

Analyse de données multidimensionnelles

**De nouveaux développements provenant
de l'écologie des communautés**

F. Guillaume Blanchet



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

En collaboration avec...



Norwegian University
of
Science and Technology

HELSINGIN YLIOPISTO



Otso Ovaskainen



Anna Norberg



HELSINGIN YLIOPISTO



Leo Duan



Nerea Abrego



Norwegian University
of
Science and Technology



Swedish University of
Agricultural Sciences



Tomas Roslin



Gleb Tikhonov

HELSINGIN YLIOPISTO

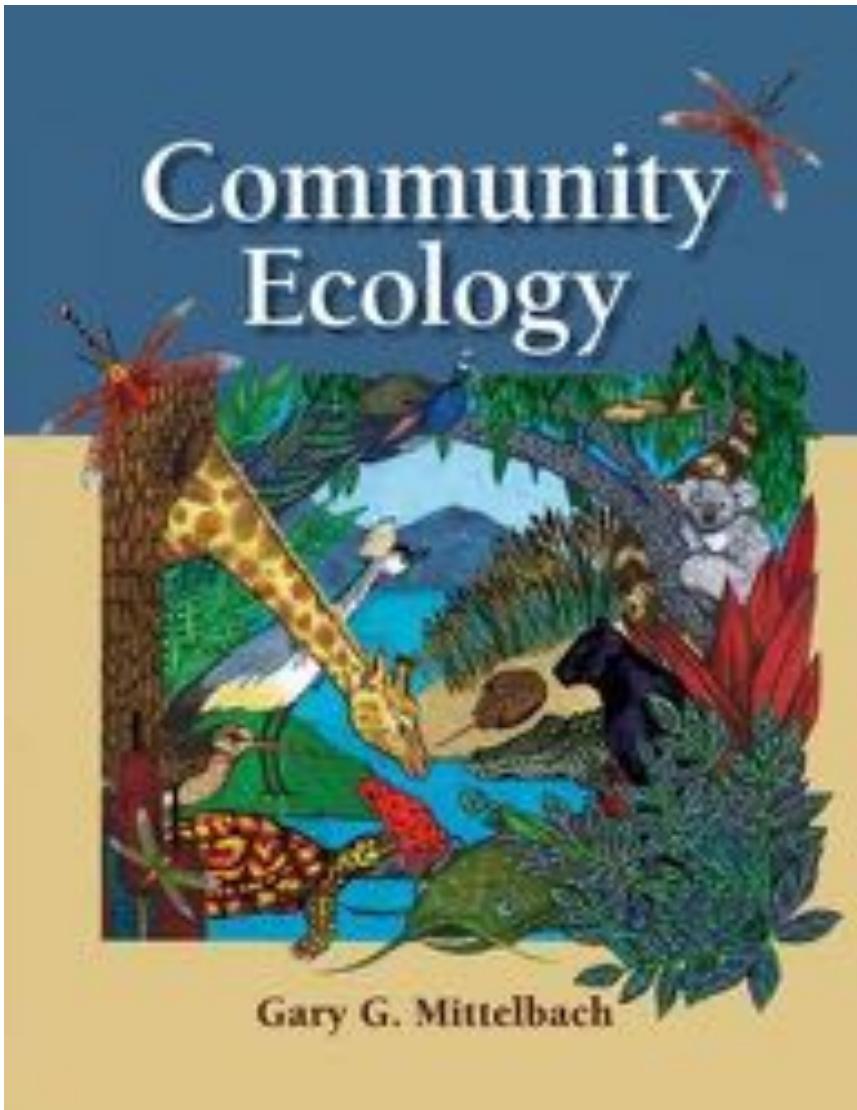


David B. Dunson



Duke
UNIVERSITY

Qu'est-ce que l'écologie des communautés ?



« Une communauté est un groupe d'espèces qui se trouvent au même endroit au même moment. »

Qu'est-ce qui structure une communauté ?

Dispersion



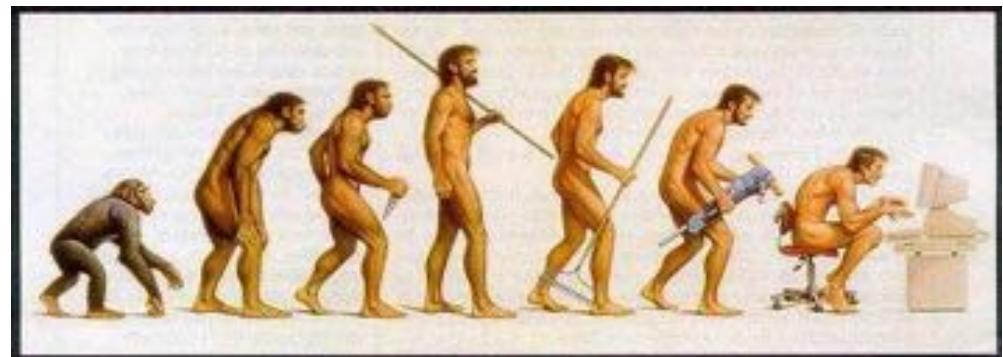
Environnement



Interactions écologiques



Évolution (Génétique)



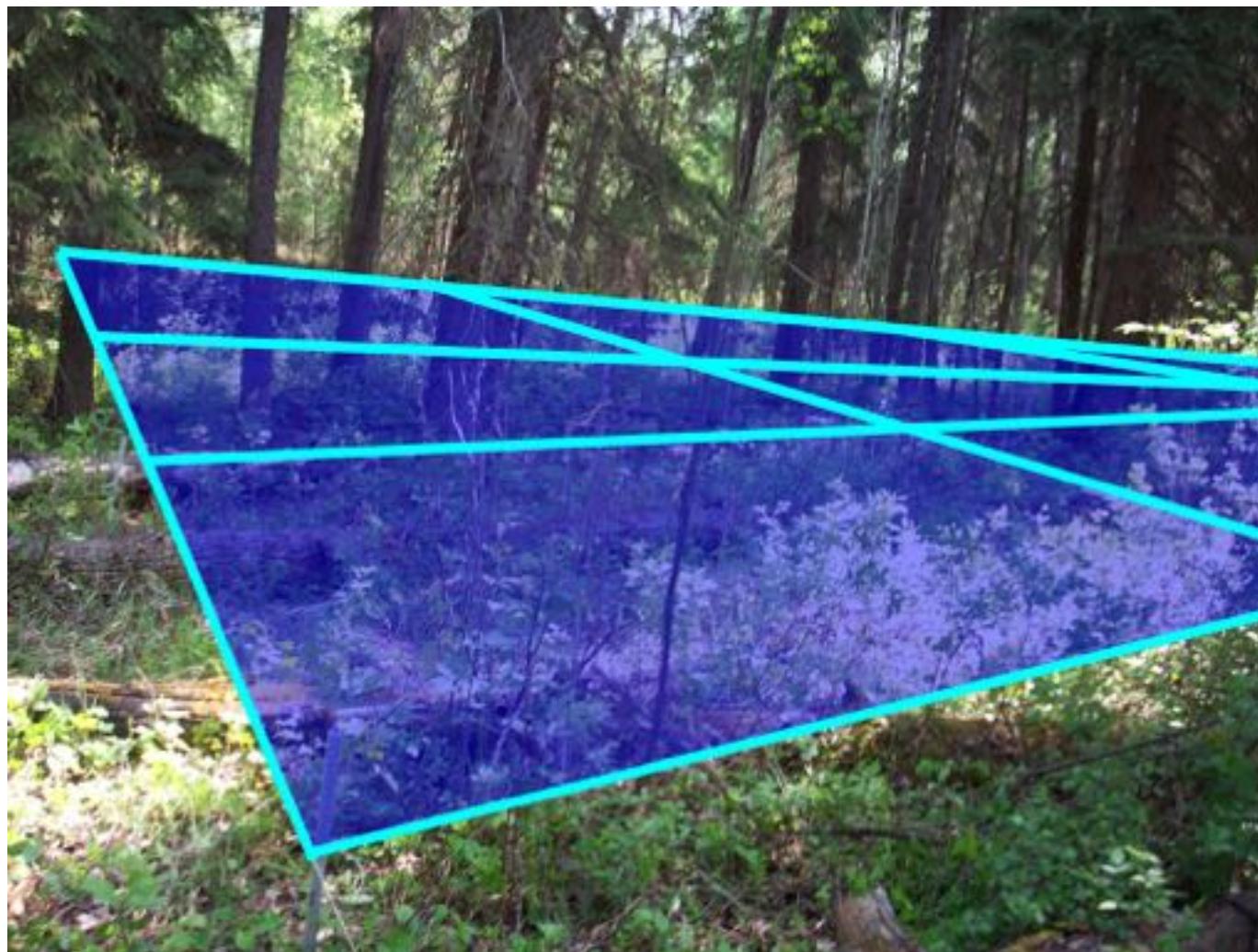
Comment peut-on mieux comprendre les communautés ?

On va sur le terrain...



Comment peut-on mieux comprendre les communautés ?

... et on ramasse des choses



Comment peut-on mieux comprendre les communautés ?

... et on ramasse des choses

Des choses vivantes



	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Site 1	0	1	0
Site 2	1	0	0
Site 3	0	0	1

Espèces (p)

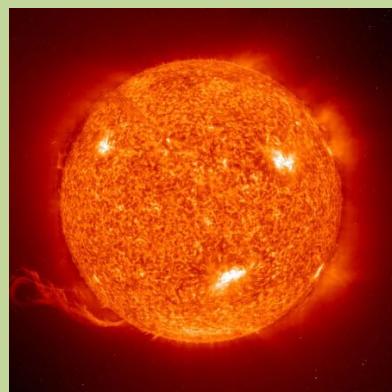
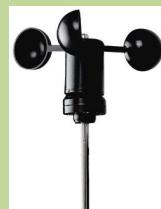
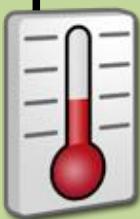
Sites (n)

Y

Comment peut-on mieux comprendre les communautés ?

... et on ramasse des choses

Des choses qui ne vivent pas



	Covariable a	Covariable b	Covariable c
Site 1	0.3	3.66	54.2
Site 2	1.5	8.02	13.5
Site 3	2.4	2.56	21.4

Habitats(q)

Sites (n)

X

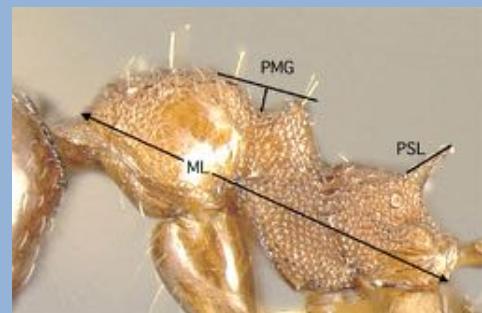
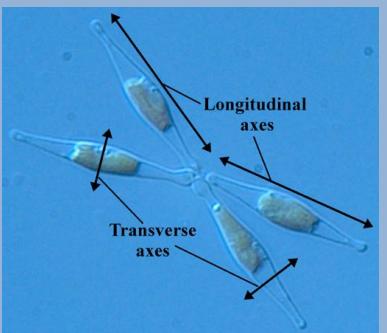
Comment peut-on mieux comprendre les communautés ?

Et on va au laboratoire...



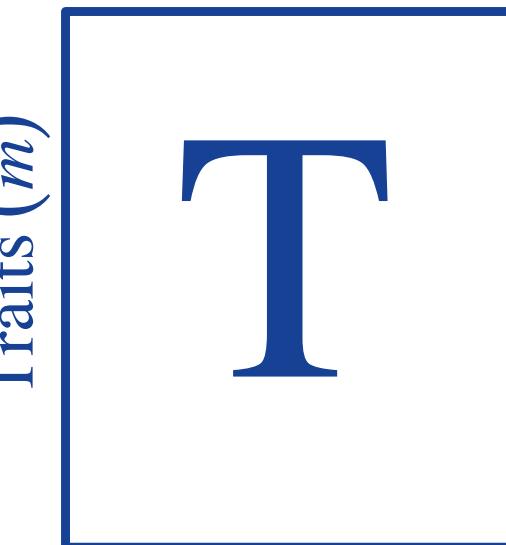
Comment peut-on mieux comprendre les communautés ?

... et on mesure les choses vivantes



	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Trait 1	2.3	1.4	0.8
Trait 2	1.4	2.6	3.5
Trait 3	200.3	356.2	153.5

Espèces (p)



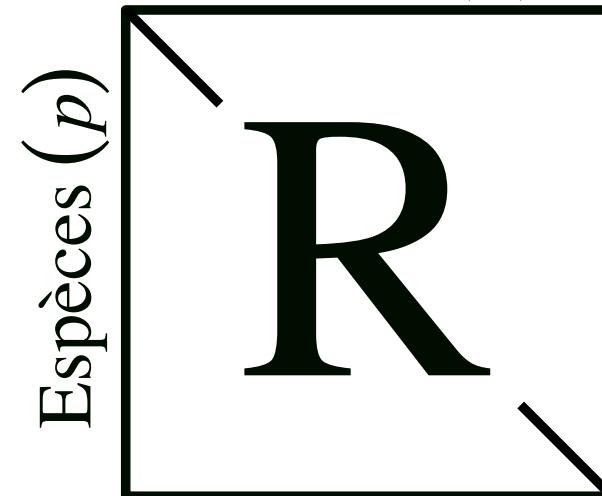
Comment peut-on mieux comprendre les communautés ?

... et on considère les interactions



	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Espèce A	1	0.3	0.9
Espèce B	0.3	1	-0.1
Espèce C	0.9	-0.1	1

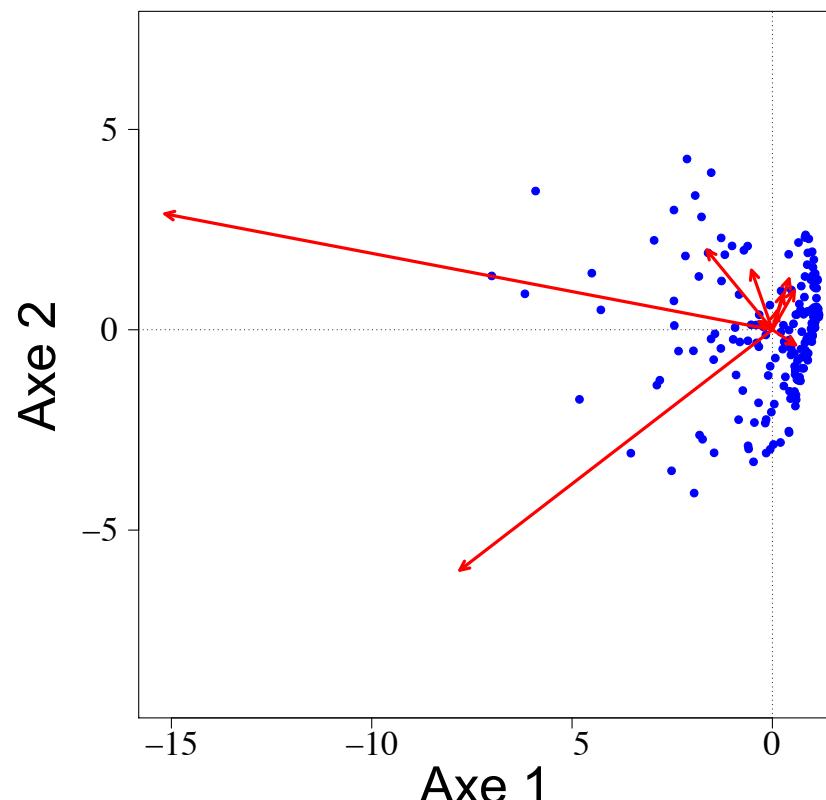
Espèces (p)



Un peu d'histoire

	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Site 1	0	2	5
Site 2	0	0	200
Site 3	500	100	300

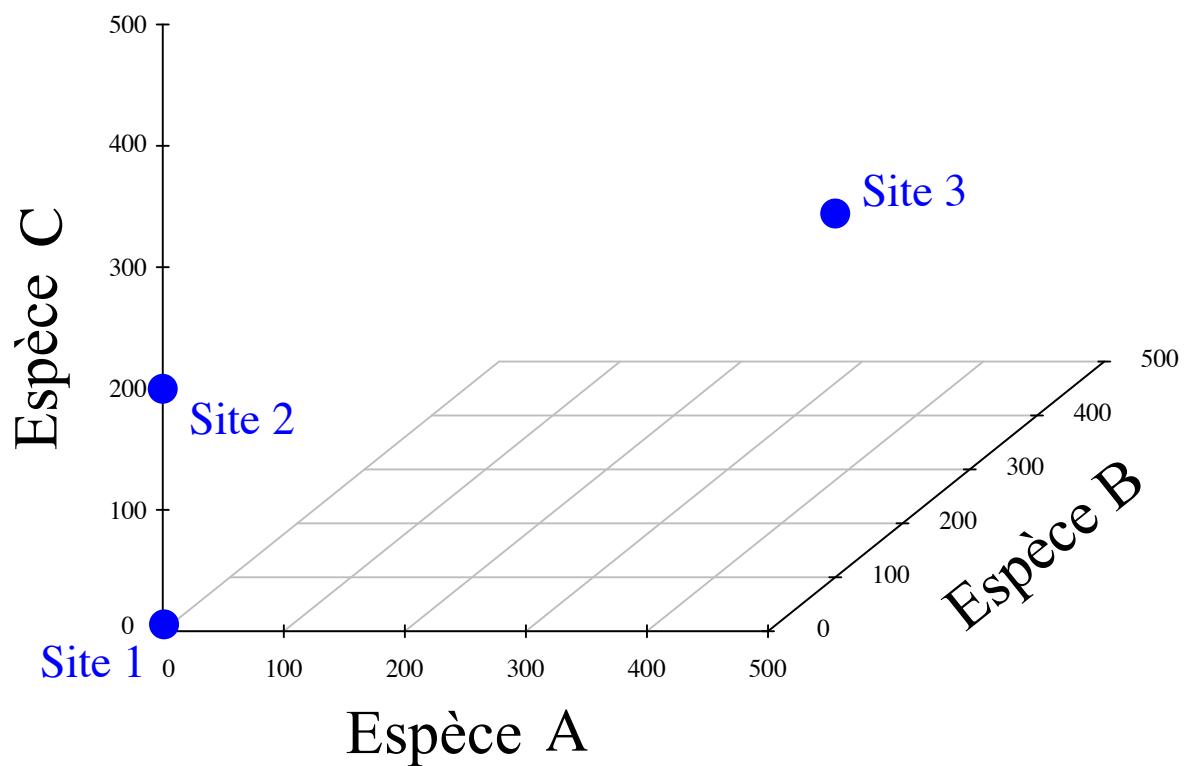
Matrice de communauté



Ordinations

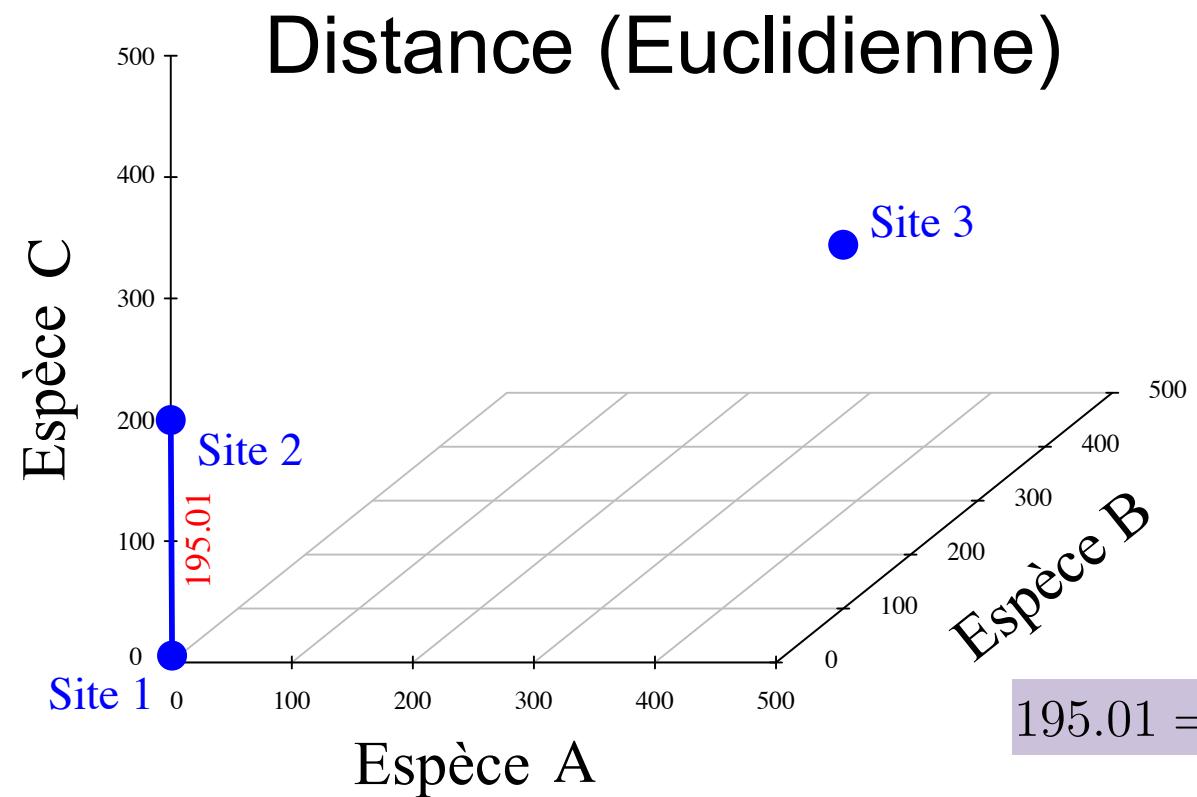
Un peu d'histoire

	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Site 1	0	2	5
Site 2	0	0	200
Site 3	500	100	300



Un peu d'histoire

	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Site 1	0	2	5
Site 2	0	0	200
Site 3	500	100	300

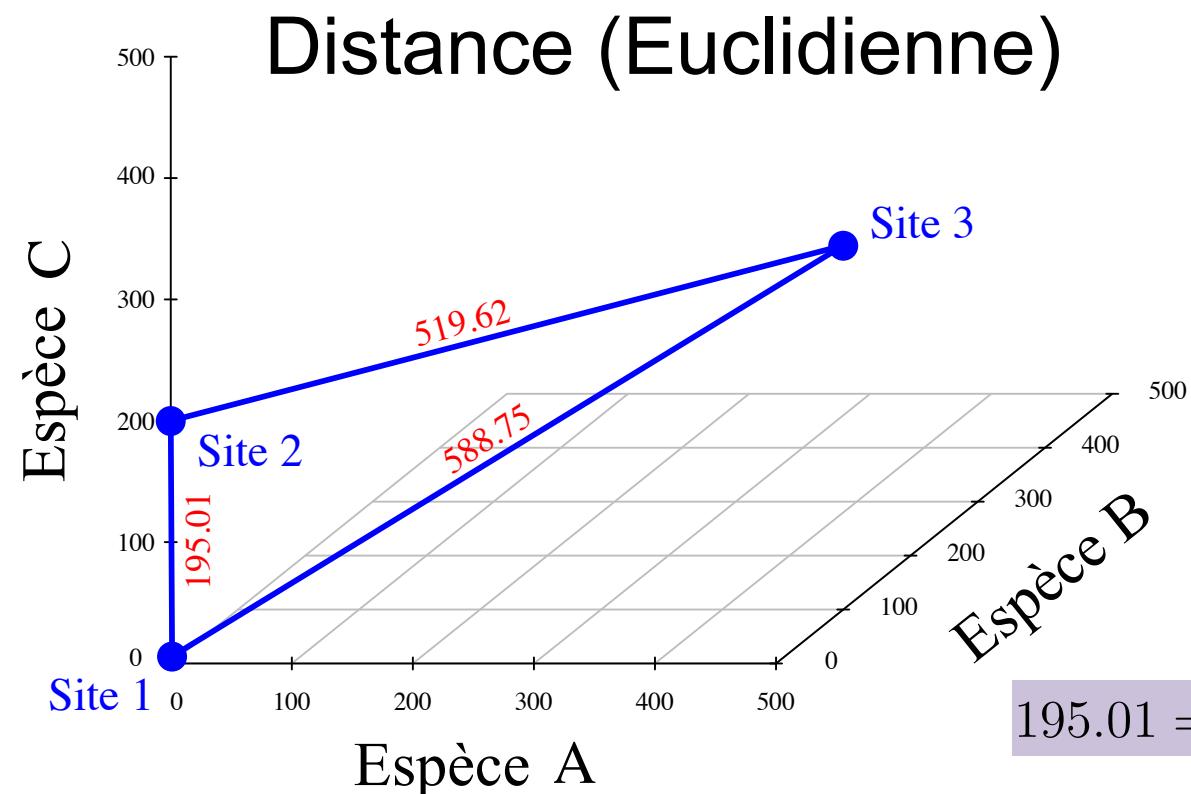


$$195.01 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (2 - 0)^2 + (5 - 200)^2}$$

Un peu d'histoire

	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Site 1	0	2	5
Site 2	0	0	200
Site 3	500	100	300

	Site 1	Site 2	Site 3
Site 1	0	195.01	588.75
Site 2	195.01	0	519.62
Site 3	588.75	519.62	0



↑

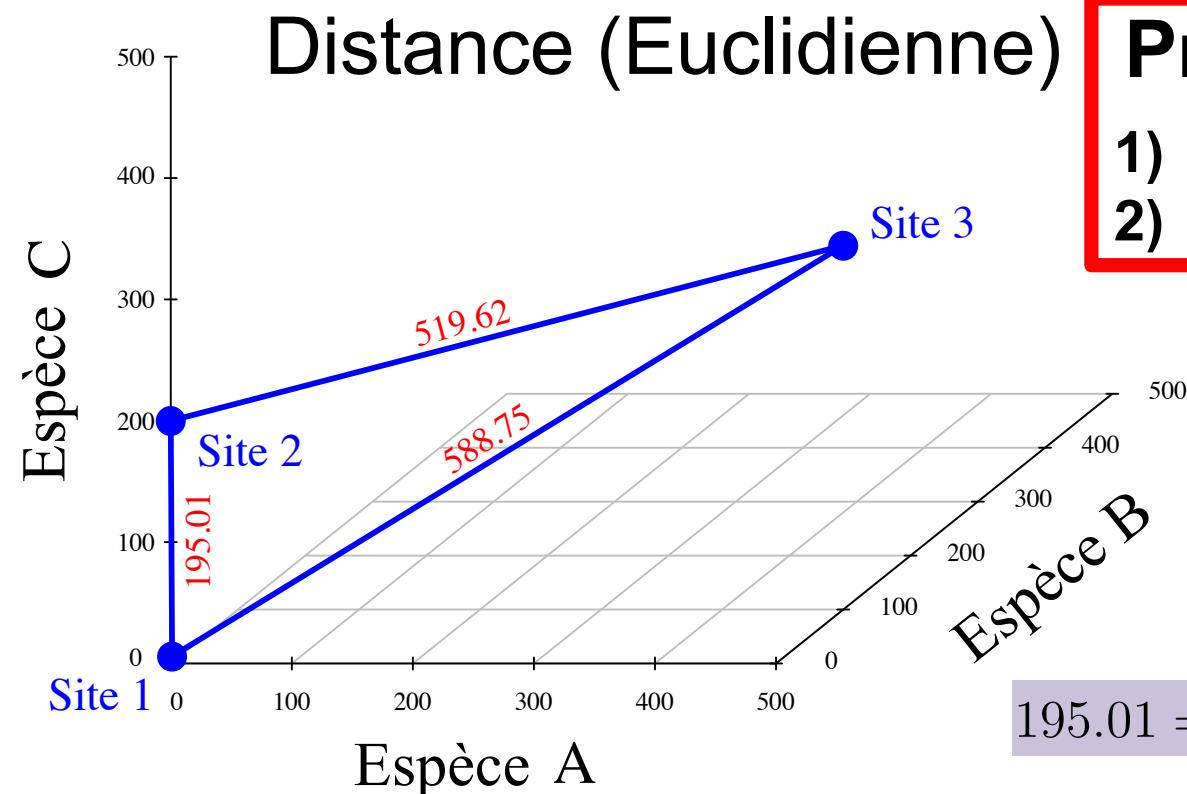
Matrice ressemblance

$$195.01 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (2 - 0)^2 + (5 - 200)^2}$$

Un peu d'histoire

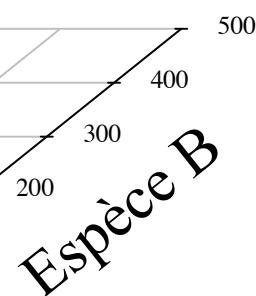
	Espèce A	Espèce B	Espèce C
Site 1	0	2	5
Site 2	0	0	200
Site 3	500	100	300

	Site 1	Site 2	Site 3
Site 1	0	195.01	588.75
Site 2	195.01	0	519.62
Site 3	588.75	519.62	0



Problèmes

- 1) Pas de prédictions possibles
- 2) Peu flexible



$$195.01 = \sqrt{(0 - 0)^2 + (2 - 0)^2 + (5 - 200)^2}$$

Développement méthodologique

Modèle Bayésien hiérarchique

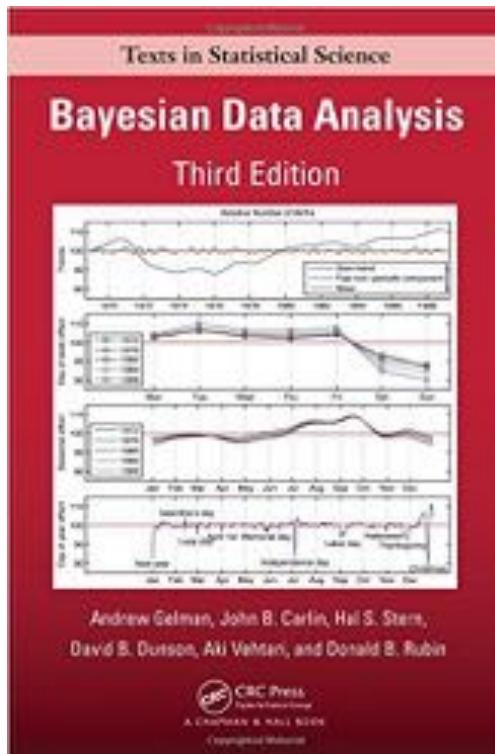
$$P(\text{Modèle}|\text{Données}) \propto \underbrace{P(\text{Données}|\text{Modèle})}_{\text{Vraisemblance}} \underbrace{P(\text{Modèle})}_{\text{Prior}}$$

Développement méthodologique

Modèle Bayésien hiérarchique

$$P(\text{Modèle}|\text{Données}) \propto \underbrace{P(\text{Données}|\text{Modèle})}_{\text{Vraisemblance}} \underbrace{P(\text{Modèle})}_{\text{Prior}}$$

Estimation via des lois *a priori* conjuguées naturelles



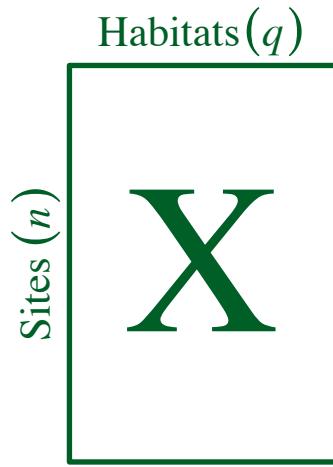
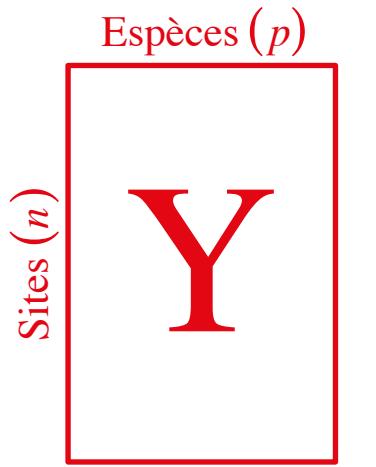
Loi *a priori* conjuguées naturelles

La loi *a priori* a la même forme fonctionnelle que la loi associée à la vraisemblance

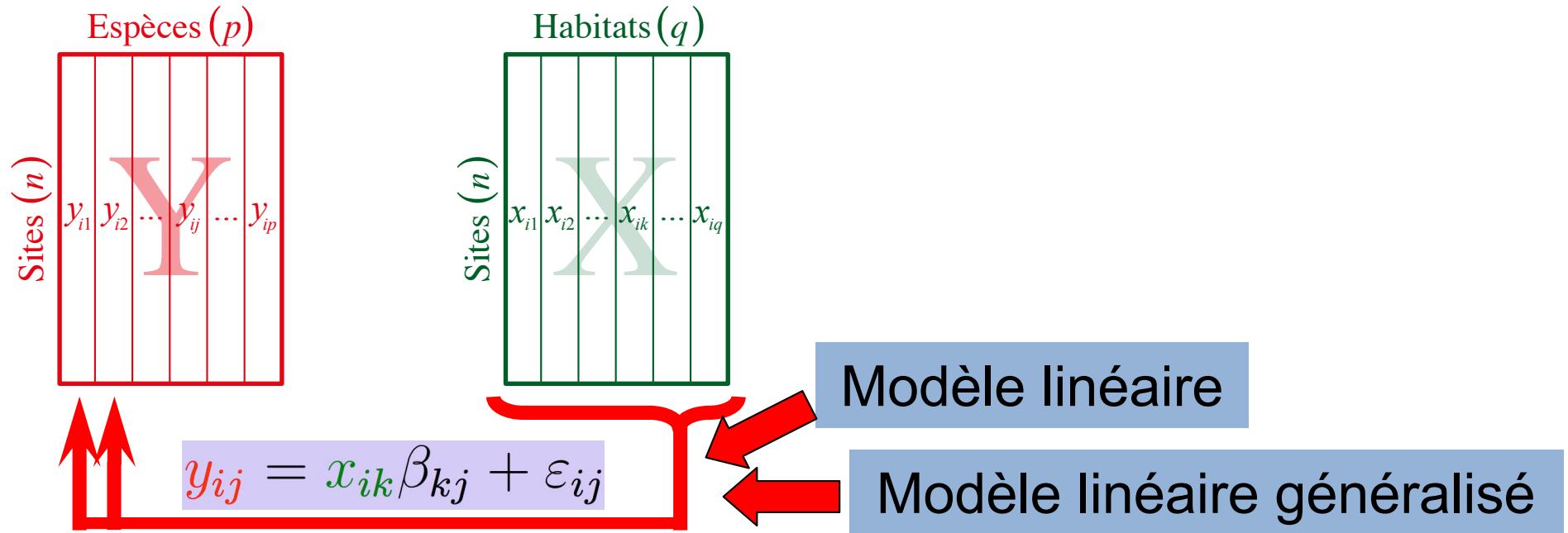
Avantage

Estimation plus rapide (avec MCMC)

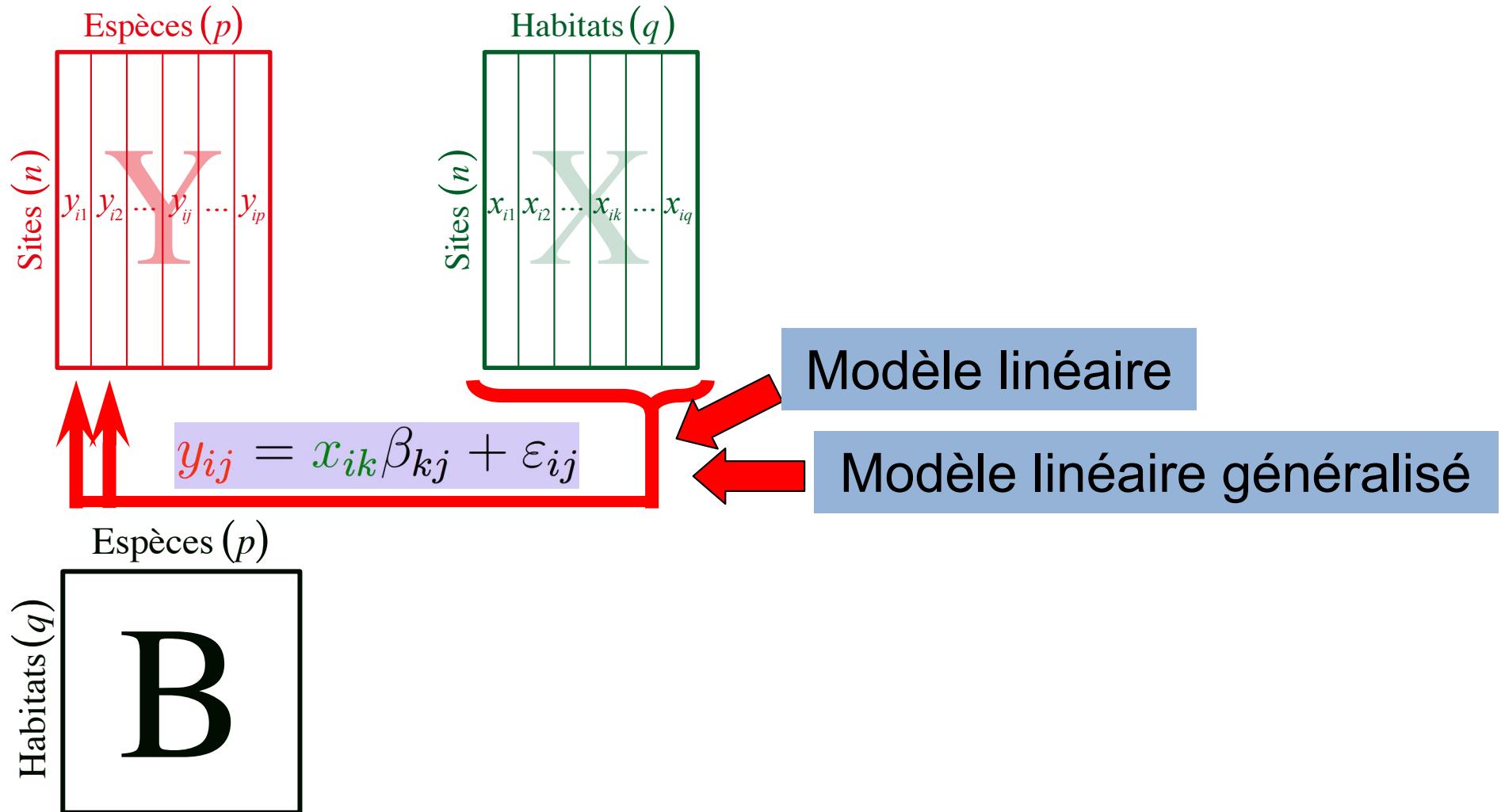
Développement méthodologique



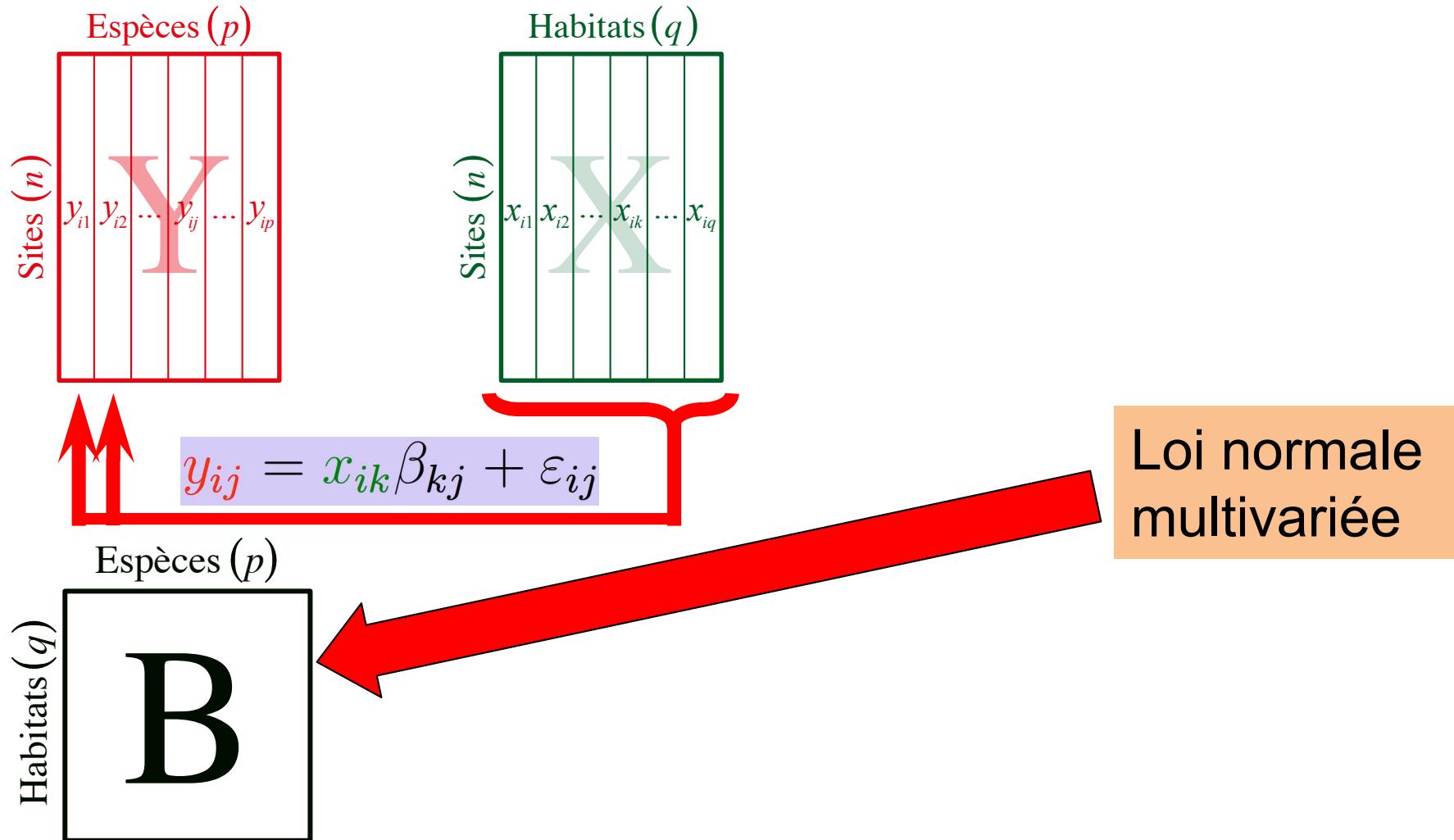
Développement méthodologique



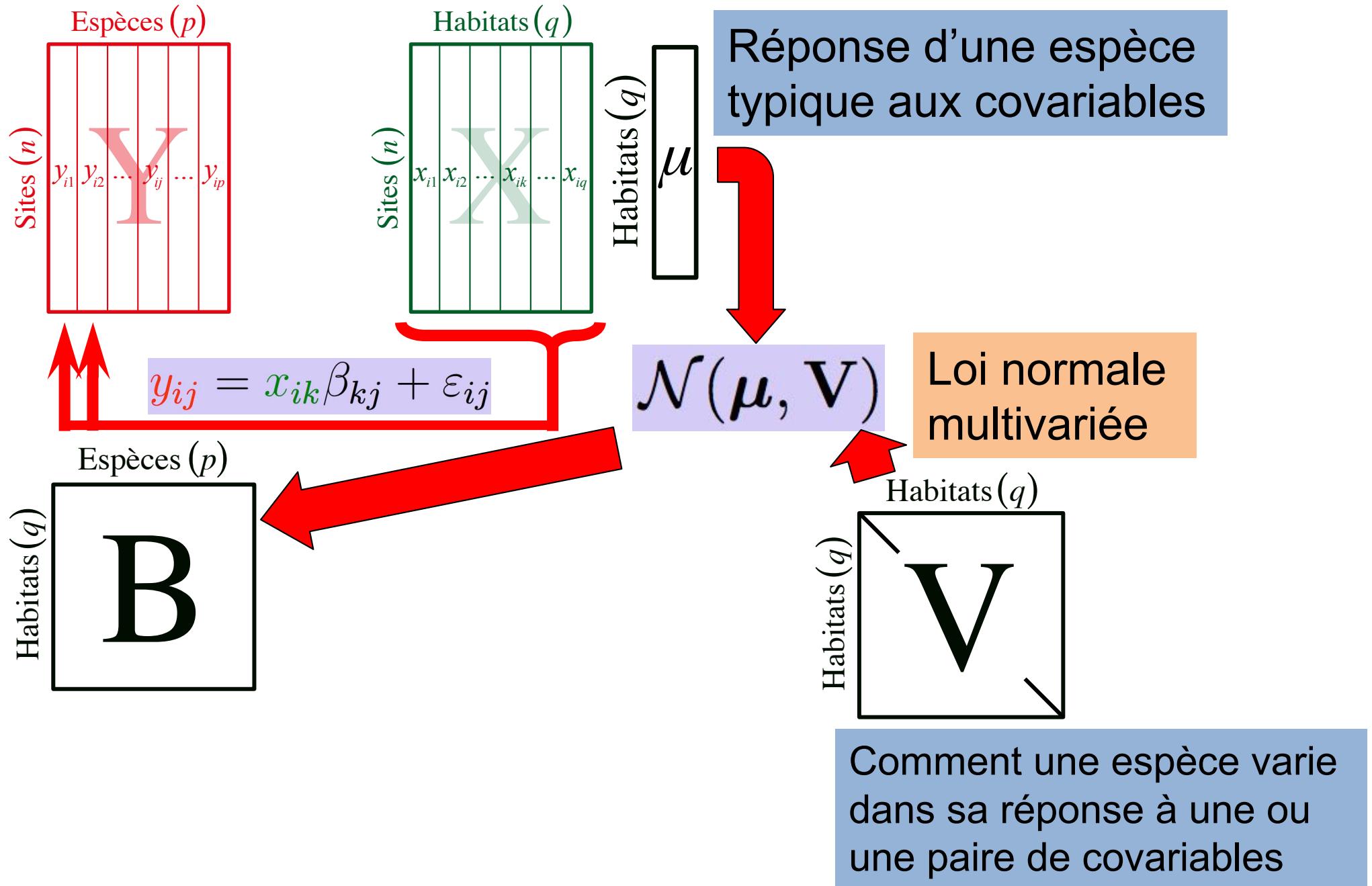
Développement méthodologique



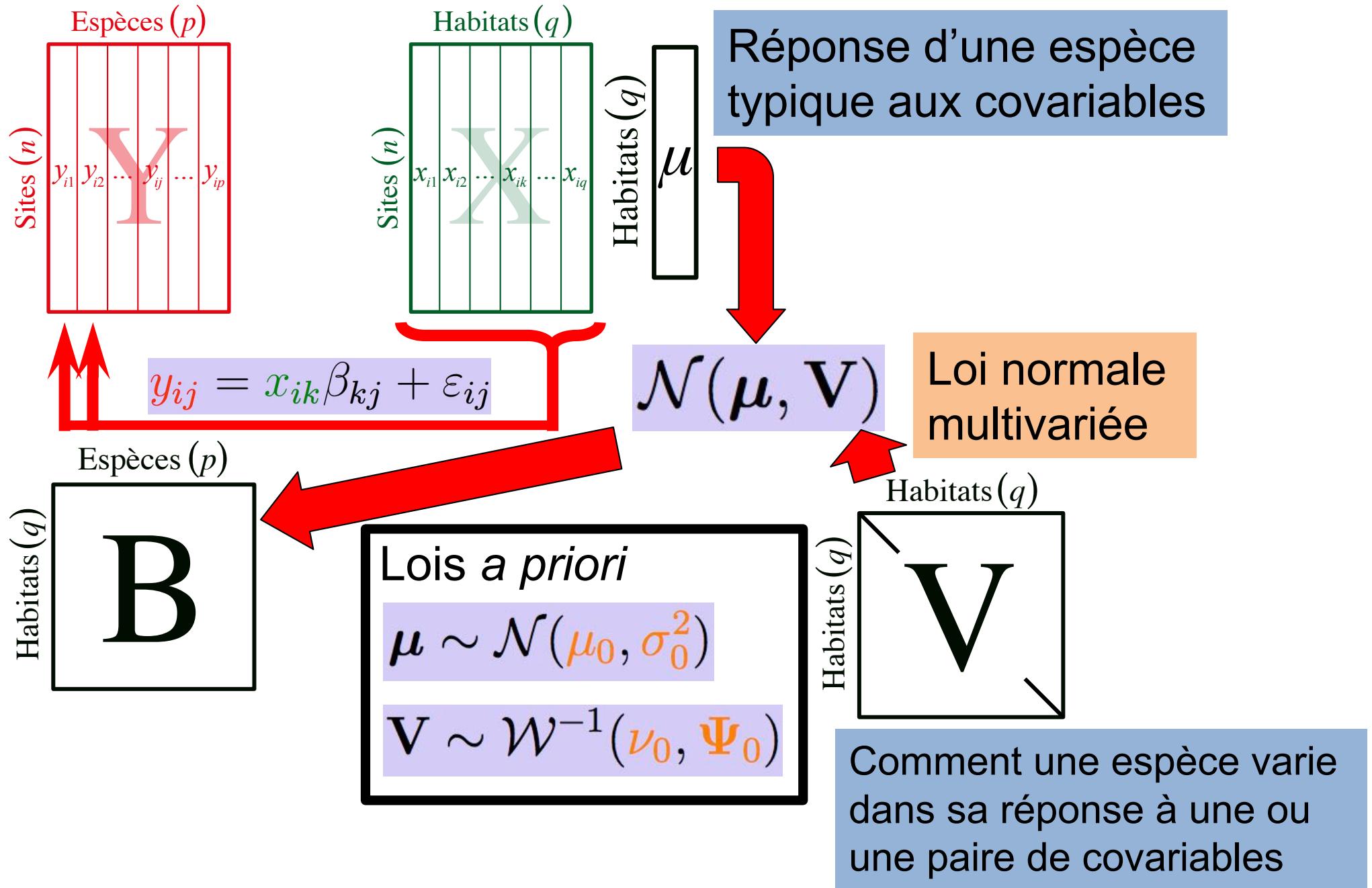
Développement méthodologique



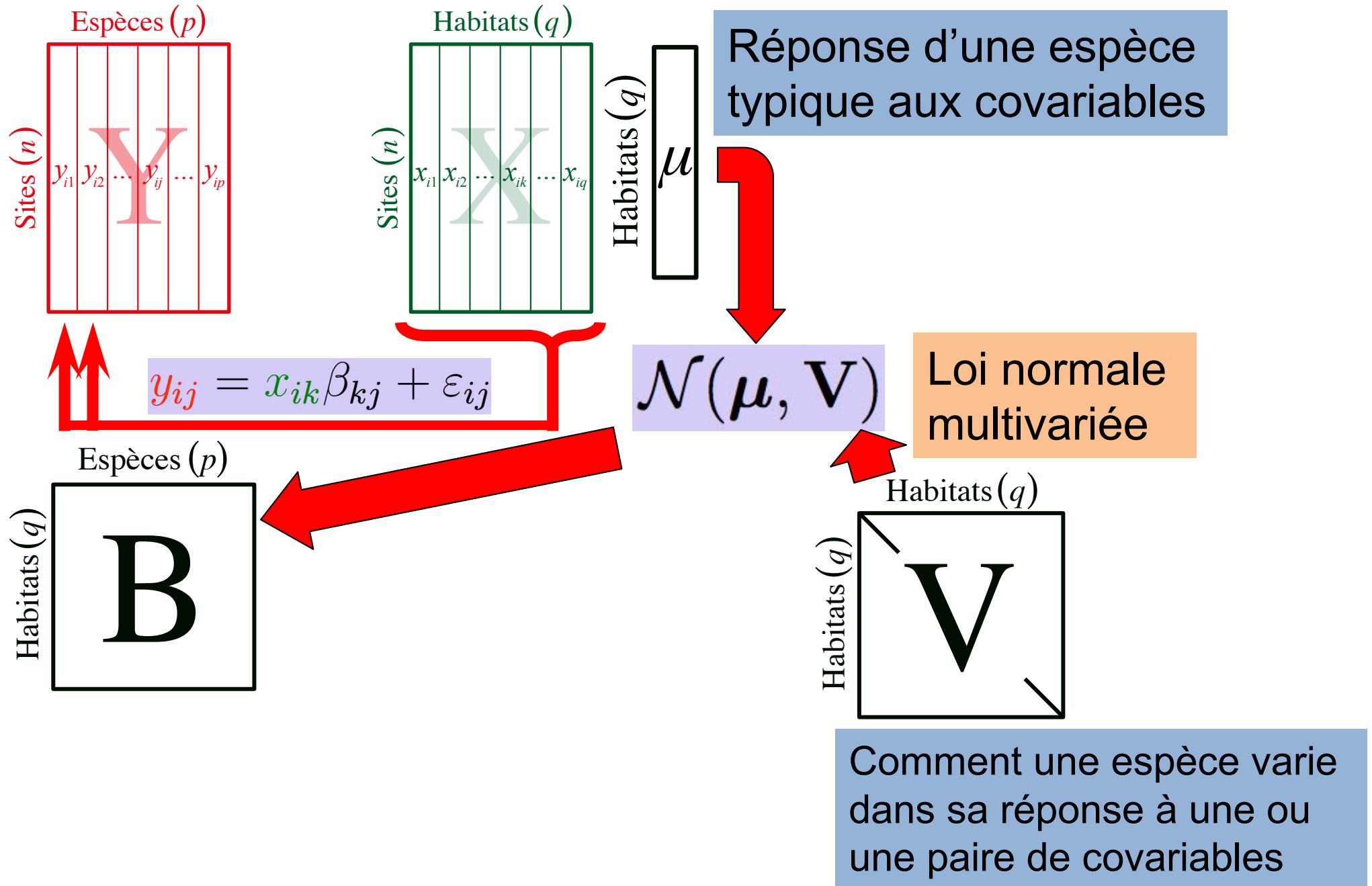
Développement méthodologique



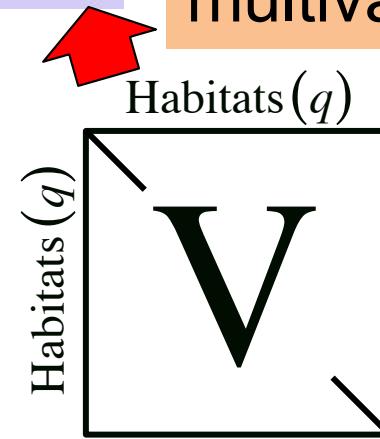
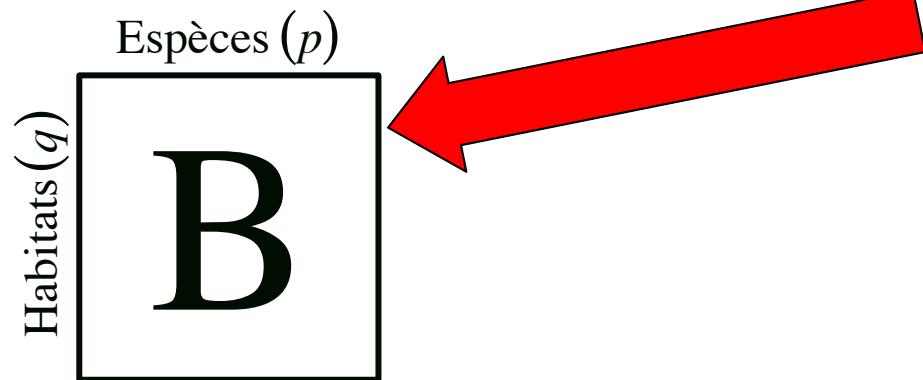
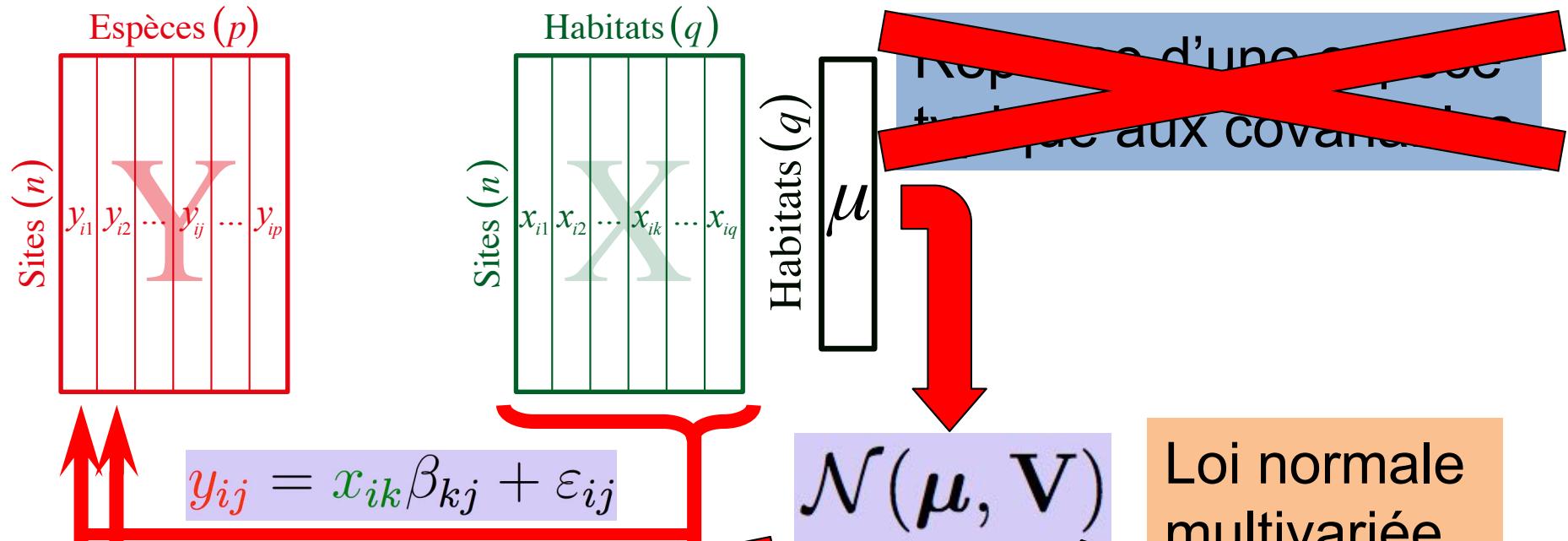
Développement méthodologique



Développement méthodologique



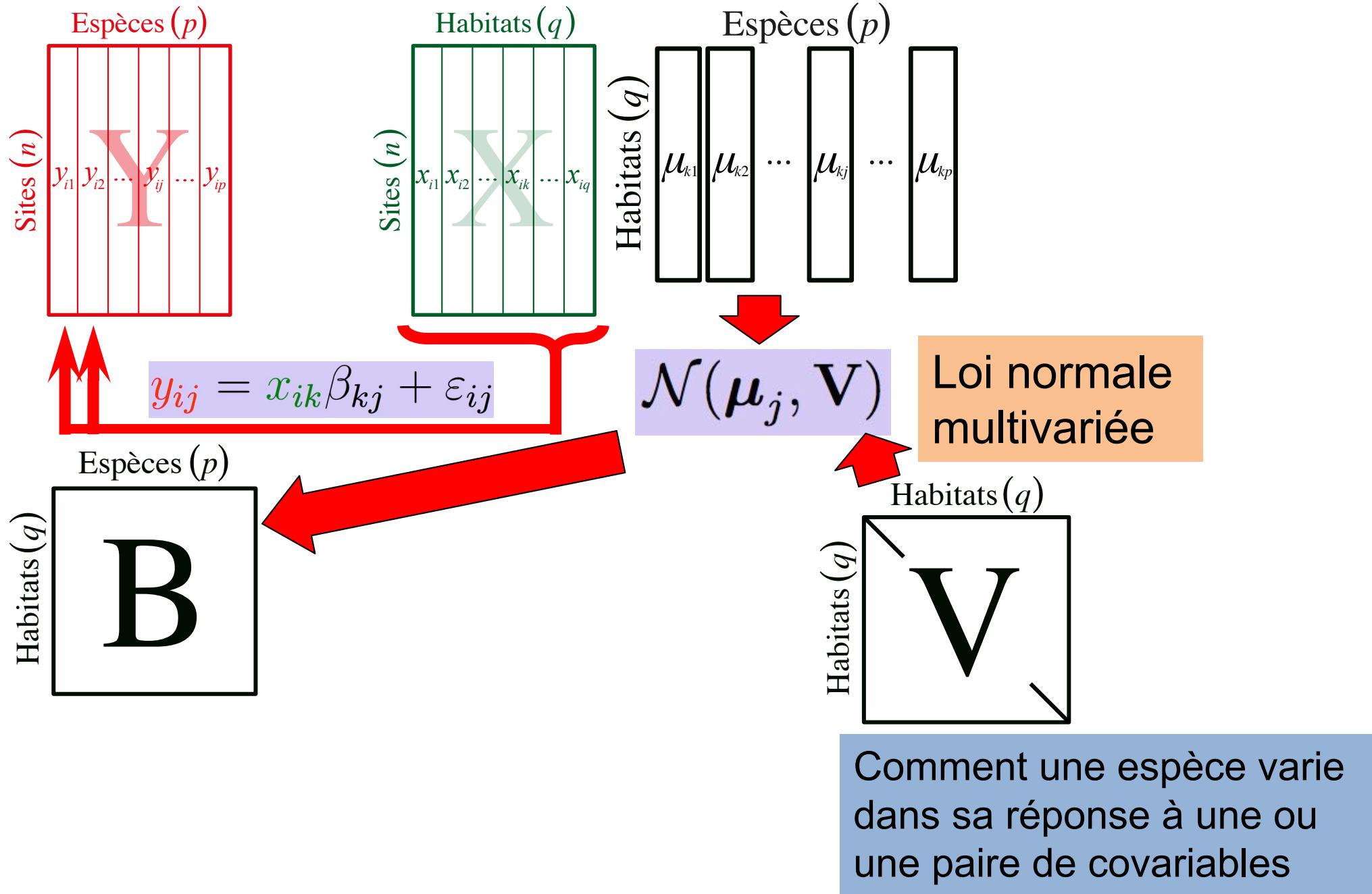
Développement méthodologique



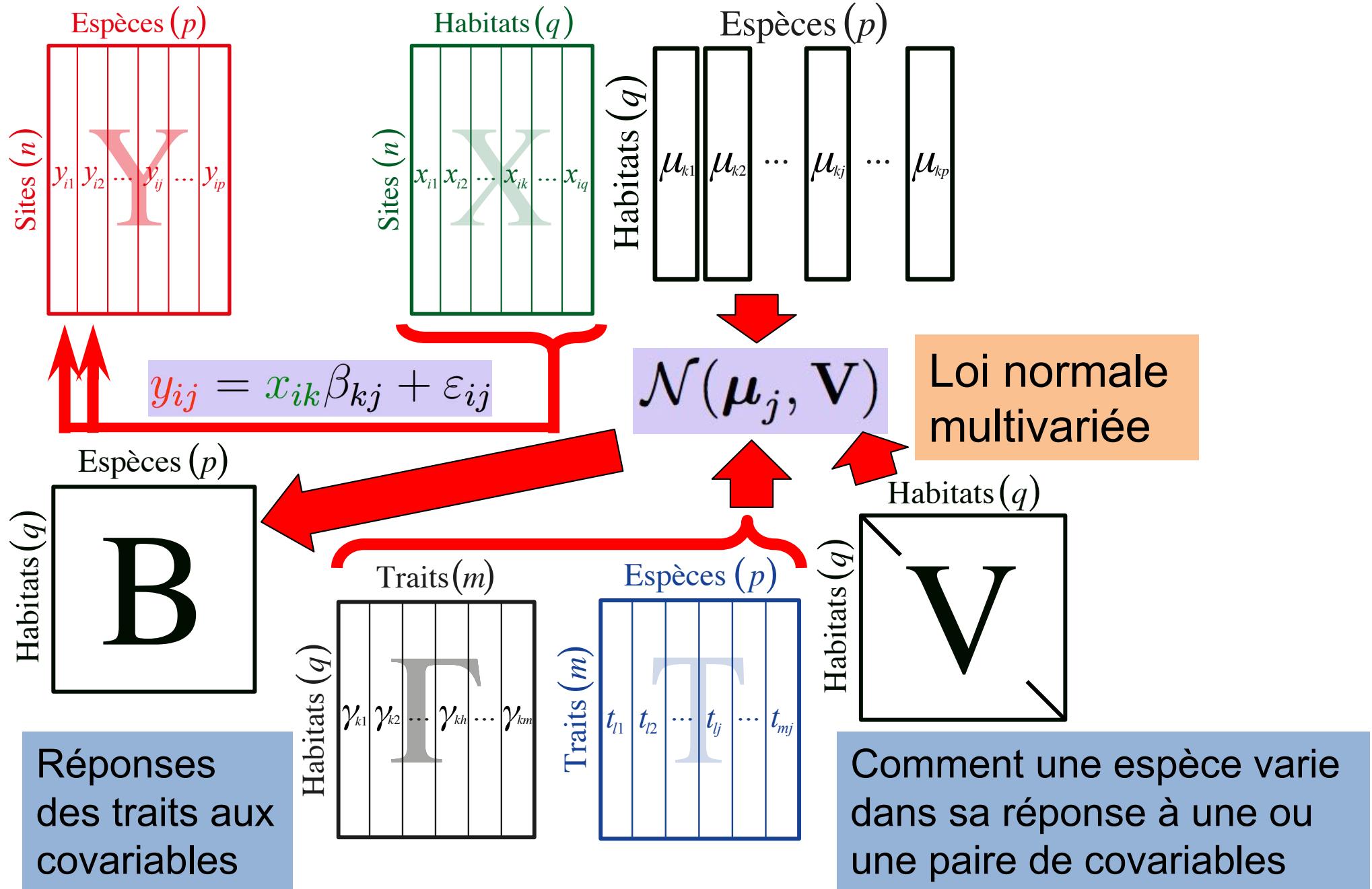
Loi normale multivariée

Comment une espèce varie dans sa réponse à une ou une paire de covariables

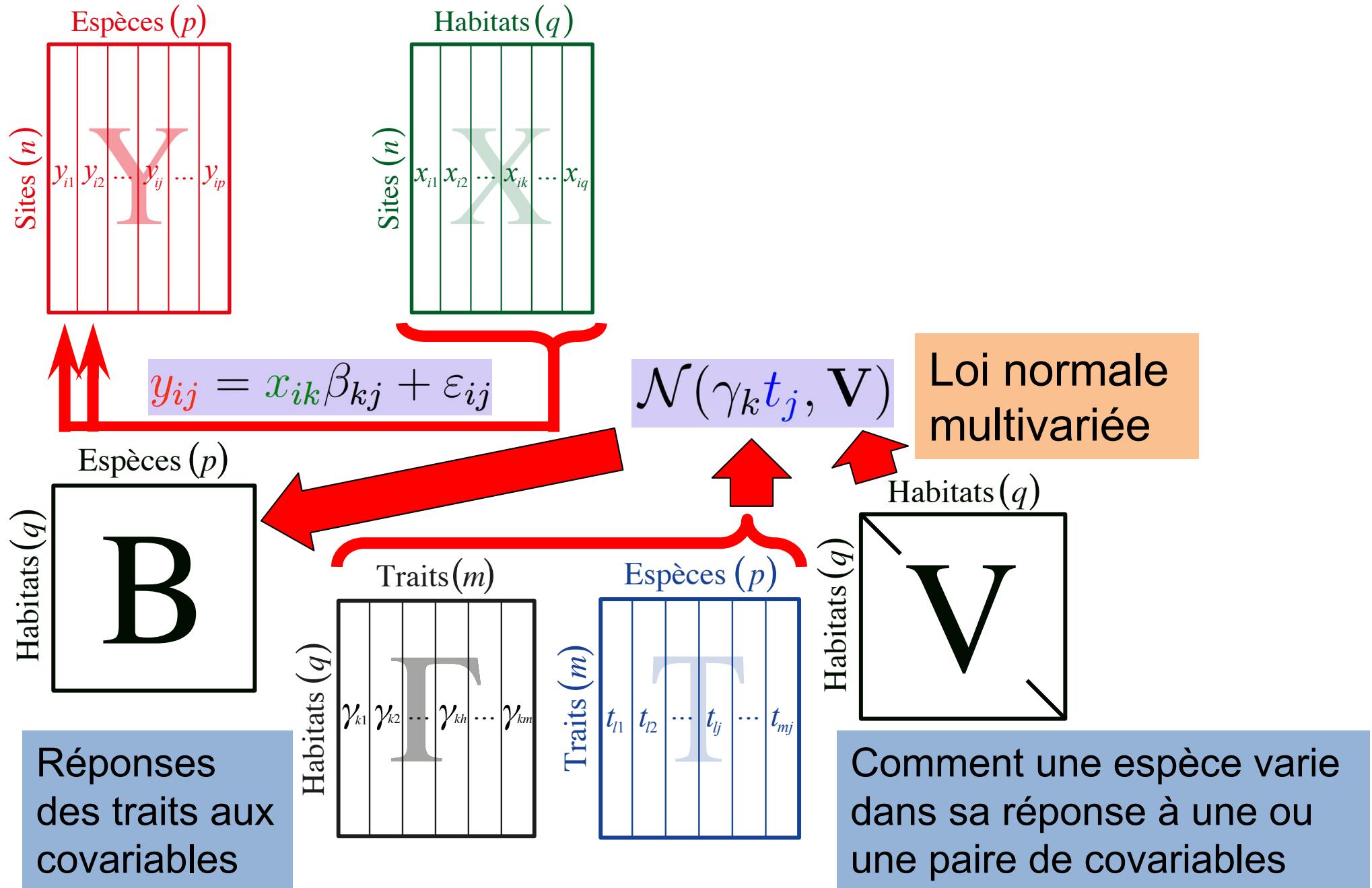
Développement méthodologique



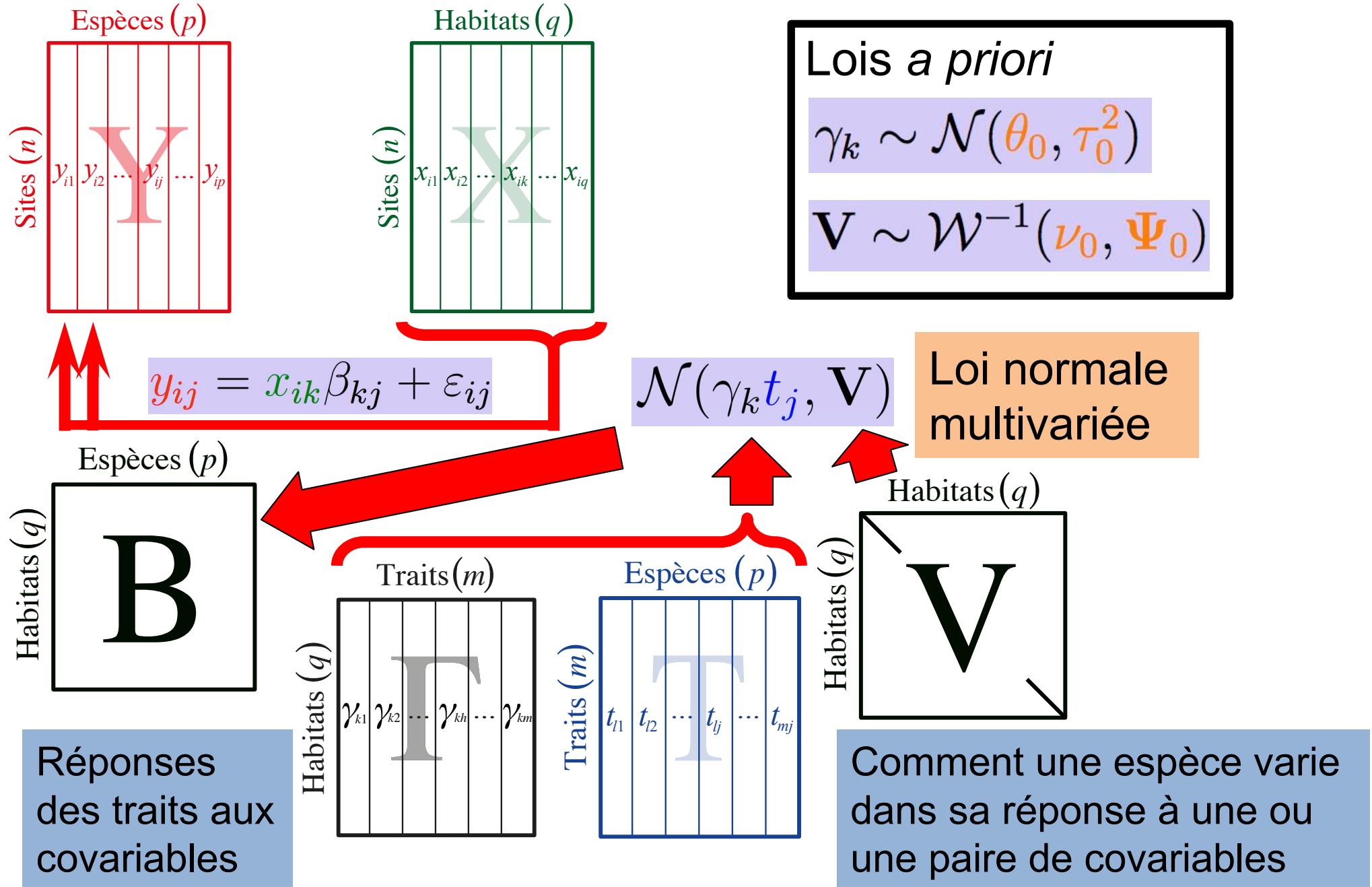
Développement méthodologique



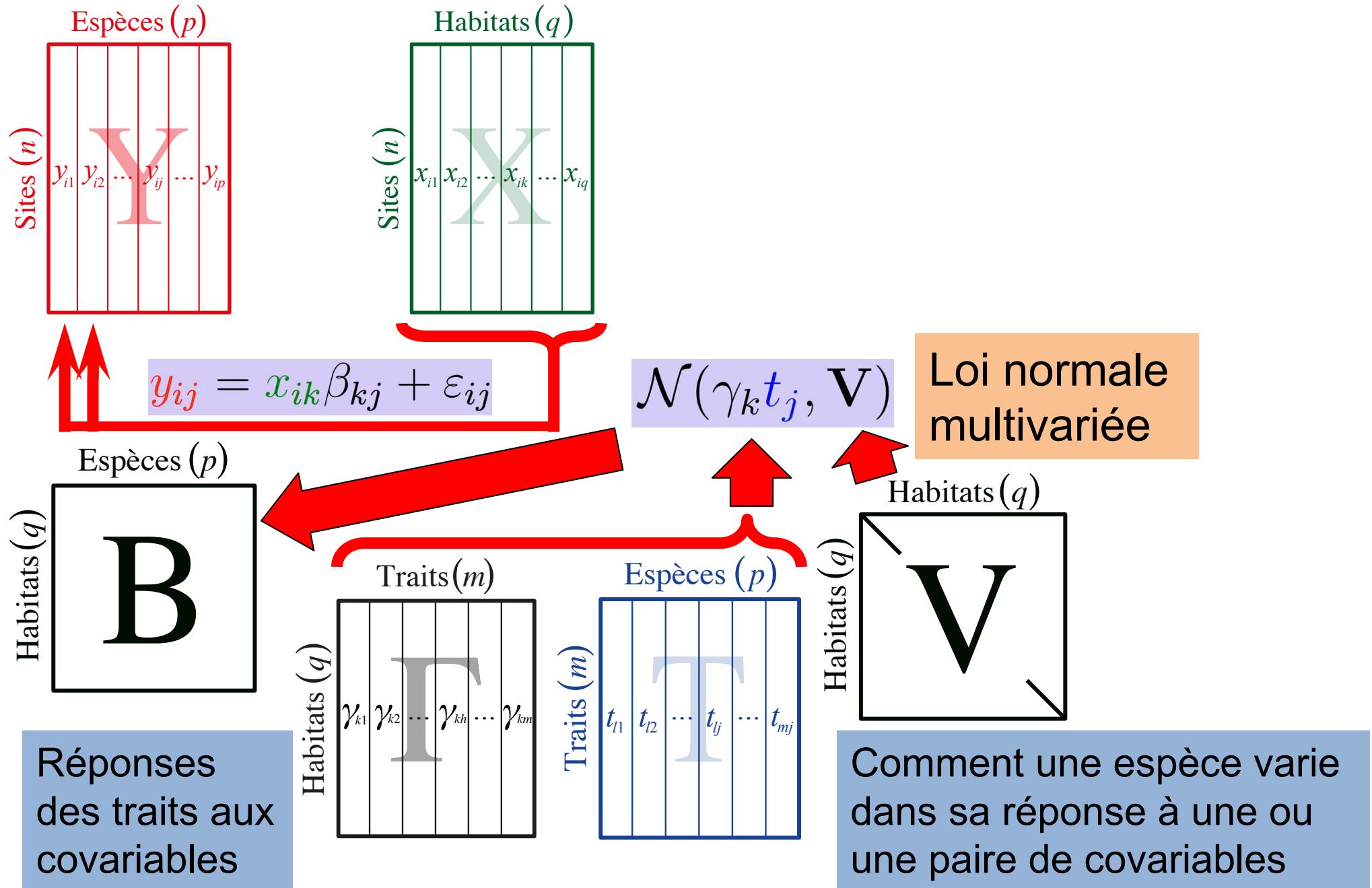
Développement méthodologique



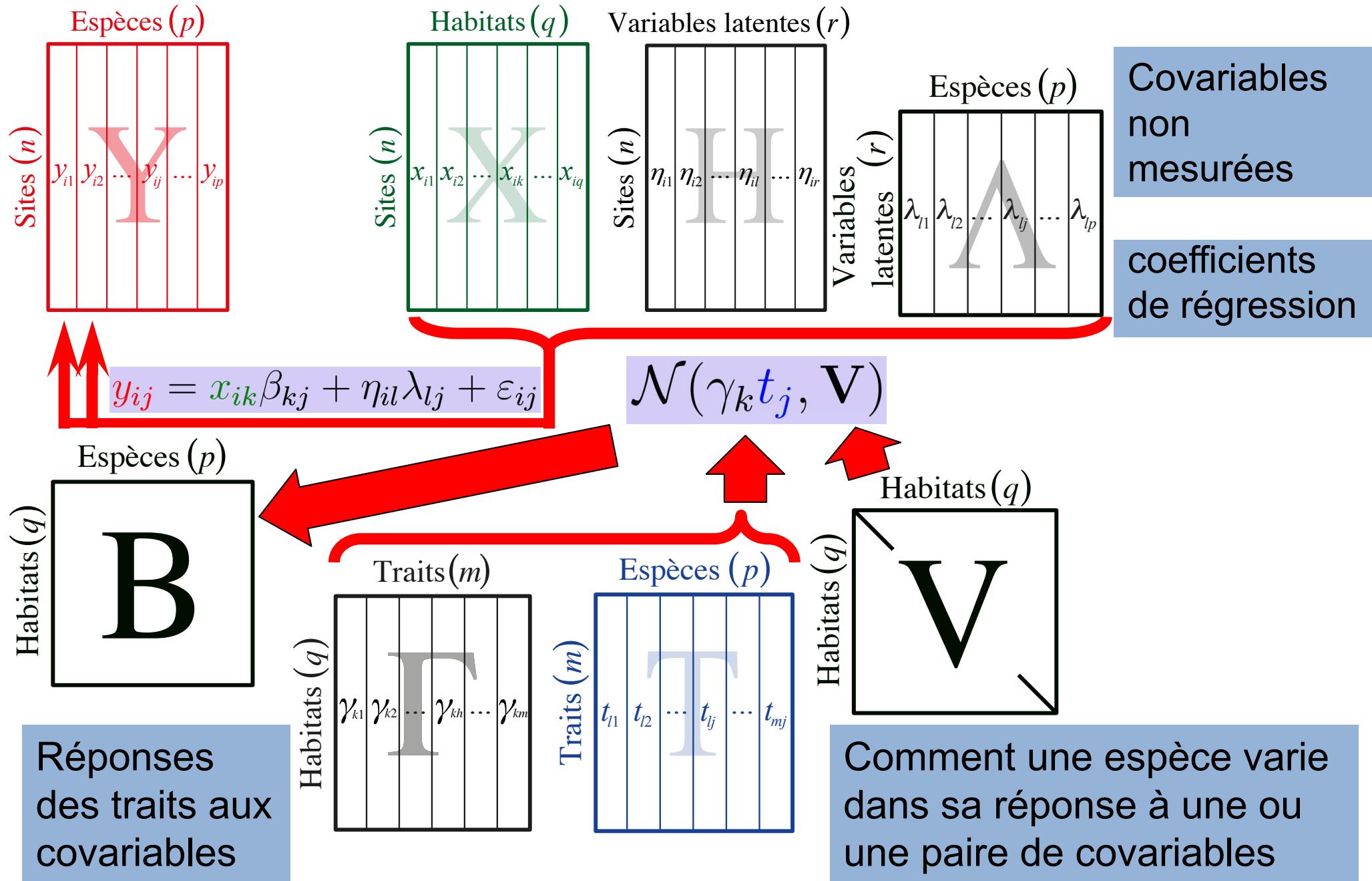
Développement méthodologique



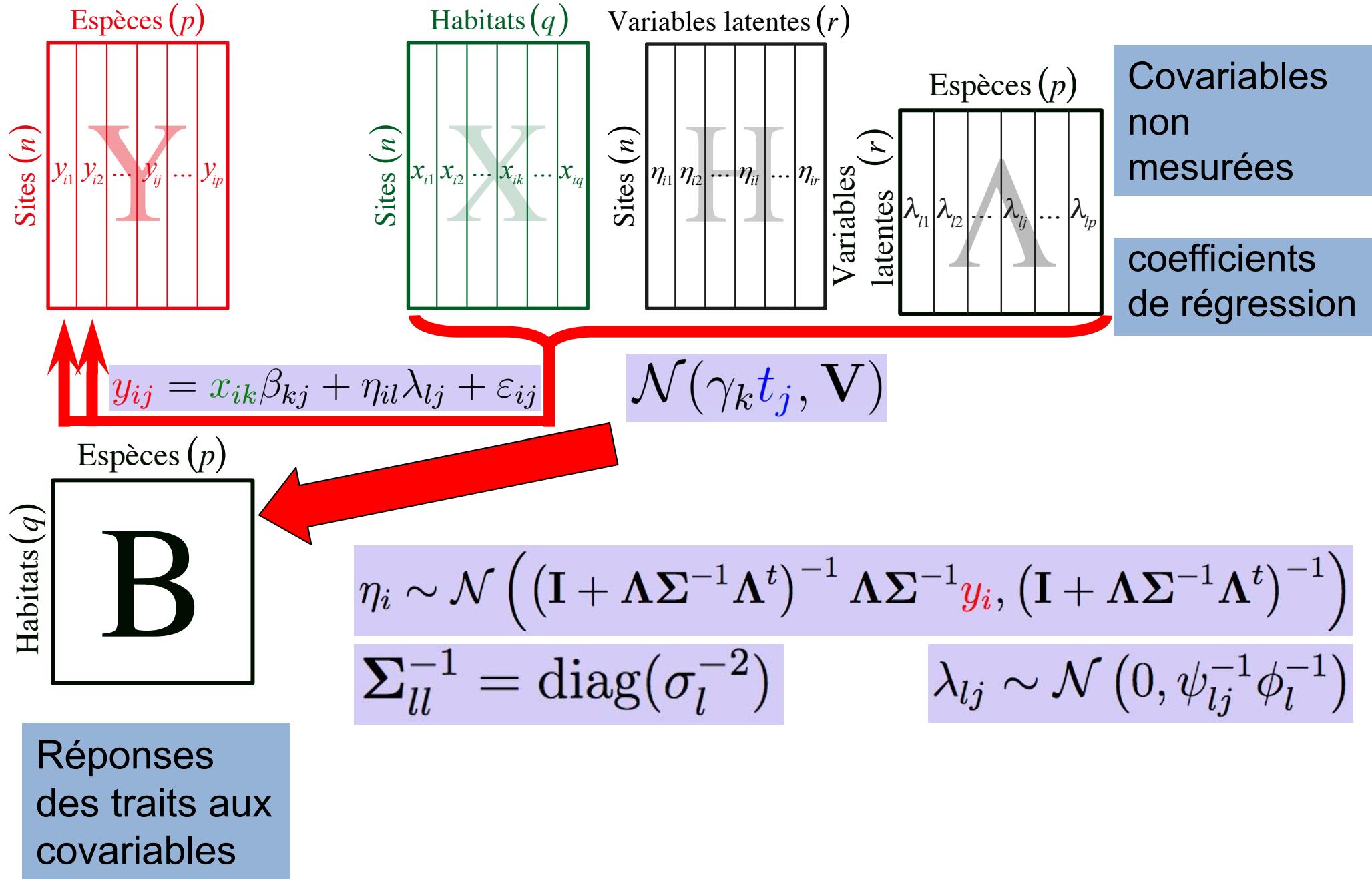
Développement méthodologique



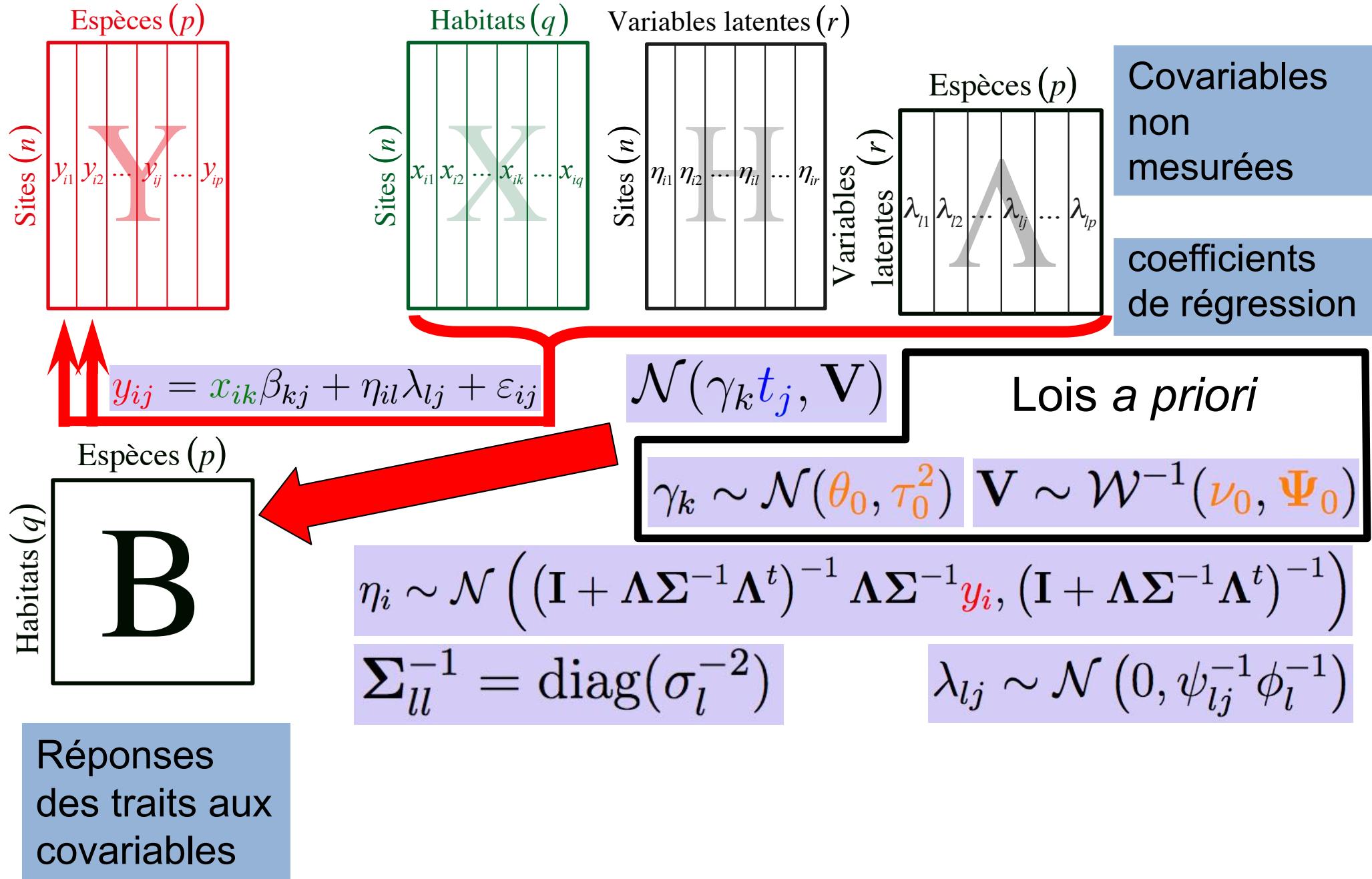
Développement méthodologique



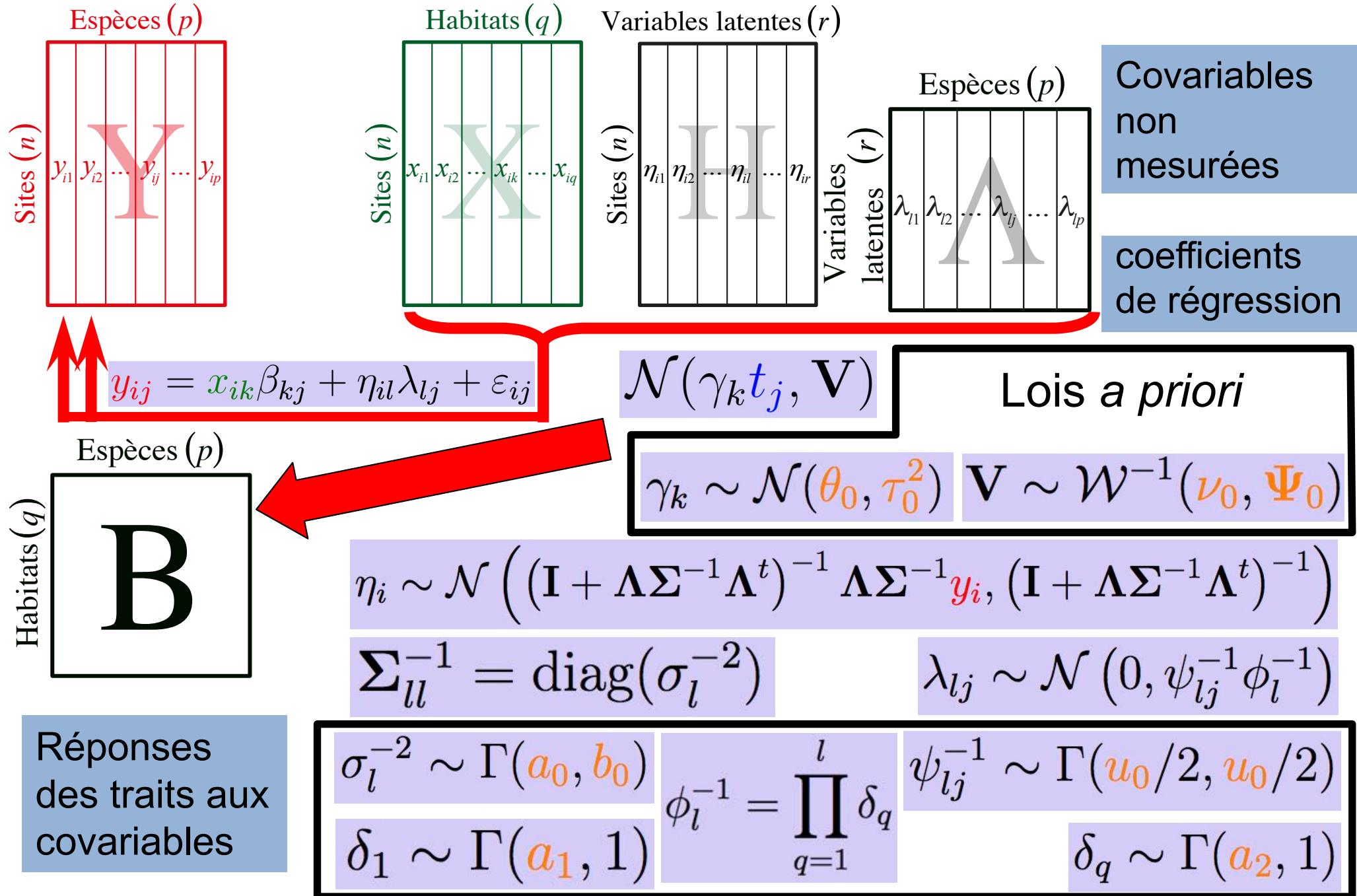
Développement méthodologique



Développement méthodologique

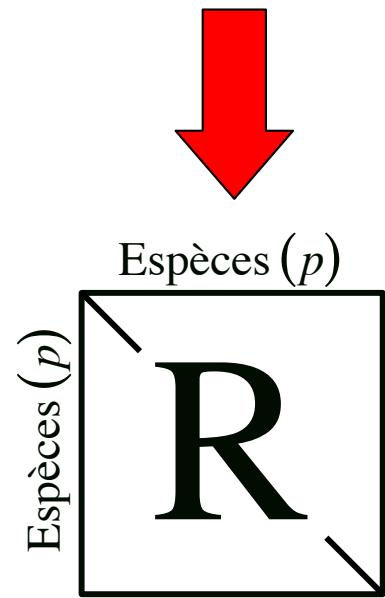


Développement méthodologique

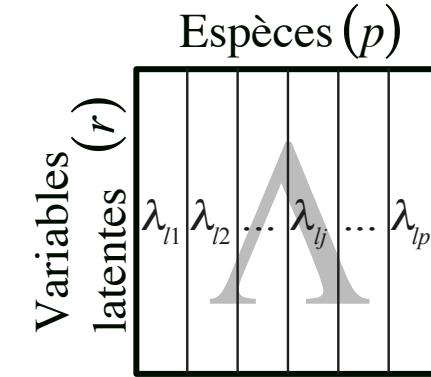


Développement méthodologique

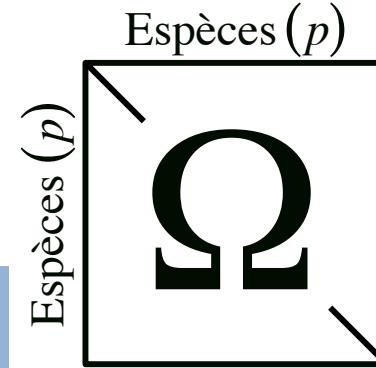
Estimation des corrélations entre chaque paire d'espèces



Transformer Ω en une matrice de corrélation



$$\Omega = \Lambda^t \Lambda$$



Construction d'une matrice de covariance à partir de Λ

Illustration écologique

Poissons de récifs coralliens à Tiahura en Polynésie française

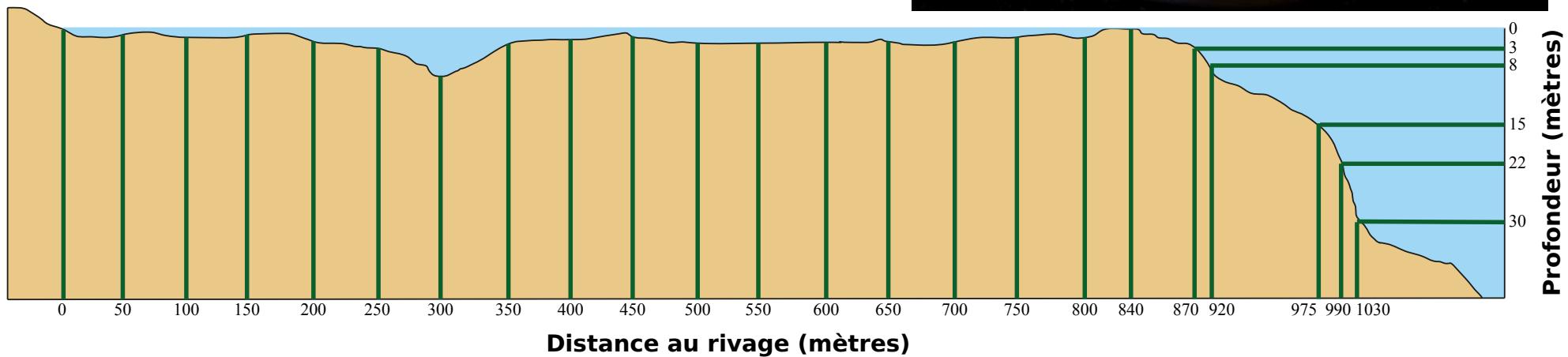
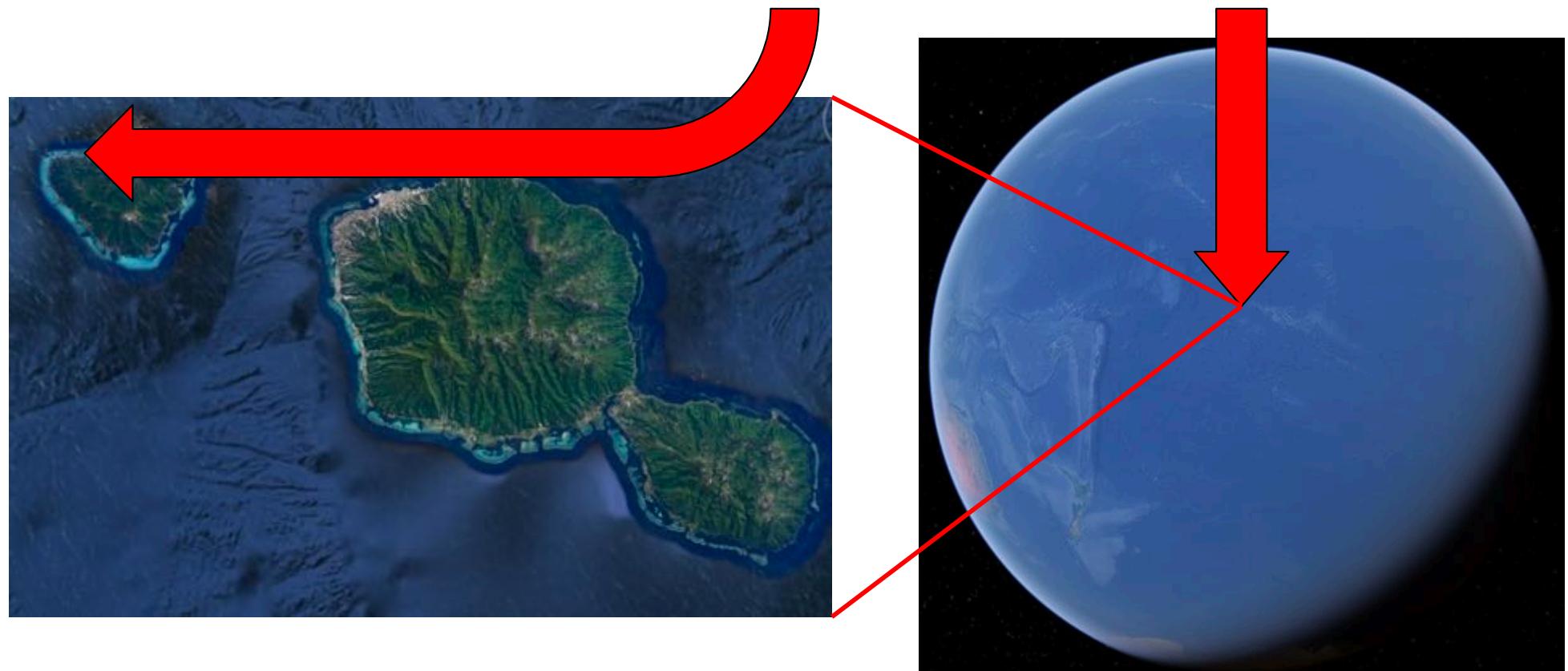


Illustration écologique

Poissons de récifs coralliens à Tiahura en Polynésie française

22 sites d'échantillonnage

280 espèces de poissons (présence-absence)

Profondeur

Distance au rivage

Substrat 2 premiers axes d'une ACP

Axe 1

Axe 2

Composante abiotique

Composante biotique

Taille moyenne des adultes

Type d'oeufs

Pélagique
Benthique
Vivipare

Diurne
Nocturne
Indifférent

Rythme circadien

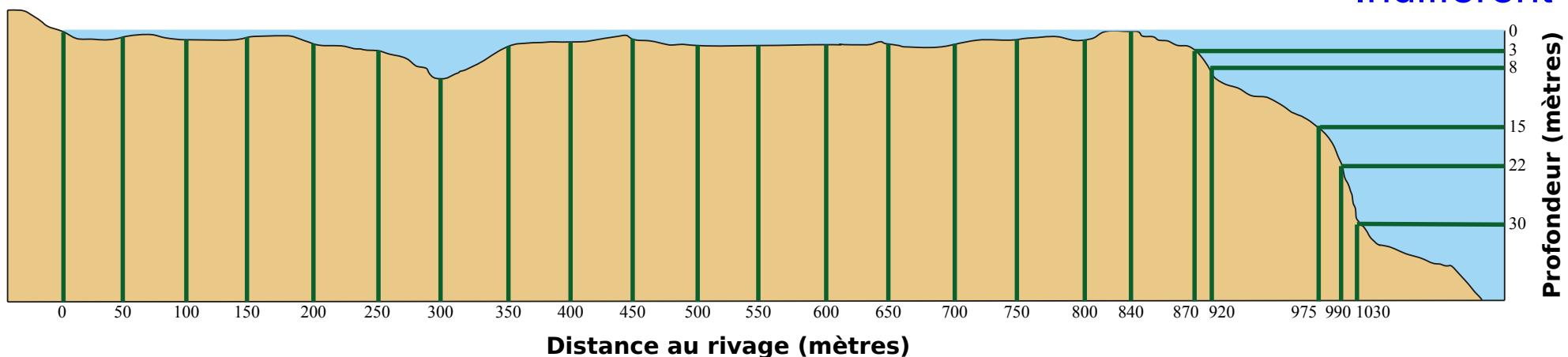


Illustration écologique

Quelles importances ont les variables d'habitat et les associations entre les espèces ?

280 espèces de poissons (présence-absence)

Profondeur

Distance au rivage

Substrat

2 premiers axes d'une ACP

Axe 1

Axe 2

Composante abiotique

Composante biotique

Sites en effet aléatoire

Illustration écologique

Quelles importances ont les variables d'habitat et les associations entre les espèces ?

280 espèces de poissons (présence-absence)

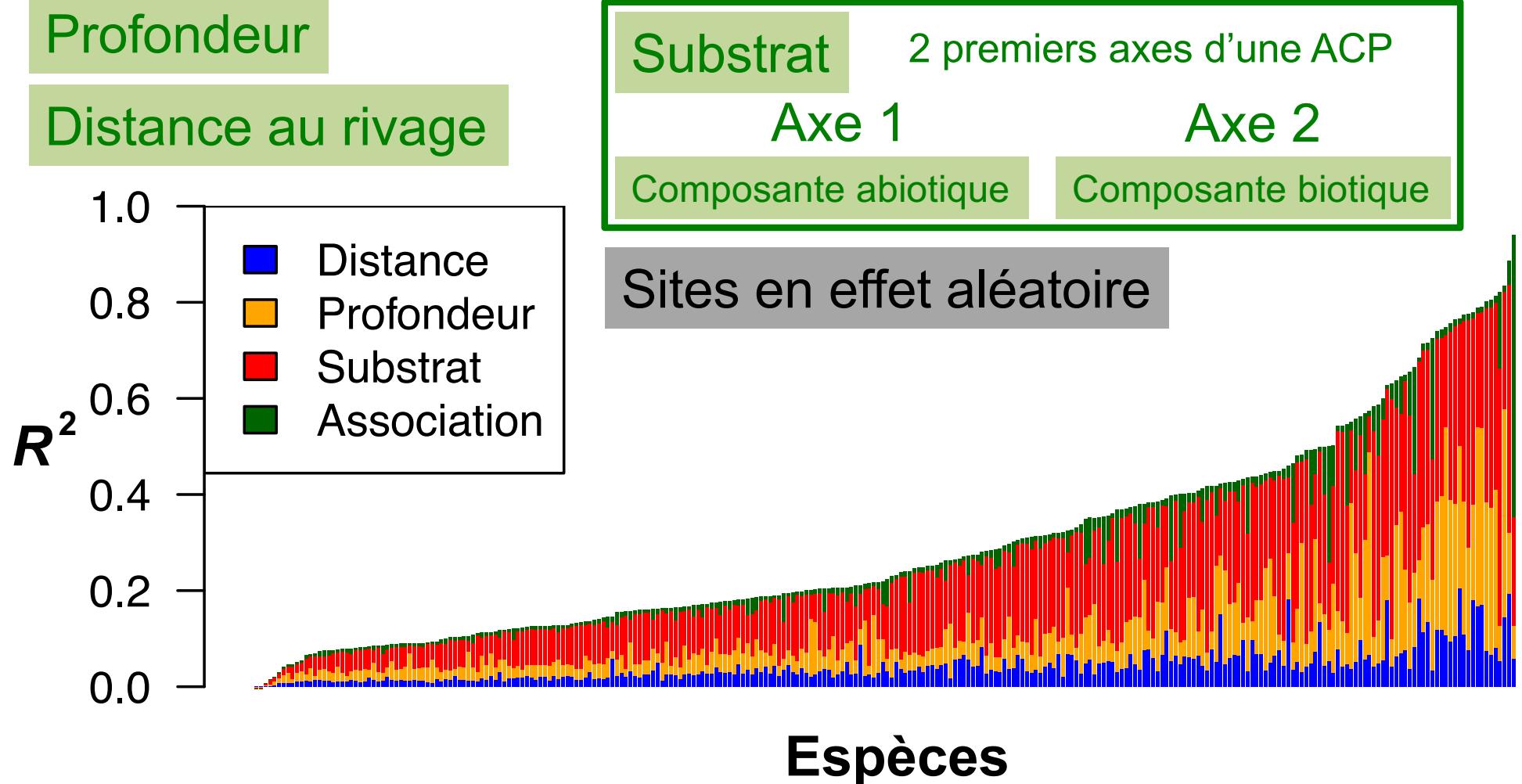


Illustration écologique

Est-ce que les espèces de poissons coocurrent si on contrôle pour l'environnement ?

280 espèces de poissons (présence-absence)

Profondeur

Distance au rivage

Substrat

2 premiers axes d'une ACP

Axe 1

Axe 2

Composante abiotique

Composante biotique

Sites en effet aléatoire

Illustration écologique

Est-ce que les espèces de poissons cooccurrent si on contrôle pour l'environnement ?

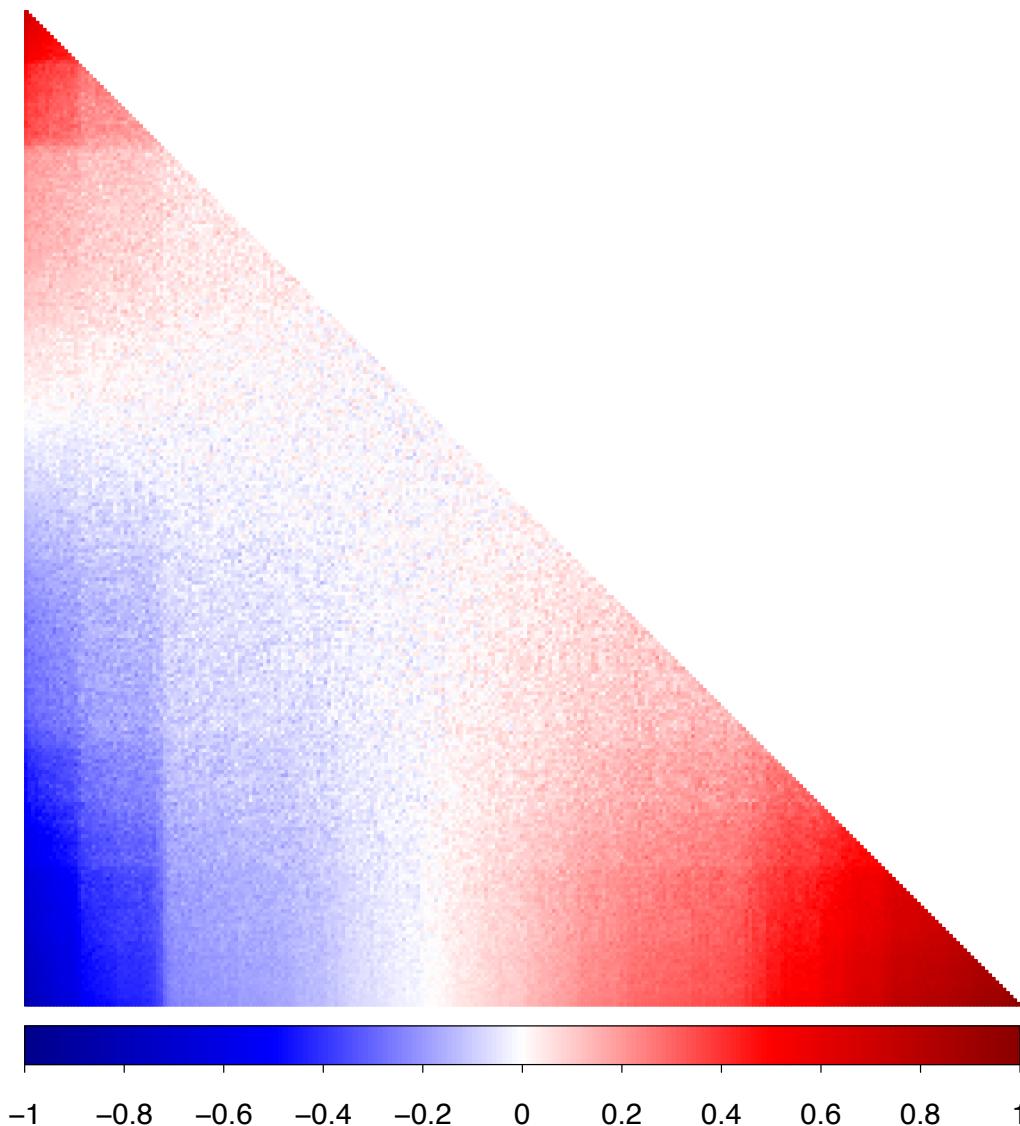


Illustration écologique

Est-ce que les espèces de poissons cooccurrent si on contrôle pour l'environnement ?

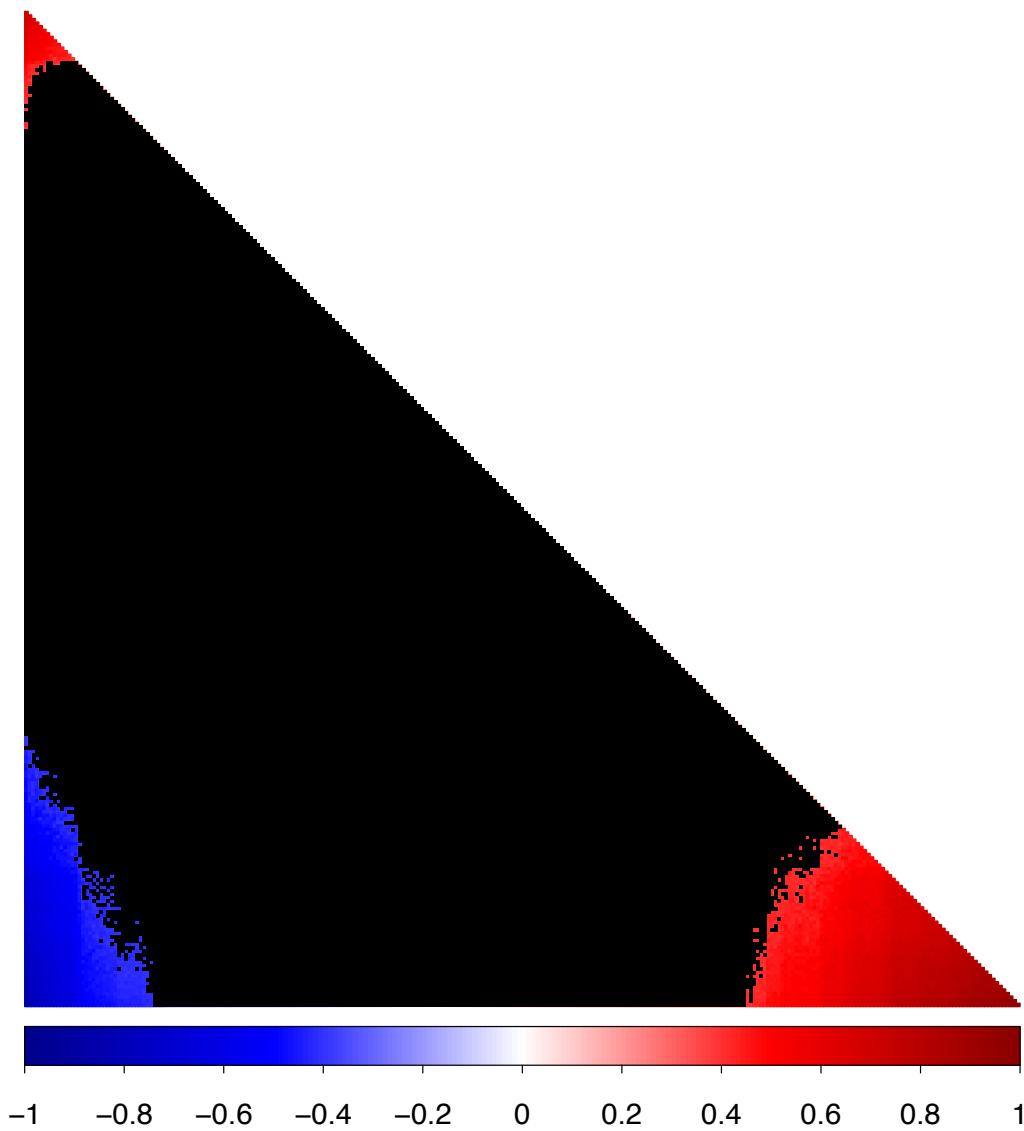
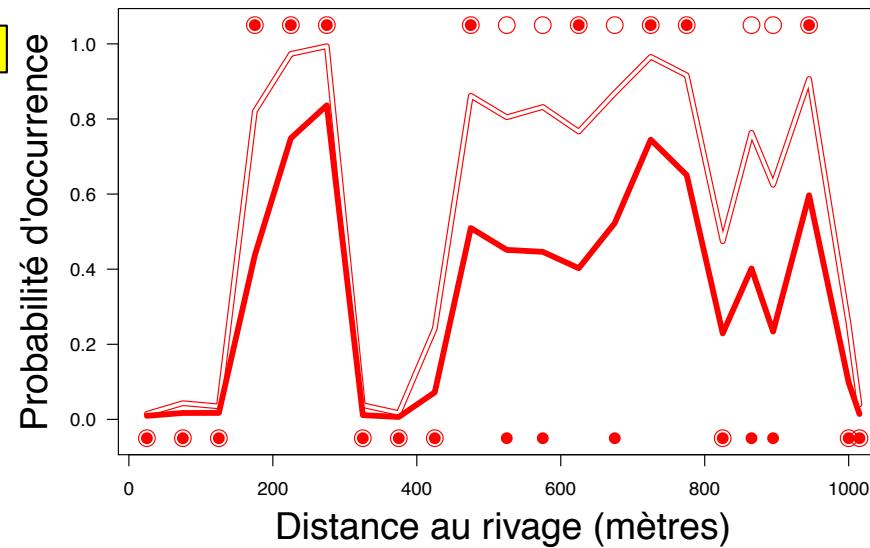
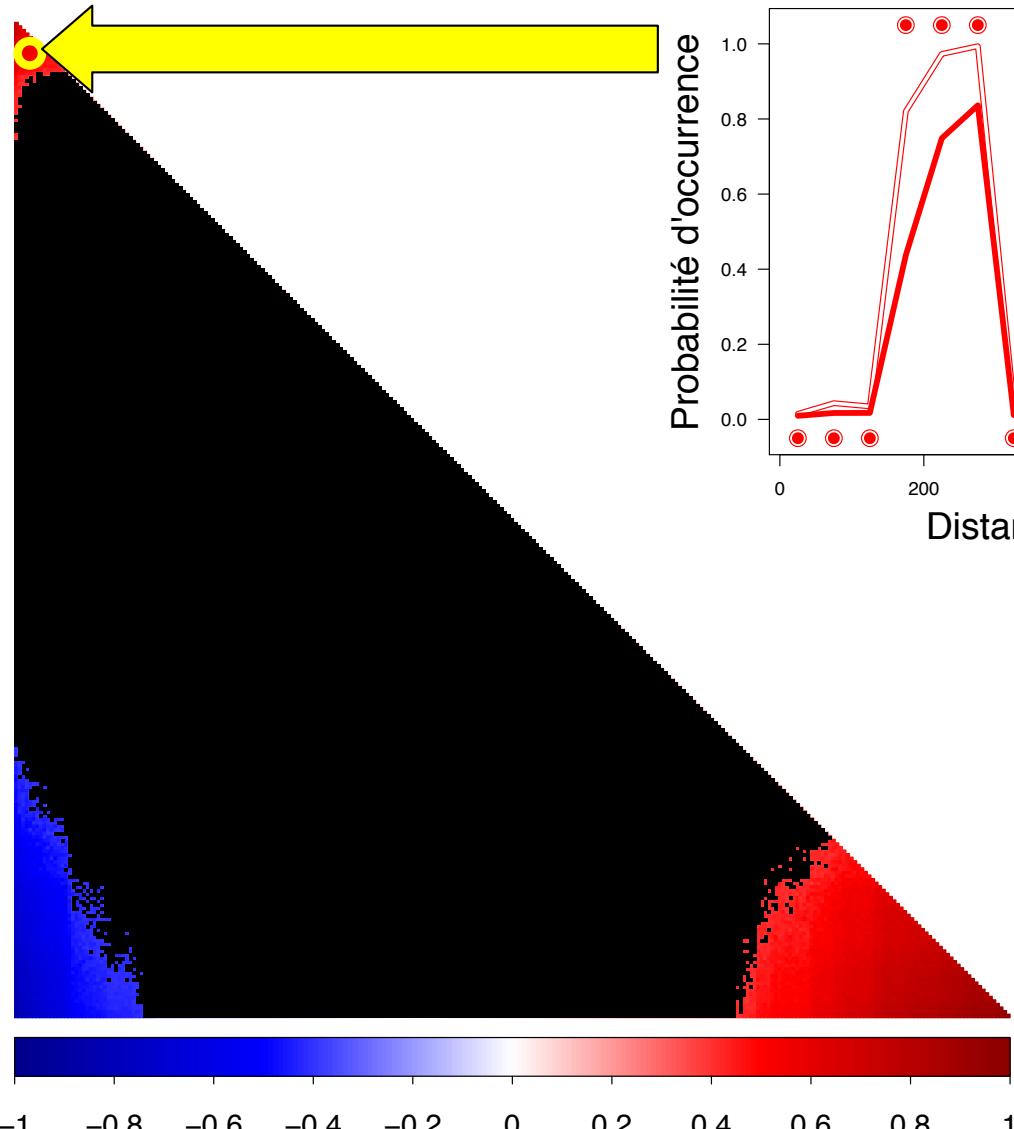


Illustration écologique

Est-ce que les espèces de poissons coocurrent si on contrôle pour l'environnement ?



Poisson coffre pintade



Chirurgien brun



Illustration écologique

Est-ce que les espèces de poissons coocurrent si on contrôle pour l'environnement ?

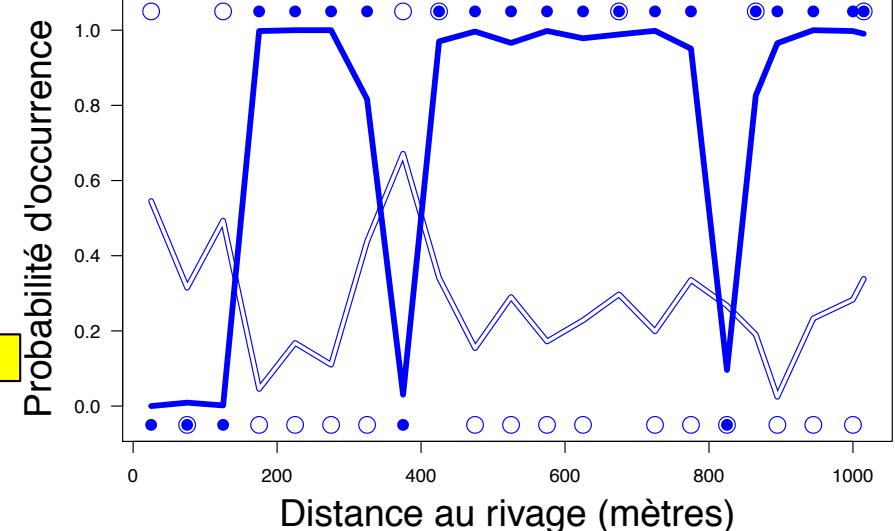
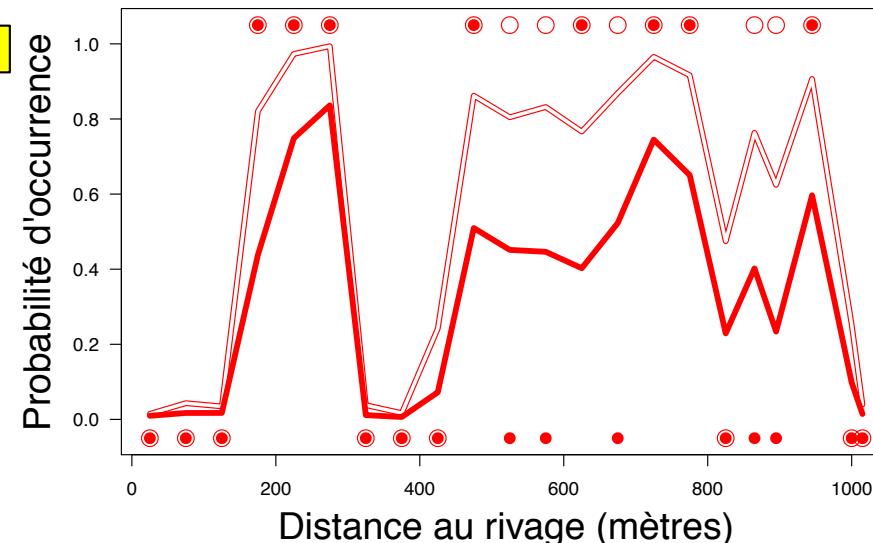
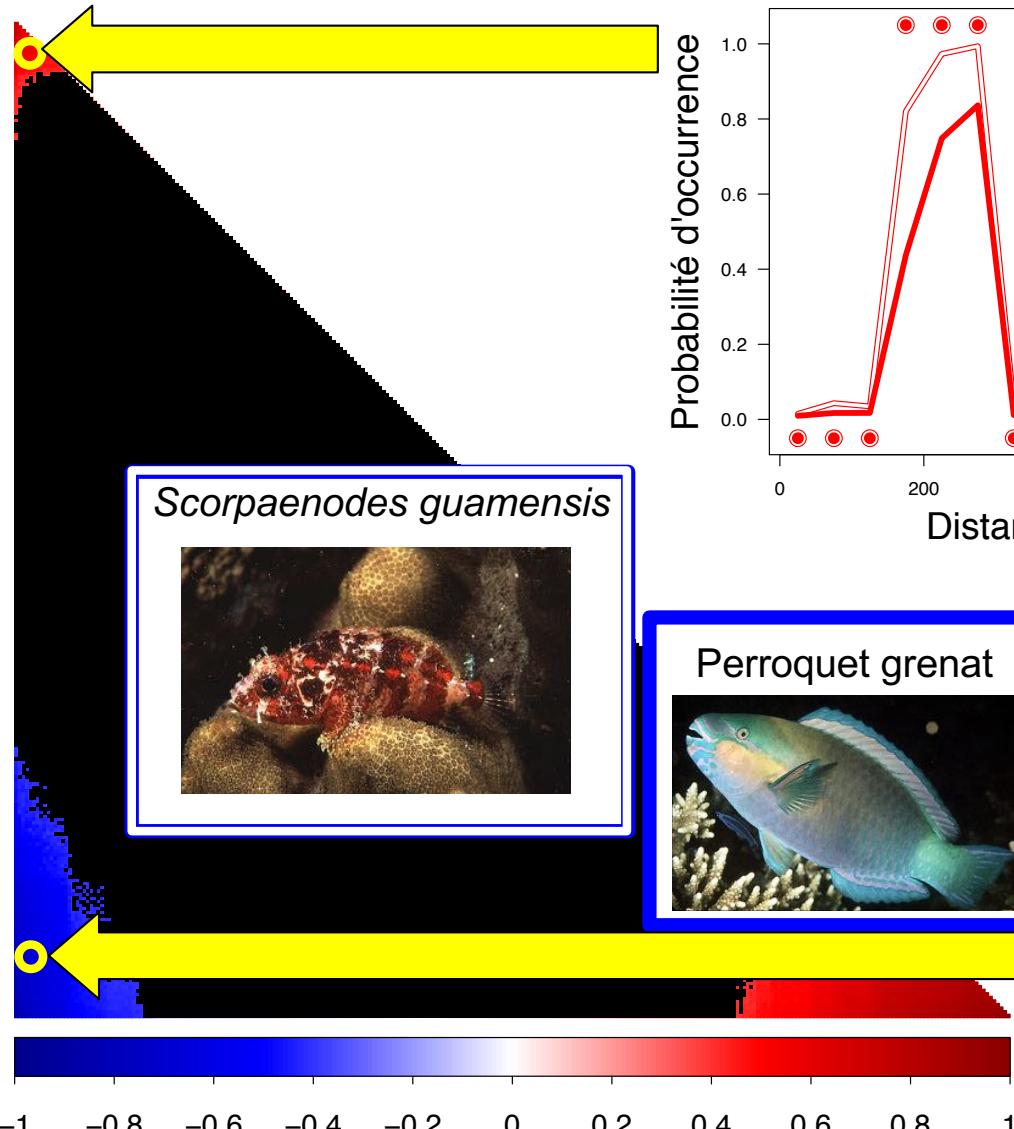


Illustration écologique

À quelle(s) variables d'habitat les différents traits sont-ils reliée ?

280 espèces de poissons (présence-absence)

Profondeur

Distance au rivage

Substrat 2 premiers axes d'une ACP

Axe 1

Axe 2

Composante abiotique

Composante biotique

Taille moyenne des adultes

Type d'oeufs

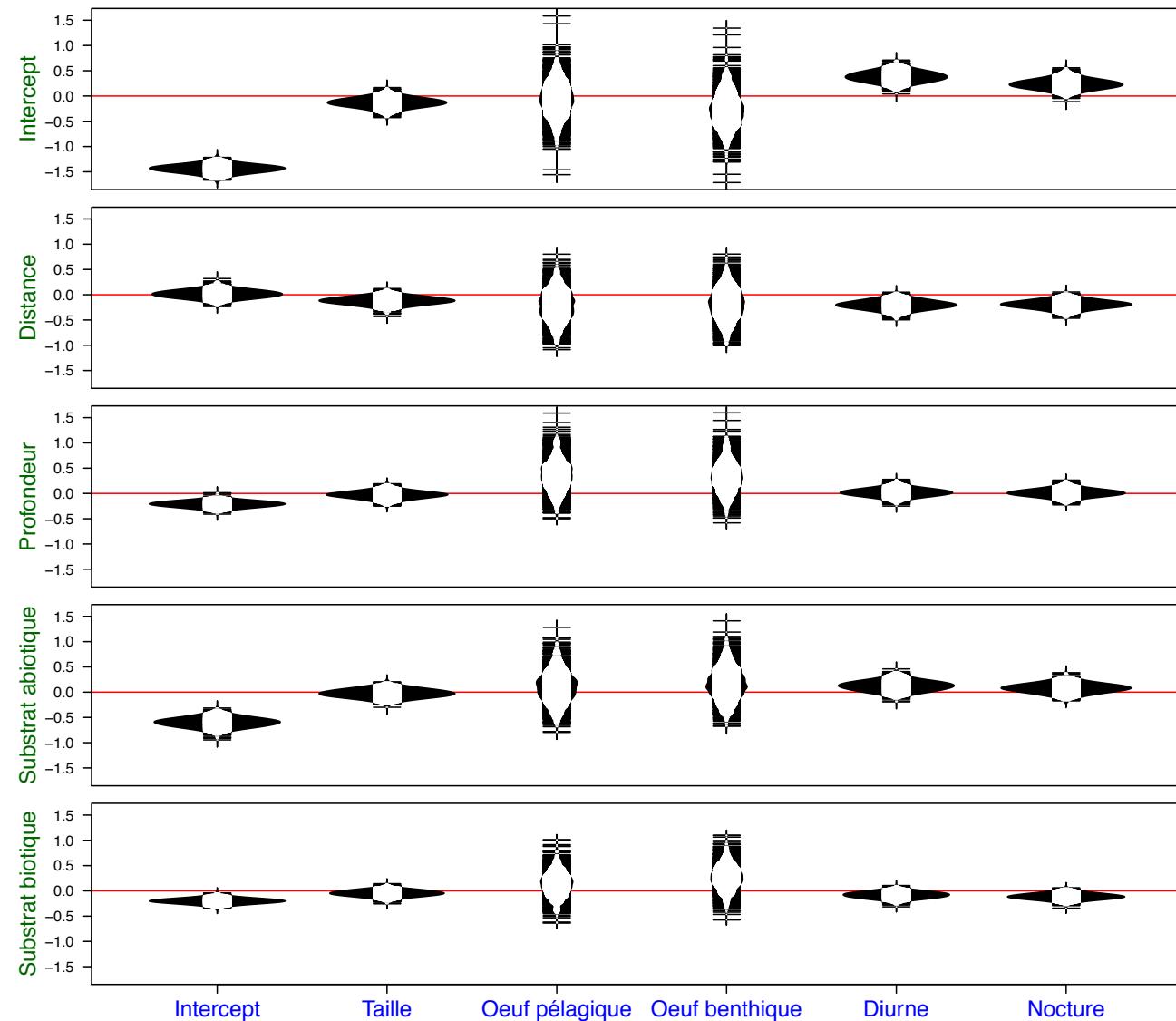
Pélagique
Benthique
Vivipare

Rythme circadien

Diurne
Nocturne
Indifférent

Illustration écologique

À quelle(s) variables d'habitat les différents traits sont-ils reliée ?



Conclusion

Ces nouvelles approches de modélisations des communautés
sont **flexibles**
permettent de faire des **prédictions**
ont de solides bases en statistique

Conclusion

Ces nouvelles approches de modélisations des communautés
sont **flexibles**
permettent de faire des **prédictions**
ont de solides bases en statistique

Par contre

Elles sont en développement rapide et plus ou moins structuré
Elles ont peu de liens avec les théories écologiques

Conclusion

Ces nouvelles approches de modélisations des communautés
sont **flexibles**
permettent de faire des **prédictions**
ont de solides bases en statistique

Par contre

Elles sont en développement rapide et plus ou moins structuré
Elles ont peu de liens avec les théories écologiques

Le cadre analytique présenté est implémenter
dans le package  **HMSC** disponible sur 
<https://github.com/guiblanchet/HMSC>

Merci!