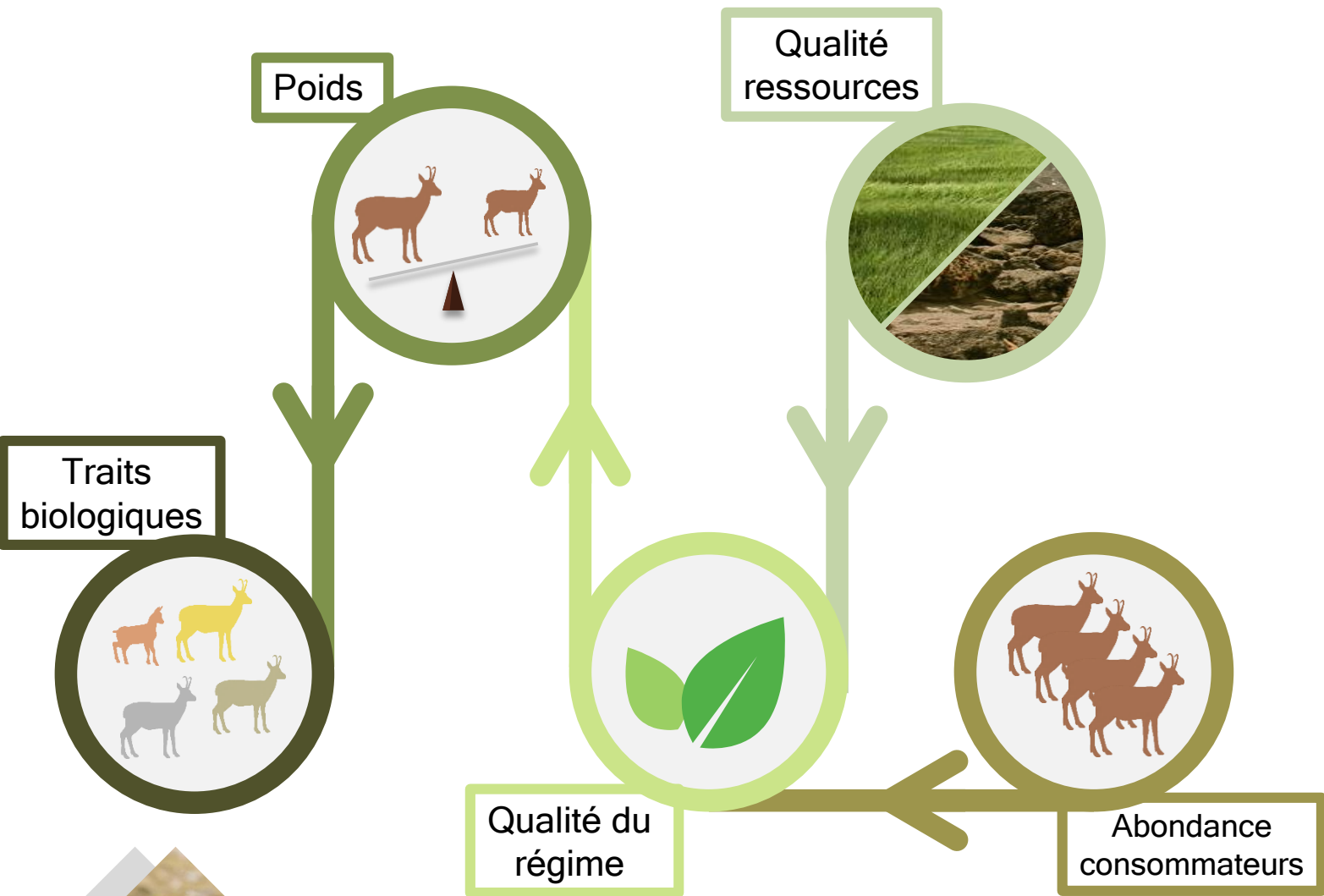


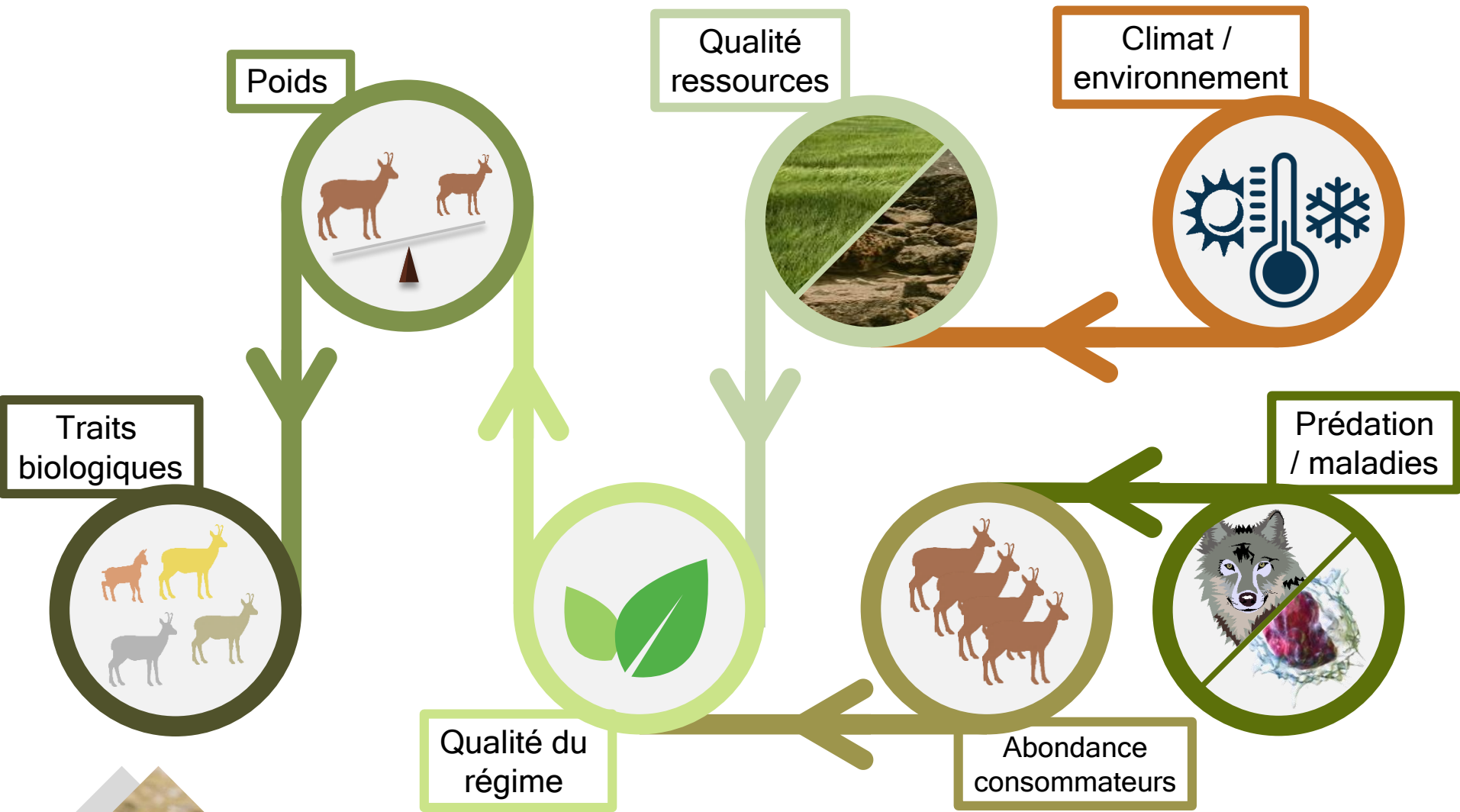
Traits  
biologiques

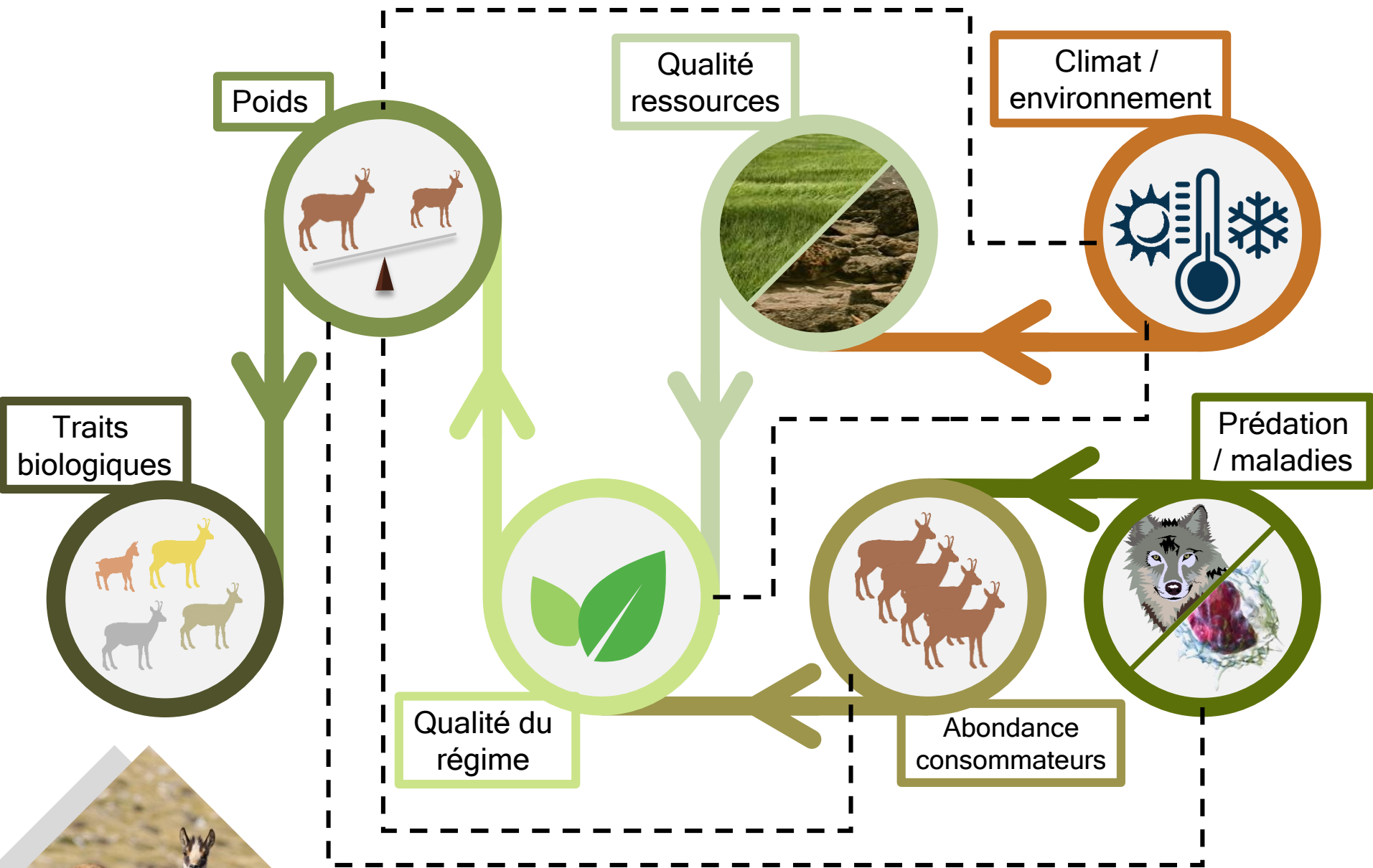


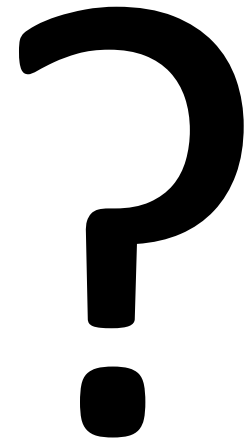
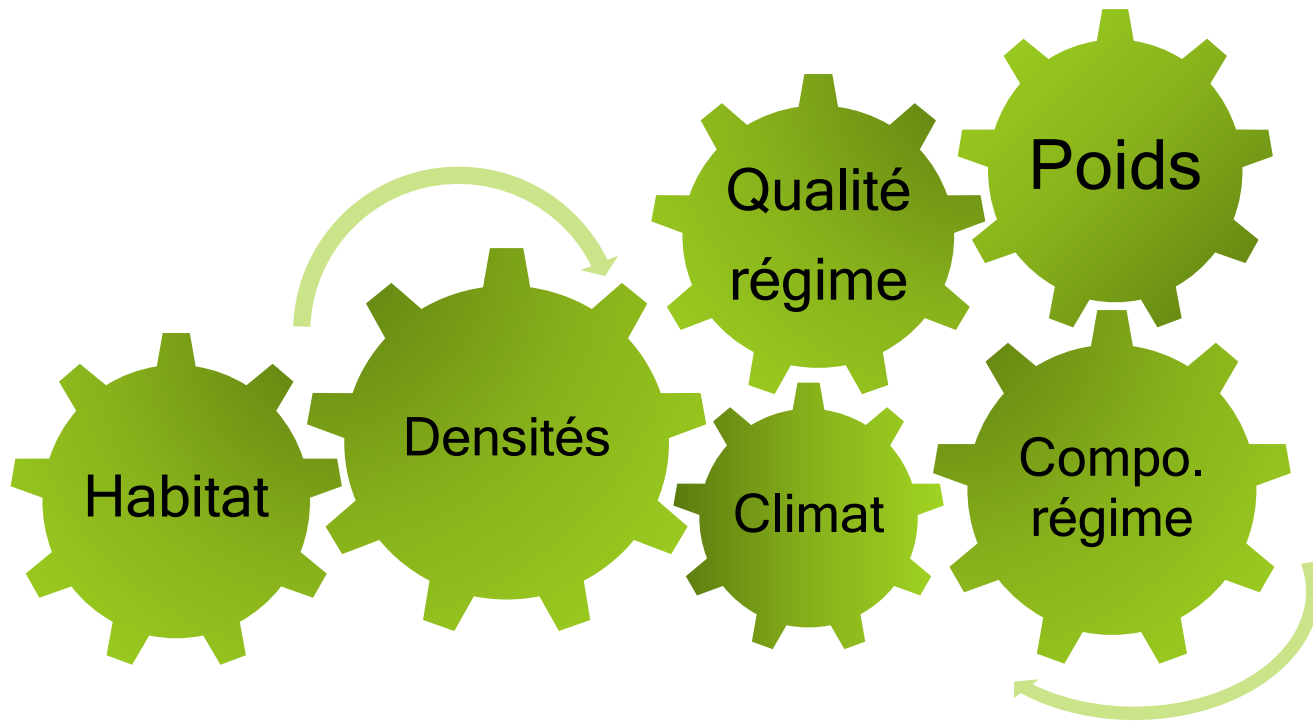




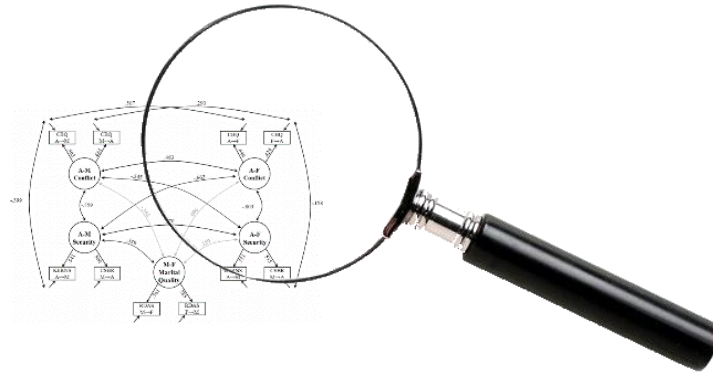




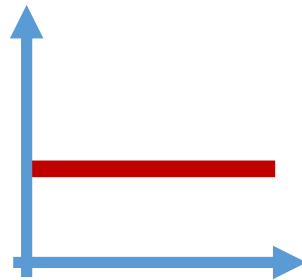




# Identifier et quantifier les variables



Variabilité de la variable → long terme



# ❖ Population isards Orlu



Réserve Nationale de chasse et faune sauvage d'Orlu



## ❖ Population isards Orlu

### Pourquoi Orlu?

- Suivi sur le long terme



## ❖ Suivi biologique

Captures depuis 1984!

- Lacets à patte
- Enclos-piège à filet tombant
- Télé-anesthésie
- Piège entonnoir

Crottes depuis 1992 → Régime alimentaire





## ❖ Population isards Orlu

### Pourquoi Orlu?

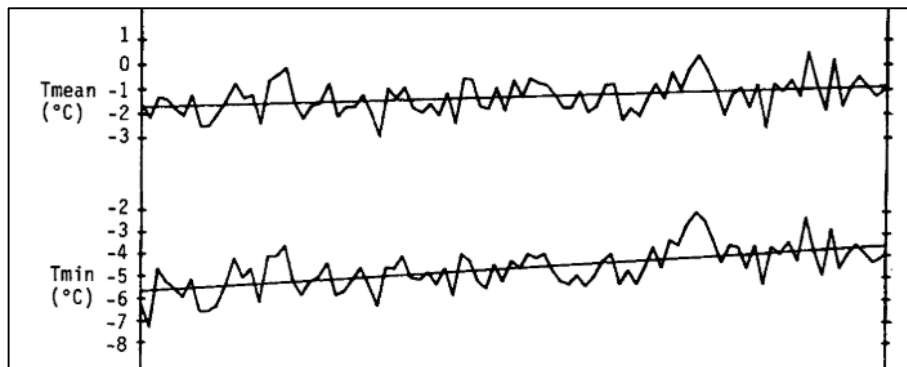
- Suivi sur le long terme
- Changement globaux (climat + habitat)



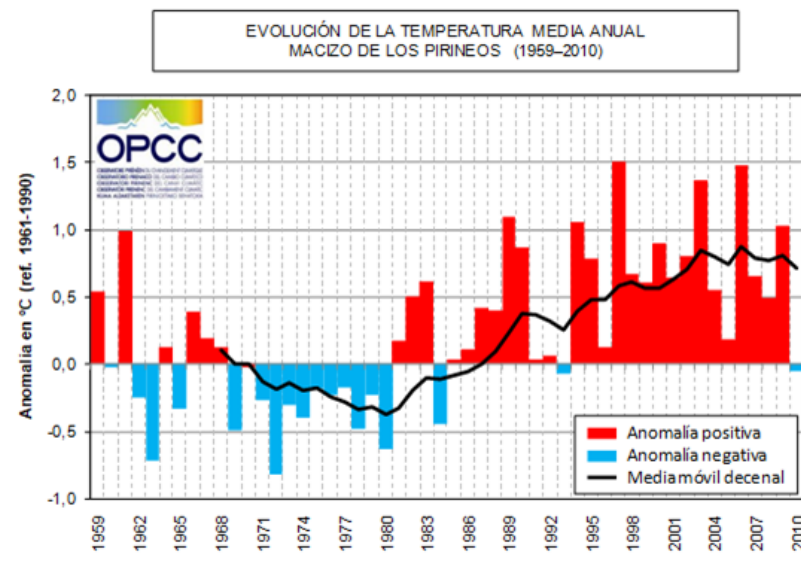
## ❖ Population isards Orlu

- Changement globaux

### Climat: ↗ Temperatures



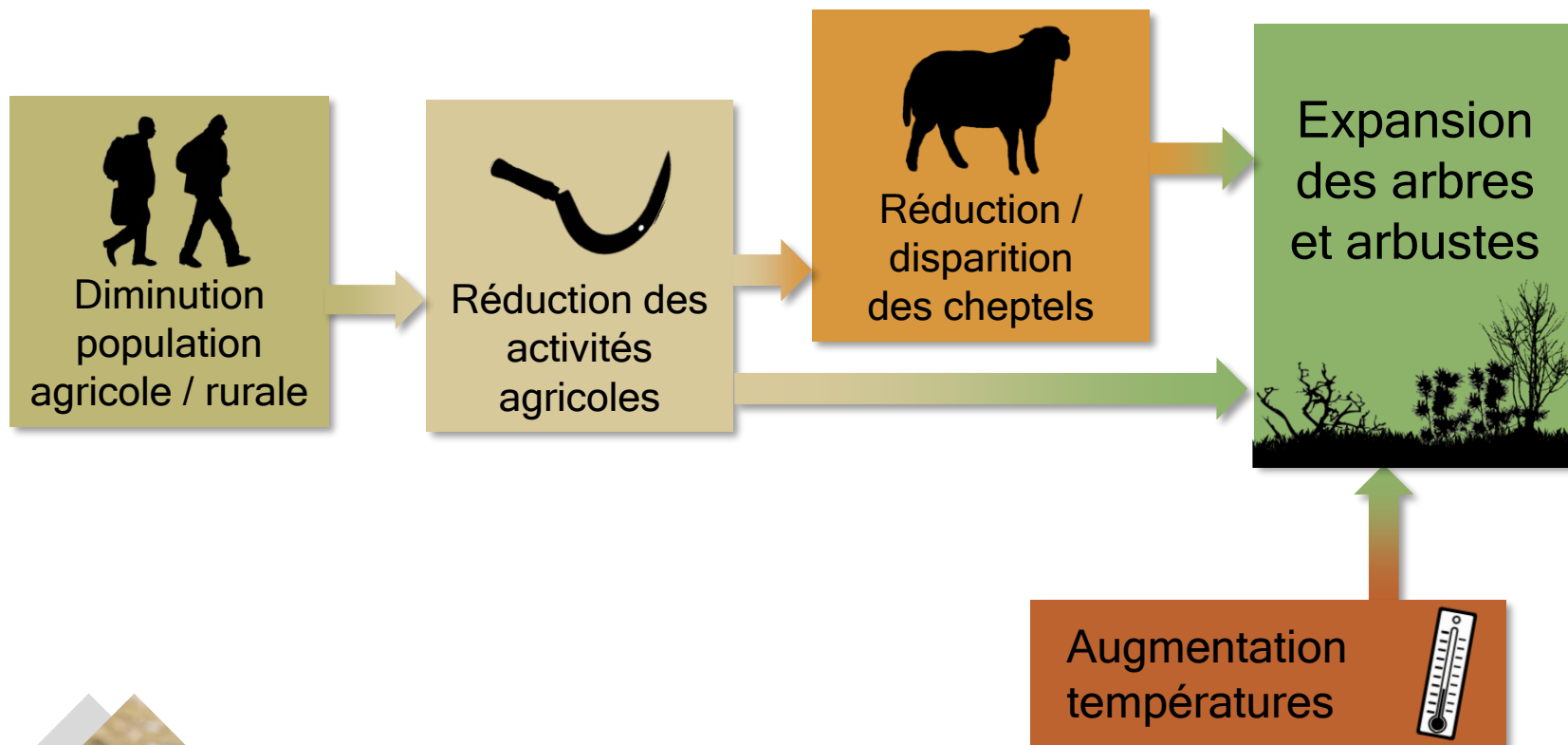
Pic du midi de Bigorre  
1882-1970)  
(Bücher et Dessens, 1991)



## ❖ Population isards Orлу

- Changement globaux

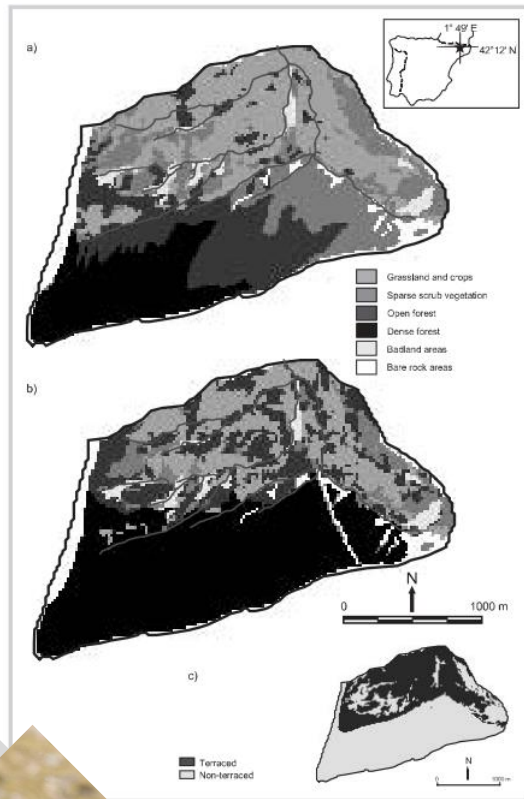
### Habitat:



# ❖ Population isards Orлу

- Changement globaux

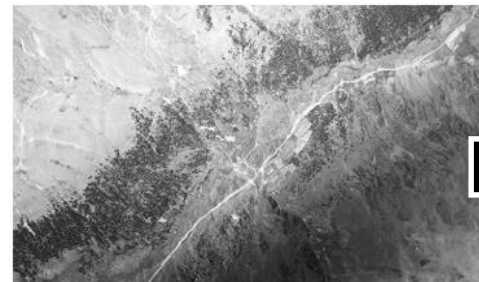
**Habitat:** ↘ Prairies ↗ Ligneux



1957-1996  
(Poyatos et al. 2003)



Metallé & Paegelow, 2004



## ❖ Population isards Orlu

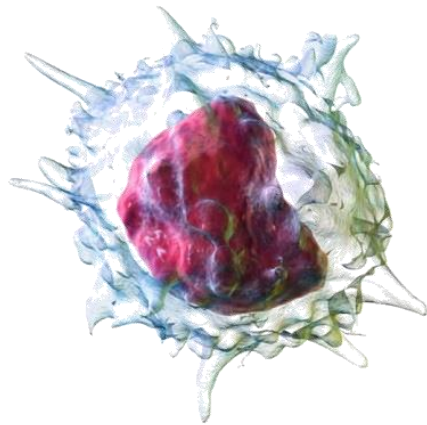
### Pourquoi Orlu?

- Suivi sur le long terme
- Changement globaux (climat + habitat)
- Variation de l'abondance d'animaux



## ❖ Population isards Orlu

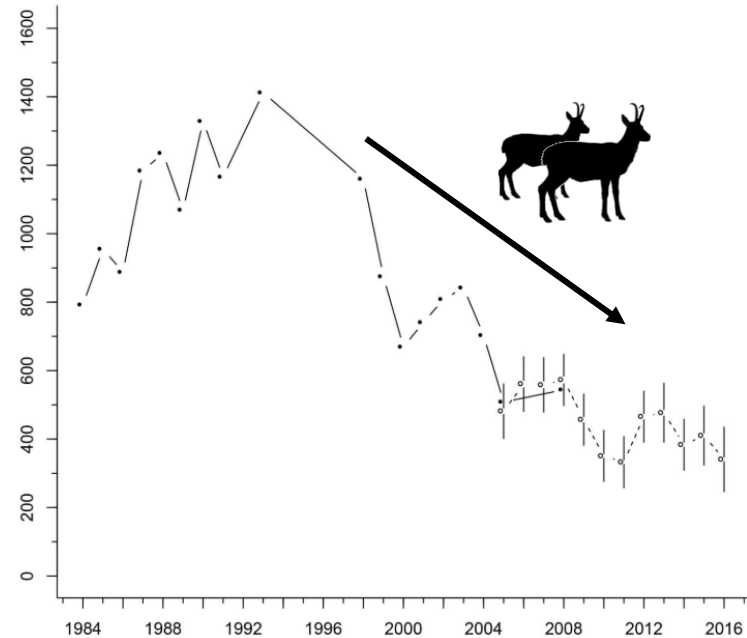
- Variation de l'abondance d'animaux



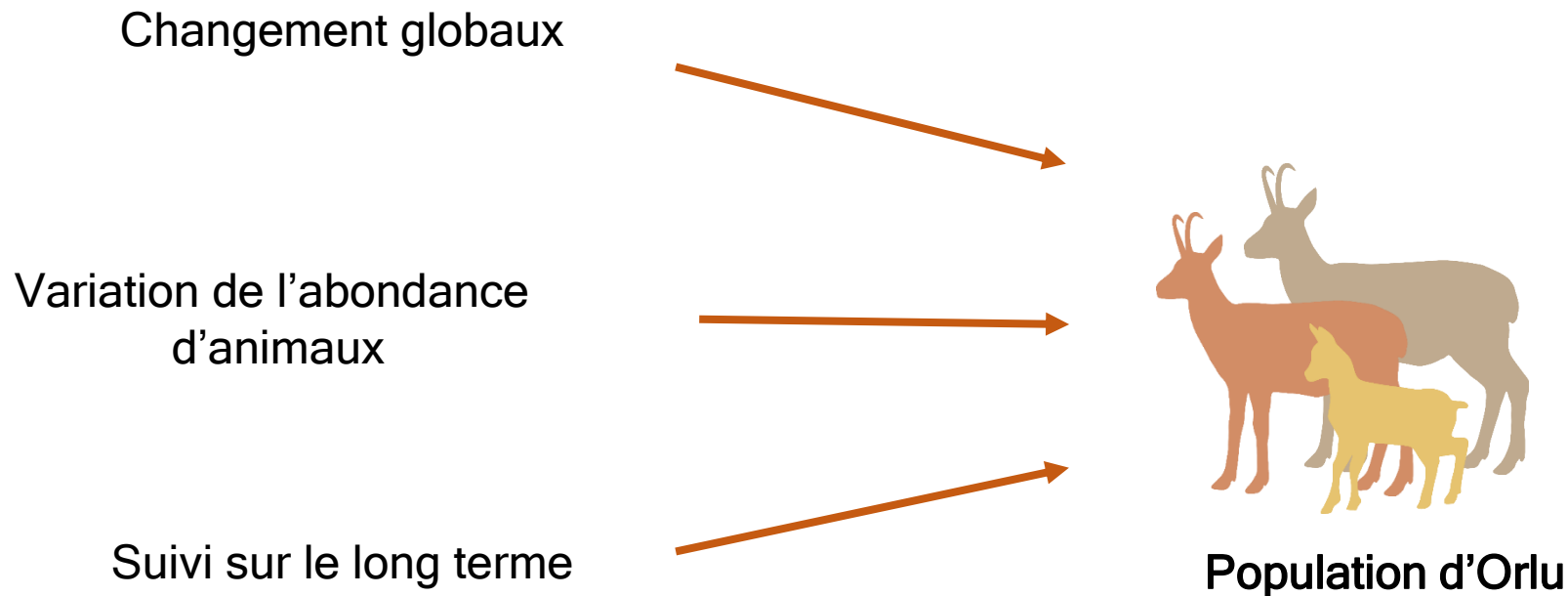
Pestivirus



~ 1992



# ❖ Population isards Orlu

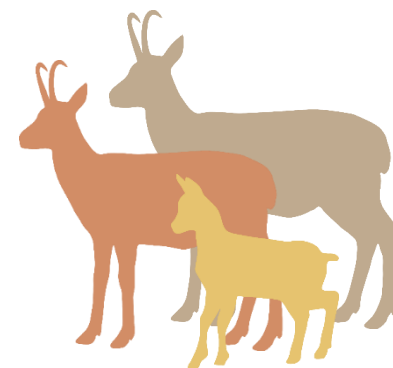
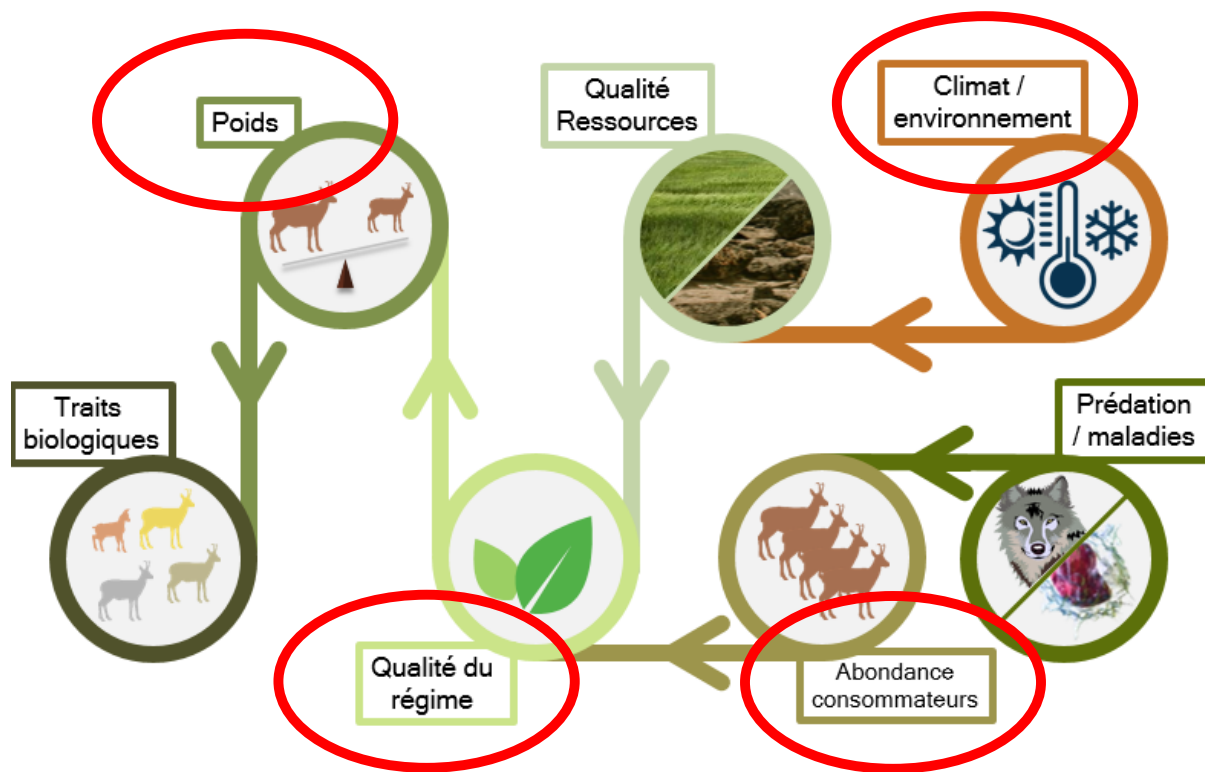


**Cadre idéal et rare**

Important jeux de données



# Cadre idéal et rare



Population d'Orlu





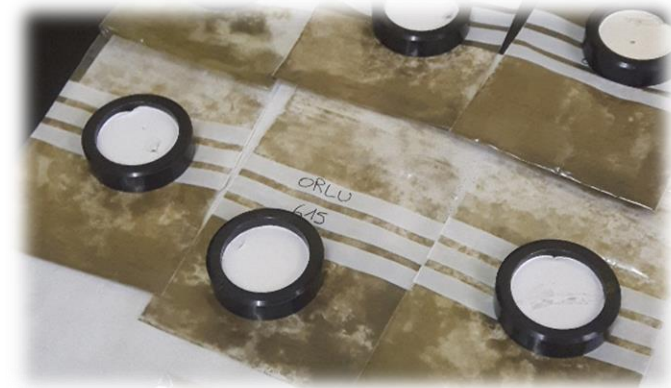
# Matériels et méthodes



## ❖ Qualité du régime alimentaire



Avril-juin 1992 - 2015  
(n=277)



## SPIR /NIRS : Spectroscopie proche infrarouge

taux de:

- azote fécal (fN)
- lignine fécale (fL)
- fibres insolubles dans les détergents acides (fADF)

→ Correction fN (Galvez-eron *et al.*, 2015)



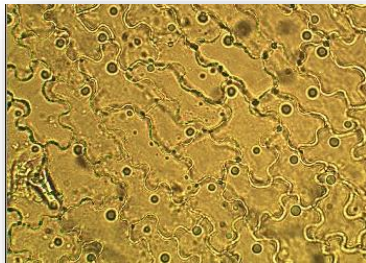
# ❖ Composition du régime alimentaire

Sous ensemble de 6 échantillons max / mois (n=155)

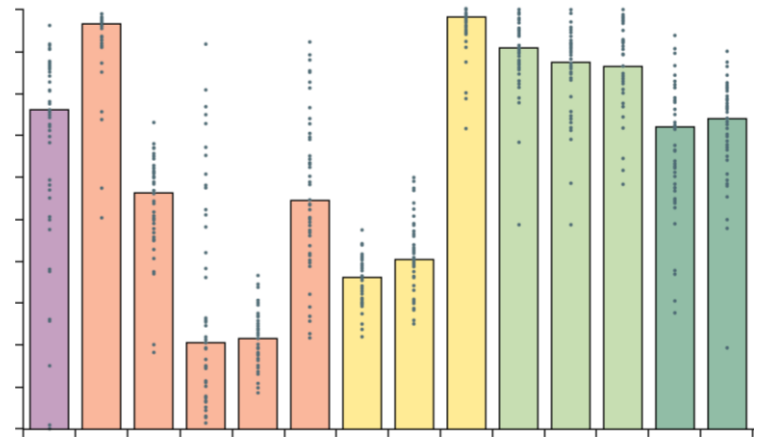
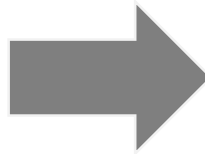
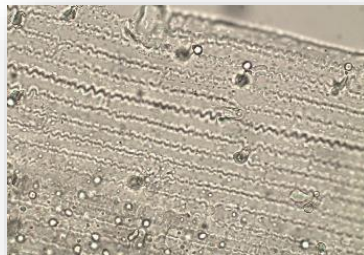
*Rhododendron*



*Calluna*



*Festuca*



Résumé taxons végétaux ingérés



## ❖ Composition du régime alimentaire



### • **Ligneux**

Légumineux

Non-légumineux



### • **Graminoïdes**



### • **Phorbes**

Légumineux

Non-légumineux

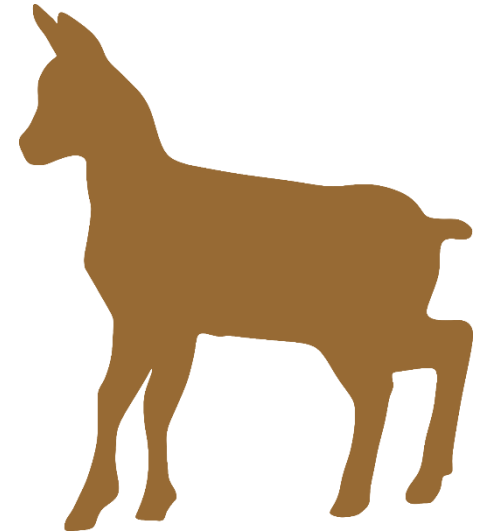
**Herbacées**



## ❖ Poids des chevreaux

### Sélection poids des chevreaux de 1 an

- Capturés d'avril à juin
  - $n=80$
- 
- ✓ Sensibilité à disponibilité ressources et conditions environnementales
  - ✓ Pas d'effet de croissance compensatrice



## ❖ Données climatologiques

GDD (*Growing degree-day*) = Degrés-jours de croissance

Somme des températures journalières moyennes  $>5^{\circ}\text{C}$

Température de base =  $5^{\circ}\text{C}$  : Temp. min. permettant  
la croissance des plantes alpines

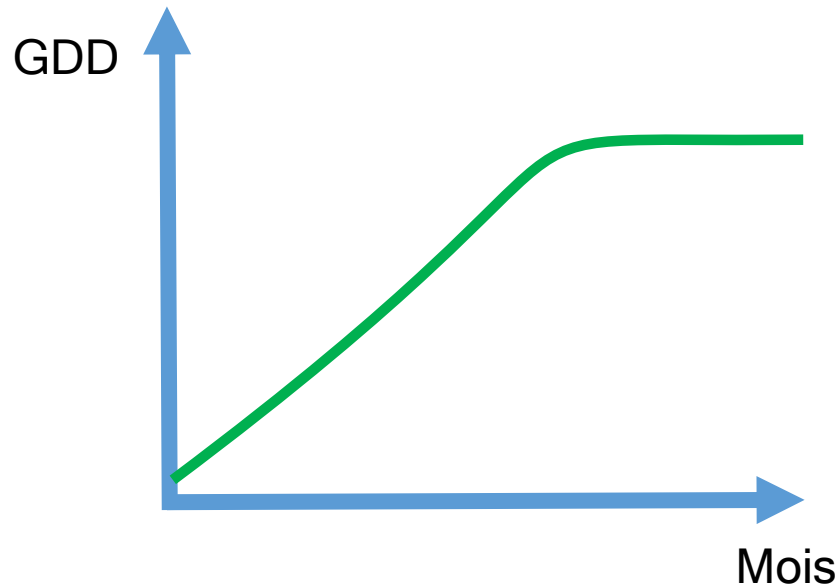
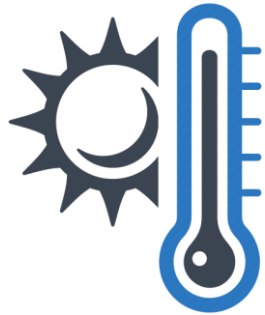


## ❖ Données climatologiques

GDD (*Growing degree-day*) = Degrés-jours de croissance

Somme des températures journalières moyennes  $>5^{\circ}\text{C}$

Température de base =  $5^{\circ}\text{C}$  : Temp. min. permettant  
la croissance des plantes alpines

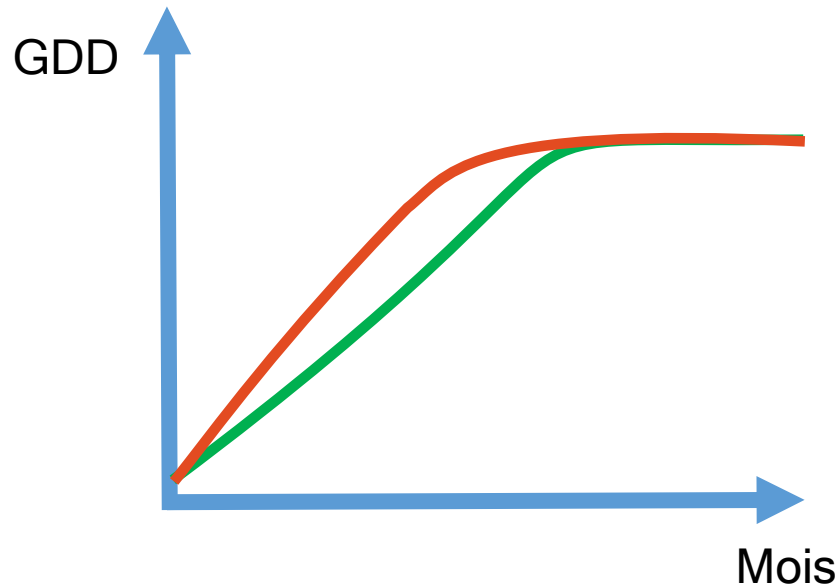
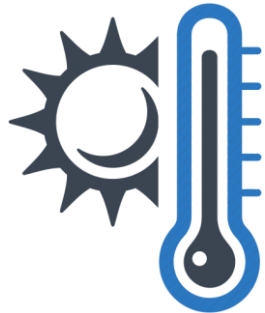


## ❖ Données climatologiques

GDD (*Growing degree-day*) = Degrés-jours de croissance

Somme des températures journalières moyennes  $>5^{\circ}\text{C}$

Température de base =  $5^{\circ}\text{C}$  : Temp. min. permettant  
la croissance des plantes alpines



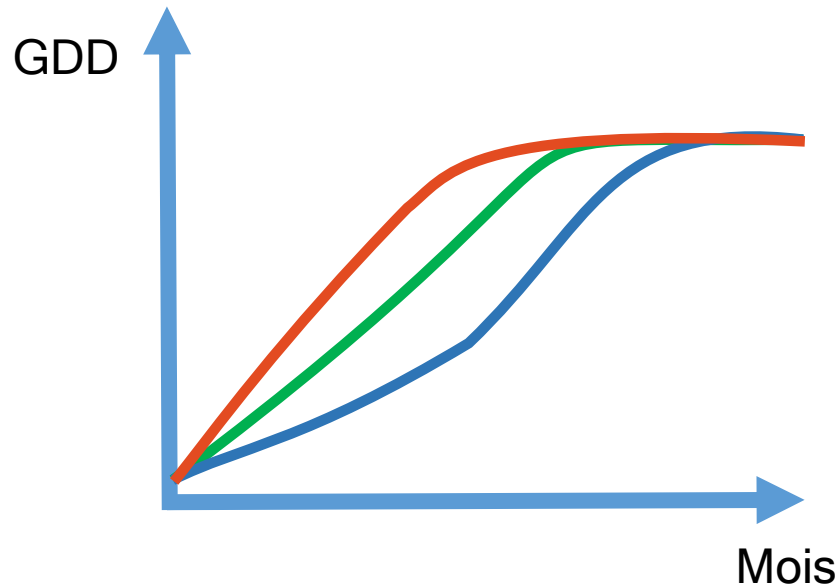
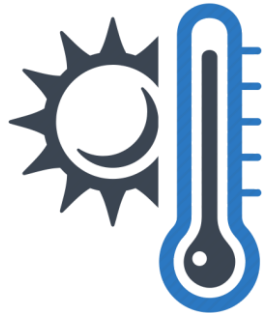


## ❖ Données climatologiques

GDD (*Growing degree-day*) = Degrés-jours de croissance

Somme des températures journalières moyennes  $>5^{\circ}\text{C}$

Température de base =  $5^{\circ}\text{C}$  : Temp. min. permettant la croissance des plantes alpines

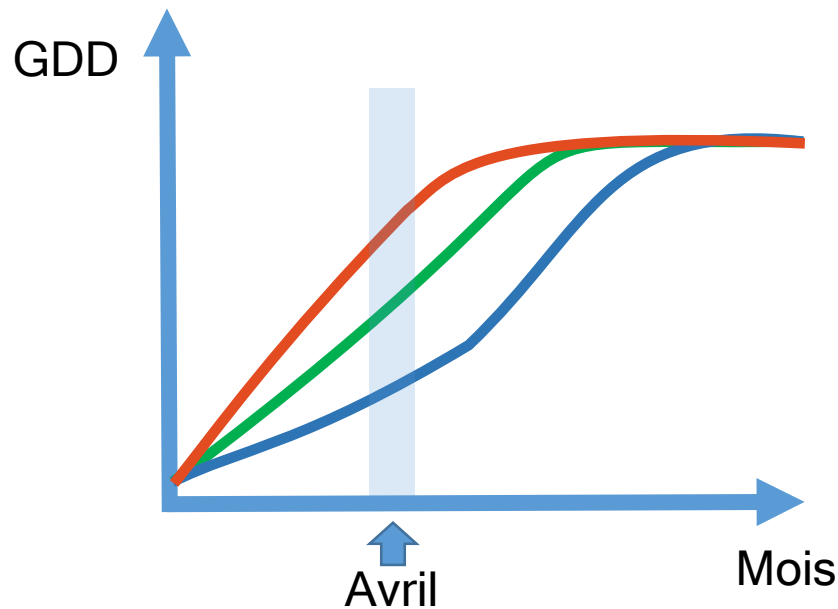
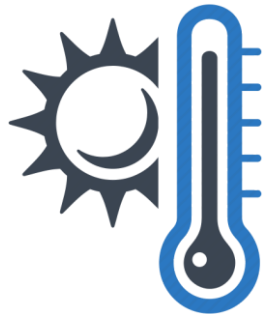


## ❖ Données climatologiques

GDD (*Growing degree-day*) = Degrés-jours de croissance

Somme des températures journalières moyennes  $>5^{\circ}\text{C}$

Température de base =  $5^{\circ}\text{C}$  : Temp. min. permettant la croissance des plantes alpines



Évaluer précocité du printemps

↑ GDD = Printemps précoce

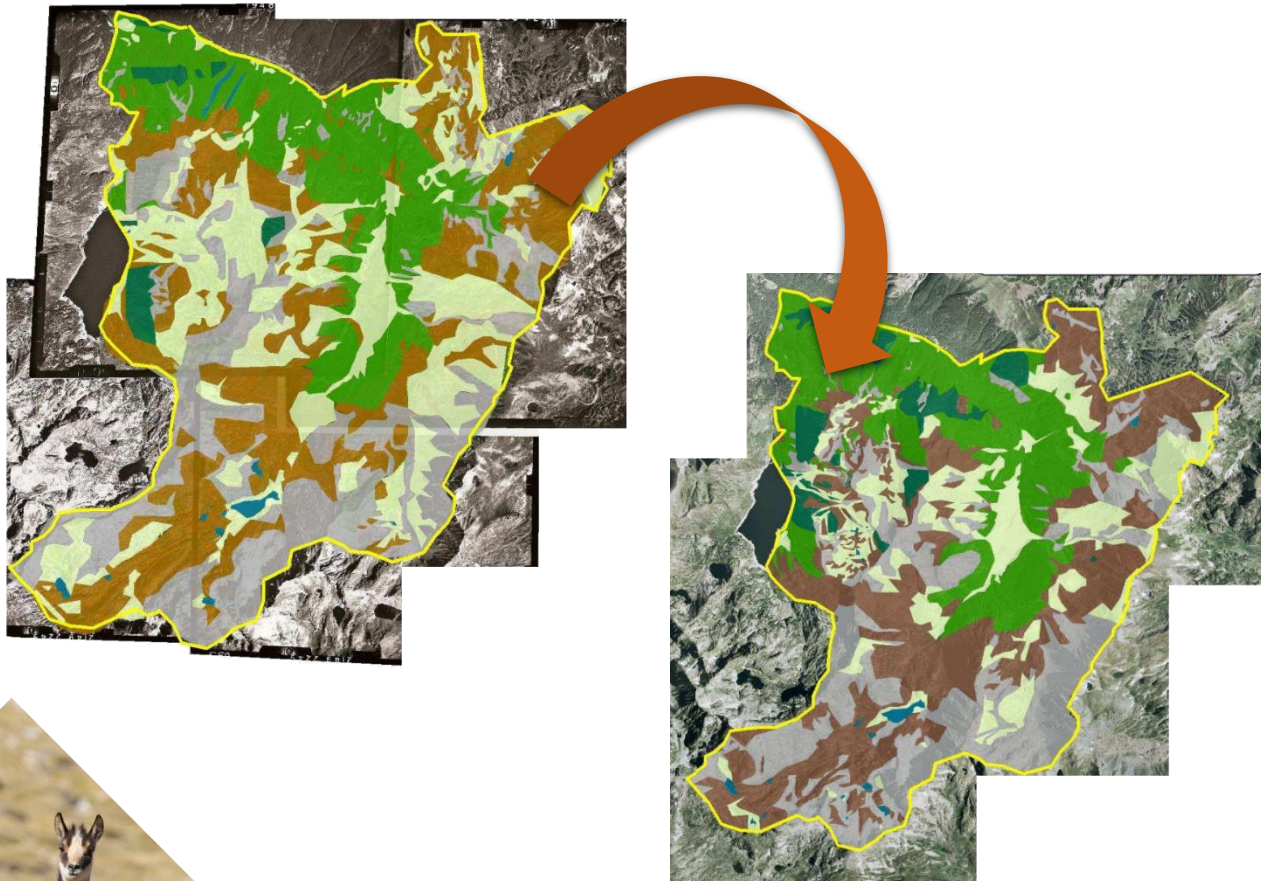
↓ GDD = Printemps tardif



# ❖ Évolution de l'habitat

Photo-interprétation d'images aériennes

1962 → 1995 → 2003 → 2013



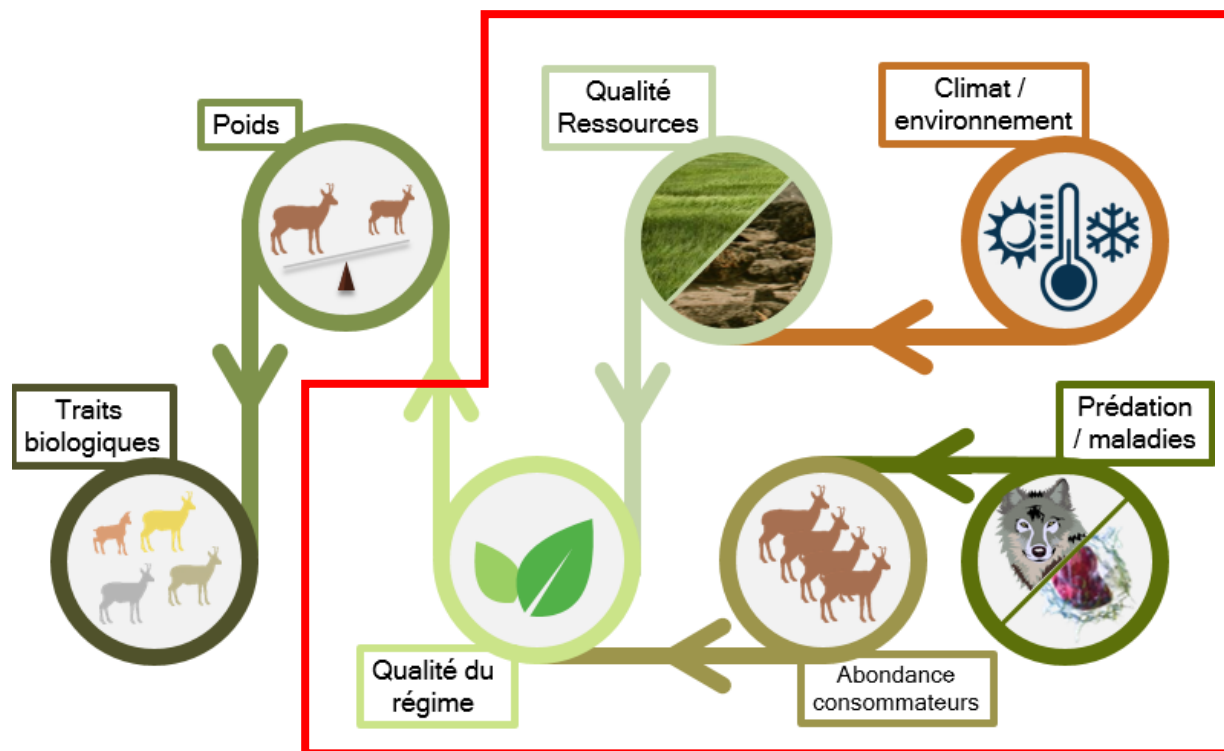
- Prairies
- Landes
- Forêts



# Résultats



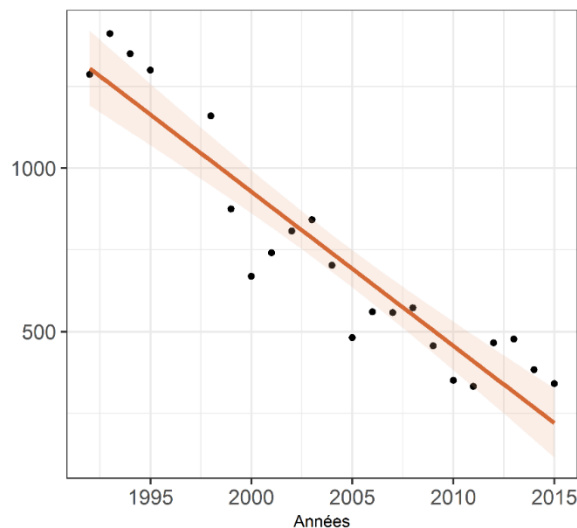
# ❖ Effets du climat et de l'abondance d'animaux sur la qualité alimentaire



# ❖ Évolution des variables

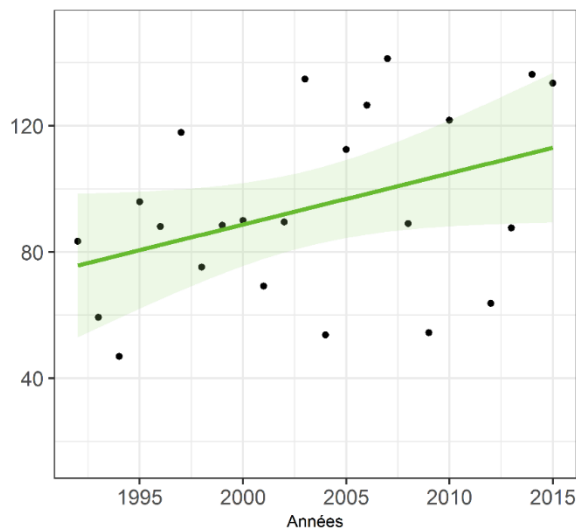
- Régressions linéaires

Abondance d'isards



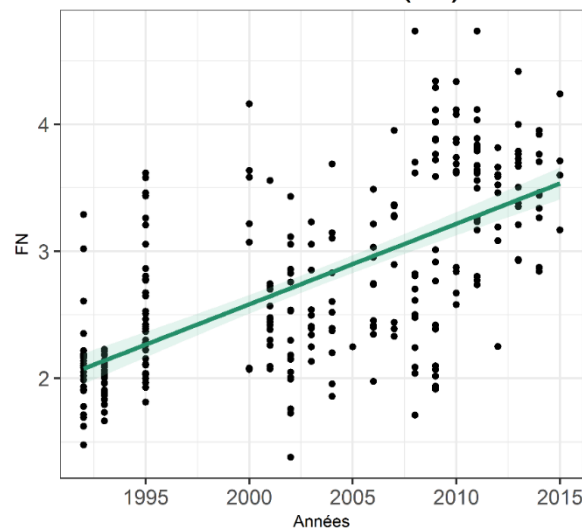
**- 46 isards / an**  
*(r<sup>2</sup> = 88.0%, p < 0.001)*

GDD en avril



**+2.2° / an**  
*(r<sup>2</sup> = 19.6%, p = 0.03)*

Azote fécal (%)



**+ 0.056% / an**  
*(r<sup>2</sup> = 41.4%, p < 0.001)*



## ❖ Effets du climat et de l'abondance d'animaux sur la qualité alimentaire

- Régression linéaire additive

### Variables explicatives

- Âge
- Sexe
- Taux de fADF
- Abondance d'isards
- GDD
- Jour de capture

### Variables réponse

- Taux de fN



## ❖ Effets du climat et de l'abondance d'animaux sur la qualité alimentaire

Tableau. Sélection des modèles expliquant la variabilité du taux d'azote fécal chez l'isard.

Modèle biologique	K	AIC*	$\Delta$ AIC	$\omega_i$
Âge + fADF + Abond + GDD + Jour	7	352.2	0	0.510
Âge + Sexe + fADF + Abond+ GDD + Jour	8	353.3	1.05	0.302
fADF +Abond + GDD + Jour	6	354.9	2.66	0.135
Sexe + fADF +Abond + GDD + Jour	7	356.9	4.63	0.050

\*Critère d'information d'Akaike





## ❖ Effets du climat et de l'abondance d'animaux sur la qualité alimentaire

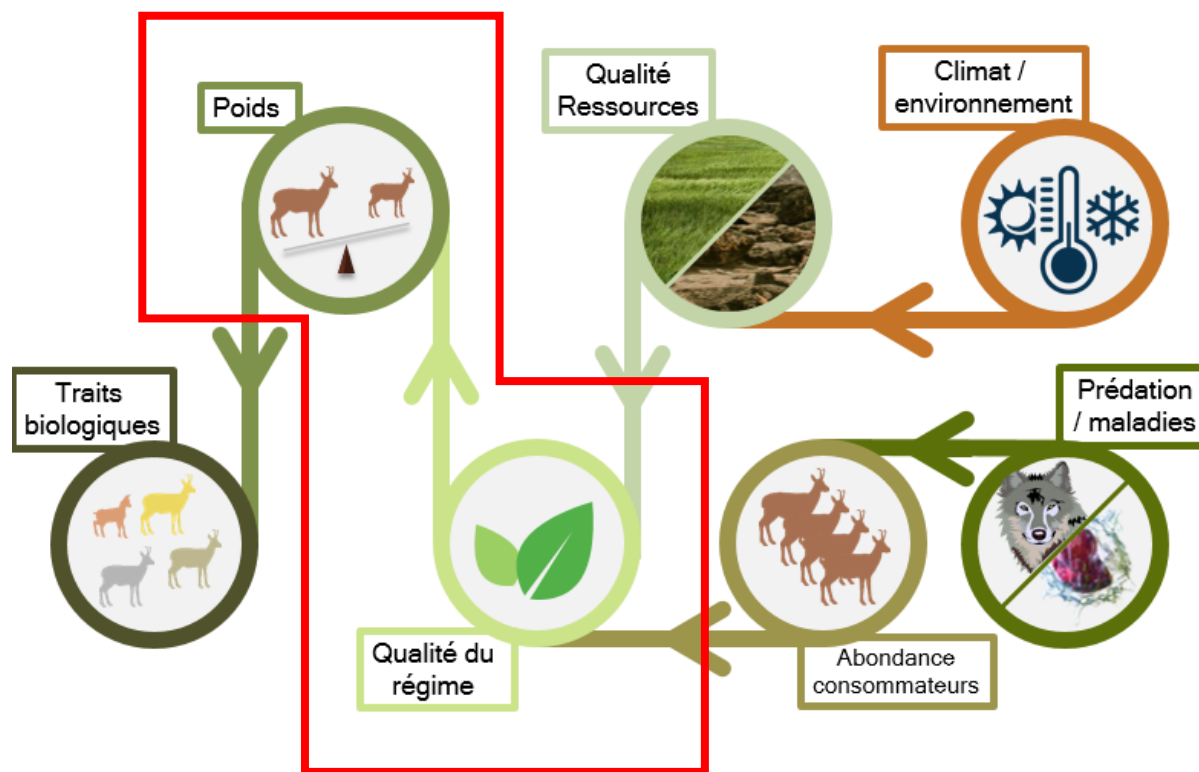
Variables scalées → permettre comparaison entre effets

**Tableau.** Estimation des paramètres du meilleur modèle sélectionné

Paramètre	Estimation	SE	p-value	
Intercept	2.785	0.027	<0.001	
Âge	0.060	0.028	0.032	→ Effet expérience
fADF	-0.191	0.029	<0.001	
Abondance	-0.142	0.037	<0.001	→ Effet négatif
GDD	0.153	0.031	<0.001	→ Effet positif
JDay	0.368	0.033	<0.001	→ Effet phénologie

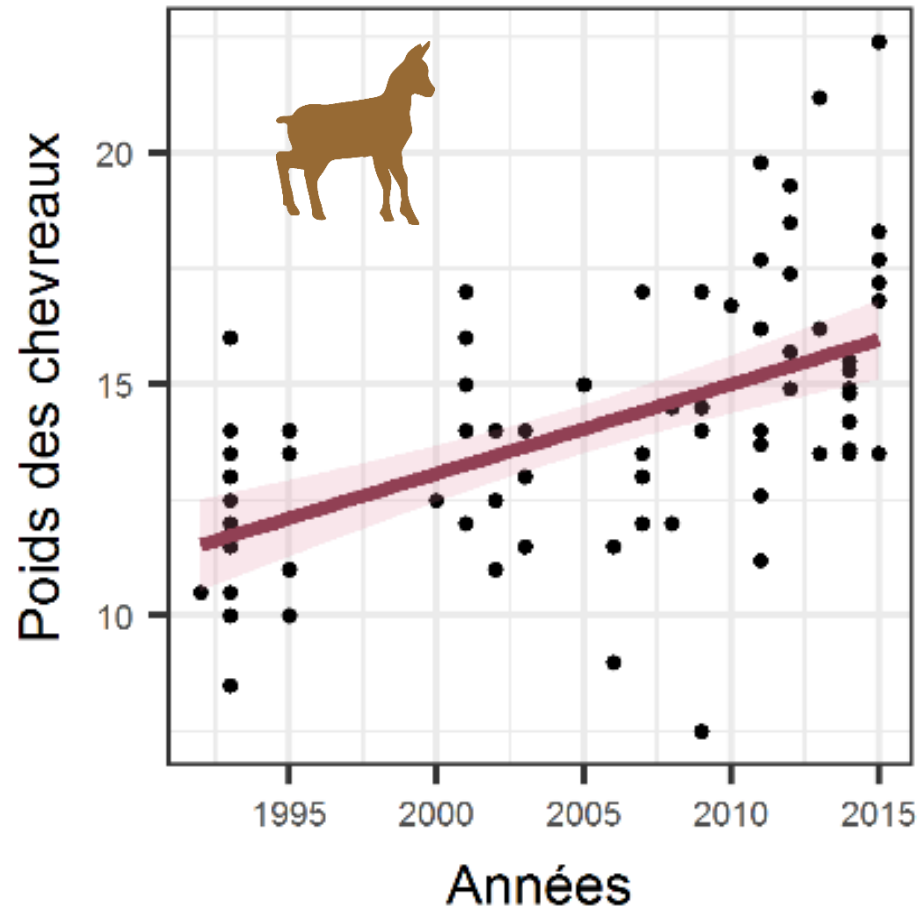


# ❖ Effet de la qualité alimentaire sur le poids des jeunes



# ❖ Effet de la qualité alimentaire sur le poids des jeunes

- Régression linéaire



+ 193g/an  
( $r^2 = 30.5\%$ ,  $p < 0.001$ )



## ❖ Effet de la qualité alimentaire sur le poids des jeunes

- Régression linéaire (corrigée par l'erreur d'échantillonnage)

Poids moyen annuel  
des chevreaux



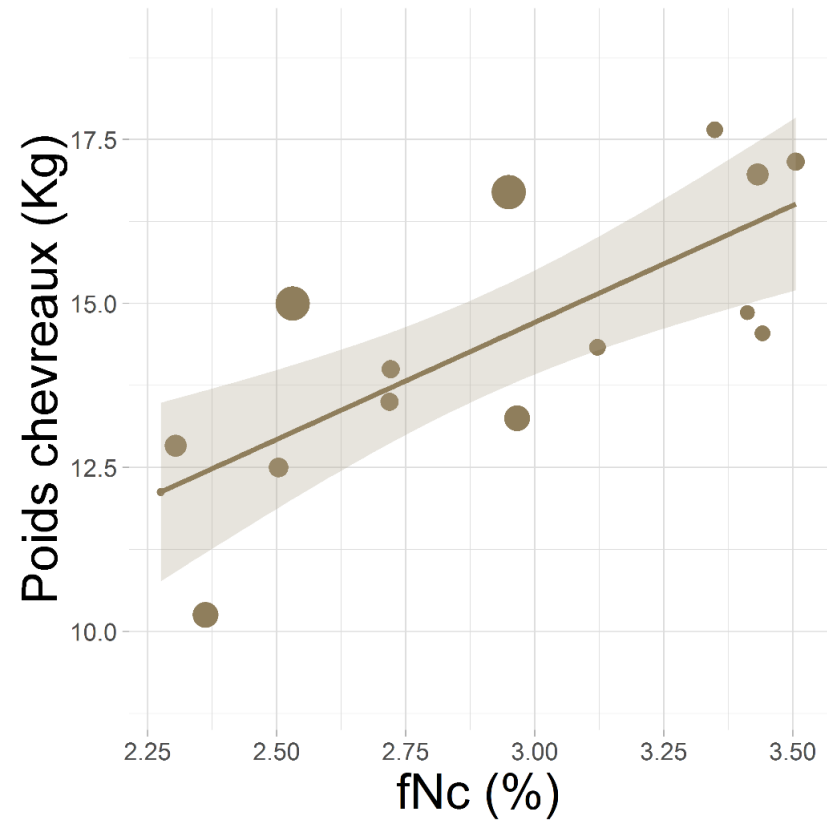
fN moyen annuel  
de la population



# ❖ Effet de la qualité alimentaire sur le poids des jeunes

- Régression linéaire (corrigée par l'erreur d'échantillonnage)

Poids moyen annuel des chevreaux



( $r^2 = 70.4\%$ ,  $p < 0.001$ )

fN moyen annuel de la population



## ❖ Relation composition - qualité du régime

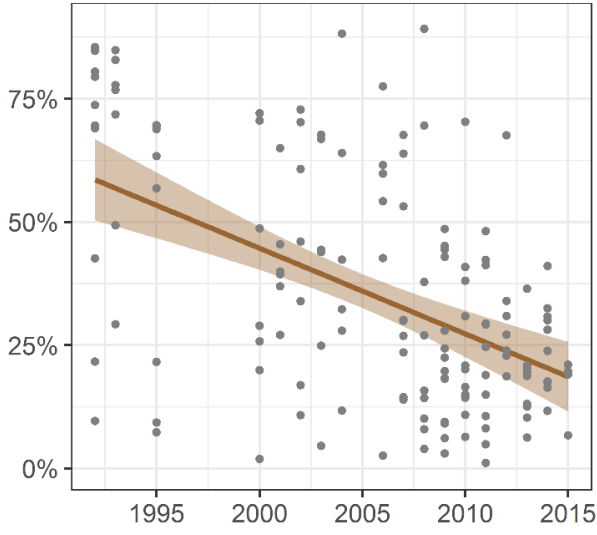


# ❖ Relation composition - qualité du régime

- Régressions linéaires (corrigées par jour de capture)



Ligneux

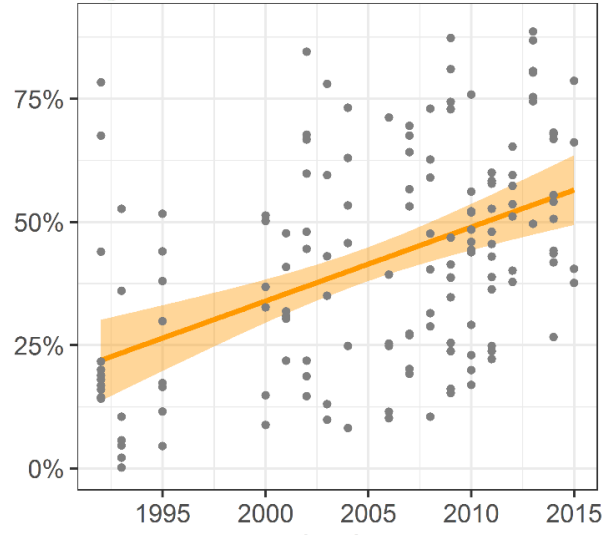


*Calluna vulgaris* - Callune  
*Rhododendron ferrugineum*

...



Graminoïdes

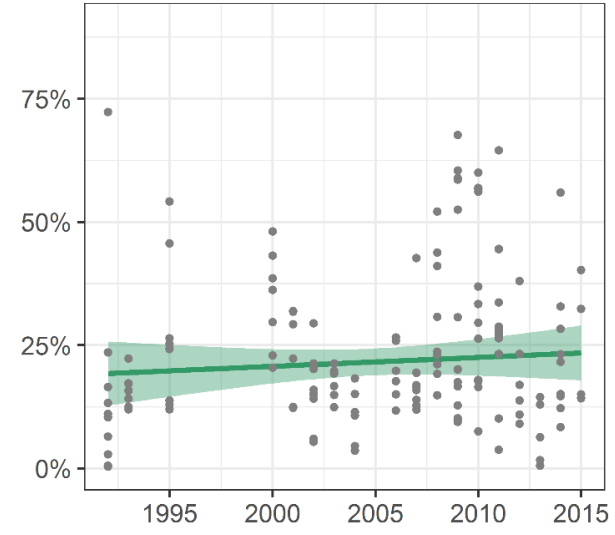


*Festuca spp.* - Gispet  
*Carex spp.* - Laîche

...



Phorbes



*Trifolium spp.* - Trèfles  
*Helianthemum nummularium*

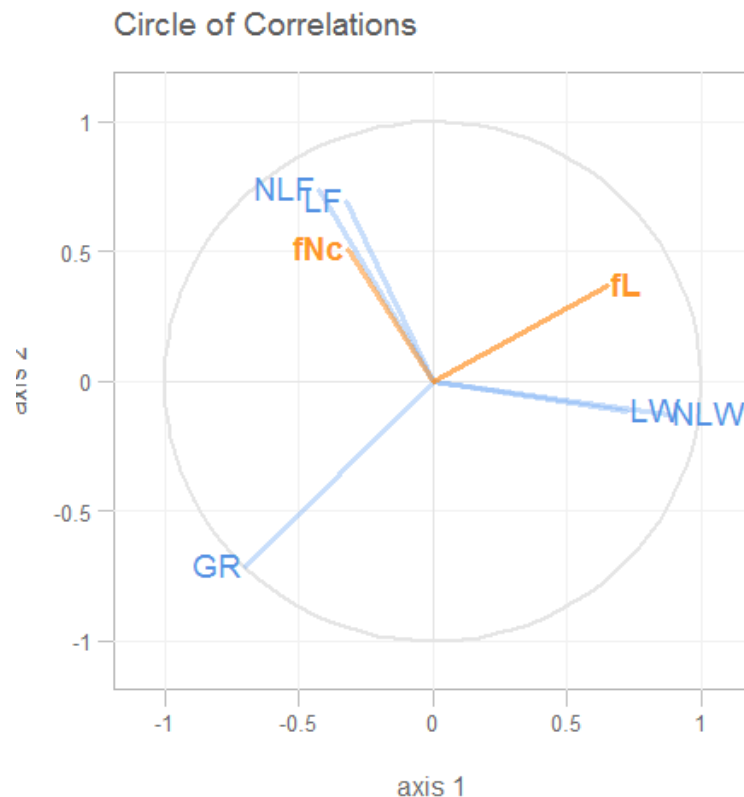
...



# ❖ Relation composition - qualité du régime

**Tableau.** Coefficients de corrélation standardisés du modèle de régression PLS

	<b>fNc</b>	<b>fL</b>
<b>Phorbes L</b>	0.241	0.079
<b>Phorbes NL</b>	0.281	0.071
<b>Graminoïdes</b>	-0.141	-0.453
<b>Ligneux L</b>	-0.119	0.190
<b>Ligneux NL</b>	-0.151	0.283

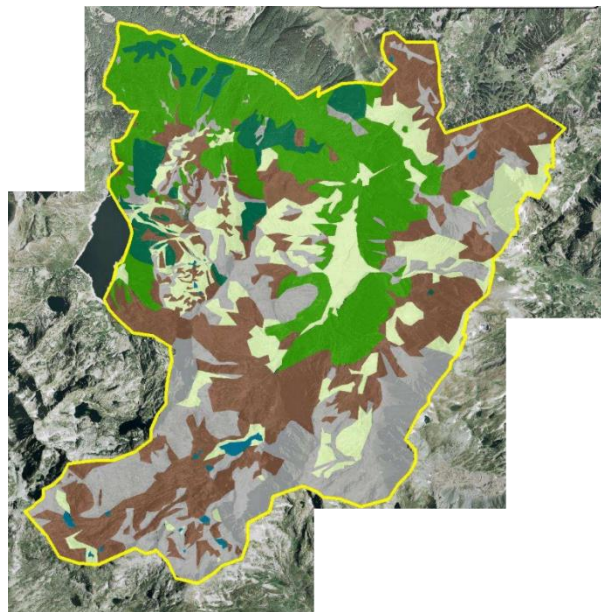


fN positivement lié aux phorbes et négativement lié aux ligneuses et graminoides.

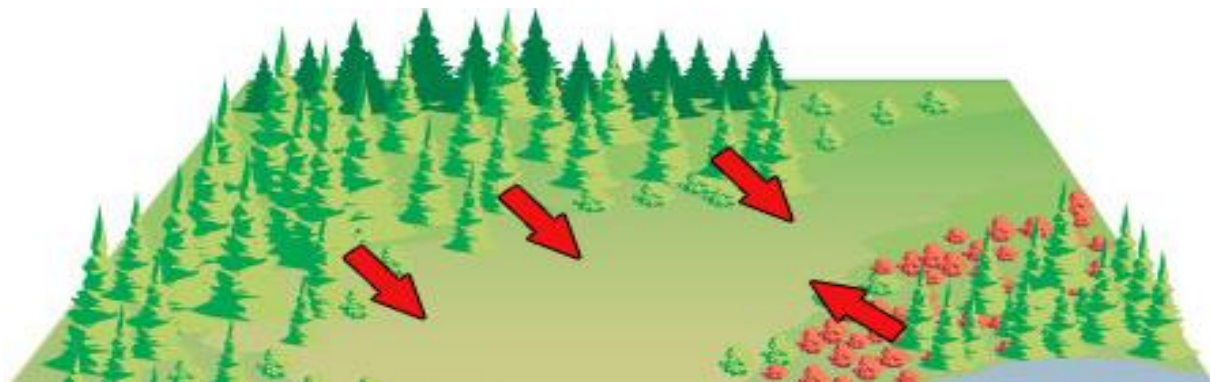
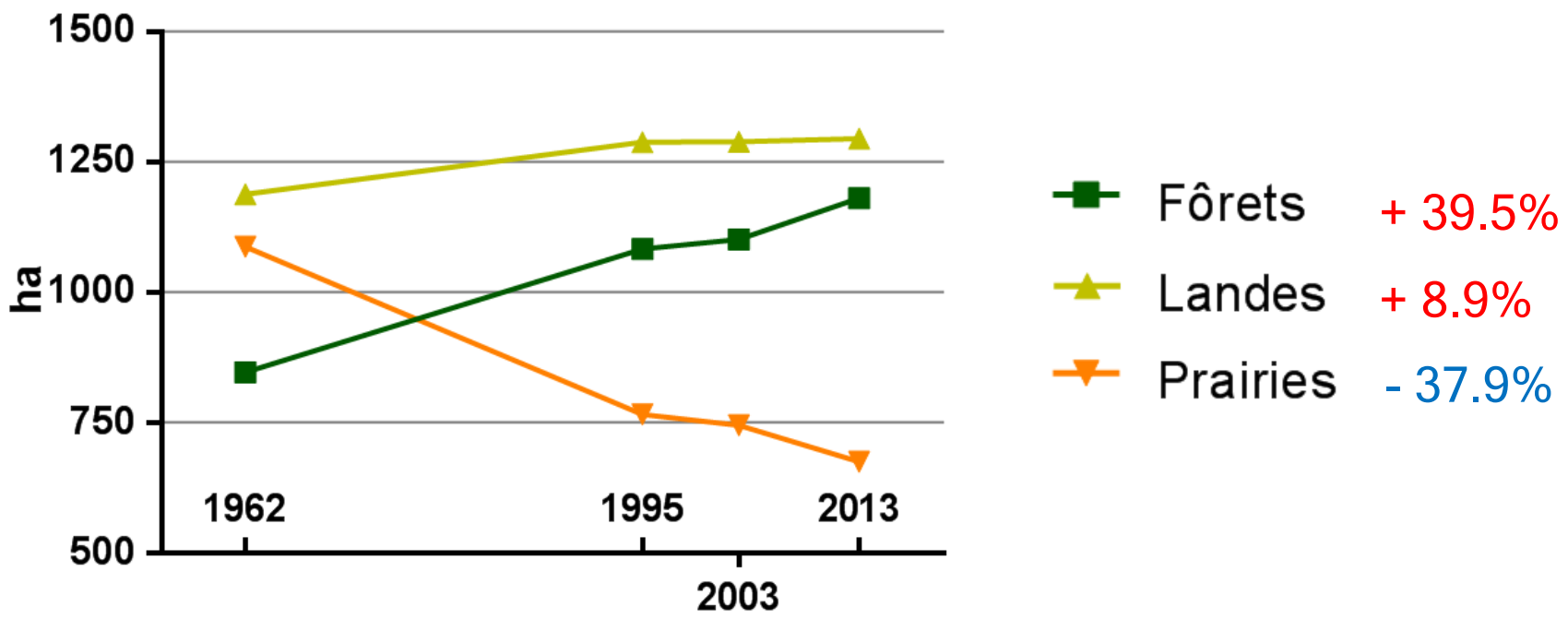




## ❖ Évolution de l'habitat



# ❖ Évolution de l'habitat



# Conclusions



- La basses densités d'isards et les printemps précoces structurent positivement la qualité du régime des isards
- Relation positive entre la qualité de l'alimentation et le poids des chevreaux de 1 an
- La consommation de phorbes est positivement liée aux taux d'azote fécal mais n'a pas augmenté au long de l'étude → accès à des phorbes de meilleure qualité
- L'évolution globale de la végétation à Orly s'est faite au profit des ligneux or la consommation des ligneux a diminuée → diminution de la compétition intraspécifique



## ❖ Projections futures

Continuer suivi biologique

Disparition du pestivirus → ↗ population?

↗ population + ↘ habitat propice → ?



## Remerciements:

Sara Chaves  
Kévin Foulché  
Pierre Menaut  
Jordi Bartolomé  
Elena Albanell  
Emmanuel Serrano  
Mathieu Garel

