

Compter les ragondins

- Les ragondins sont une espèce exotique envahissante régulée par des campagnes de piégeage.
- On souhaite estimer le nombre de ragondins pour informer la gestion et décider des stratégies de régulation.
- Or on ne piège pas tous les individus, la probabilité de capture est partielle (inférieure à 1).
- Dans ce contexte, comment estimer la taille de la population et comprendre l'efficacité de ces prélèvements?

Modèles

Modèle statistique

- L'objectif : estimer le nombre de ragondins.
- La difficulté : on prélève seulement une partie des animaux, l'autre partie n'est pas capturée.
- Le principe :
 - Compiler le nombre de ragondins piégés par commune et mois/années.
 - Estimer les probabilités de capture.
 - Corriger les prélèvements observés.

Les hypothèses du modèle

1. Population fermée

Pas de naissances/morts ou émigration/immigration pendant la période de piégeage

2. Les sites de piégeage sont indépendants

Les prélèvements sur un site n'affectent pas ceux faits sur un autre site

3. Réplication temporelle

On répète le piégeage dans le temps, ce qui permet d'estimer la probabilité de capture

Si ces conditions ne sont pas remplies, l'estimation du nombre de ragondins est biaisée.

La distribution binomiale

- Pensez à une pièce de monnaie.
- J'ai 1 chance sur 2 de tomber sur pile, et 1 chance sur 2 de tomber sur face.
- Si je lance cette pièce 100 fois, je m'attends en moyenne à obtenir 50 piles, et 50 faces.
- Dans cette expérience, le nombre de piles dénoté y suit une distribution **binomiale** de paramètres le nombre de lancés (100) et de probabilité $1/2$.

La distribution multinomiale

- Maintenant pensez à un dé à 6 faces.
- Le dé a 1 chance sur 6 de tomber sur la face 1, idem pour 2, etc.
- Si je lance 30 fois mon dé, je m'attends en moyenne à obtenir 5 fois la face 1, 5 fois la face 2, etc.
- Dans cette expérience, y_1 le nombre de 1, y_2 de 2, ..., y_6 de 6 suit une distribution **multinomiale** de paramètres le nombre de lancers (30) et de probabilités ($1/6, 1/6, \dots, 1/6$).

Le modèle multinomial pour le piégeage

- Pensez à une campagne de piégeage sur 3 mois.
- On compte le nombre de ragondins y_1 capturés au mois 1, y_2 au mois 2, y_3 au mois 3. On note y_4 le nombre de ragondins jamais capturés.
- Appelons p la probabilité de capture un mois donné.
- La probabilité de capturer un ragondin le premier mois est p .
- La probabilité de capturer un ragondin le deuxième mois est la probabilité de ne pas le capturer le premier mois $(1 - p)$, multiplié par la probabilité de le capturer le deuxième mois p .
- Etc.

Le modèle multinomial pour le piégeage

# individus capturés	notation	histoire	prob	en fonction de p
mois 1	y_1	1 – –	π_1	p
mois 2	y_2	0 1 –	π_2	$(1-p) p$
mois 3	y_3	0 0 1	π_3	$(1-p) (1-p) p$
jamais	y_4	0 0 0	π_4	$1 - (\pi_1 + \pi_2 + \pi_3)$

Modèle multinomial N-mixture

Observation model:

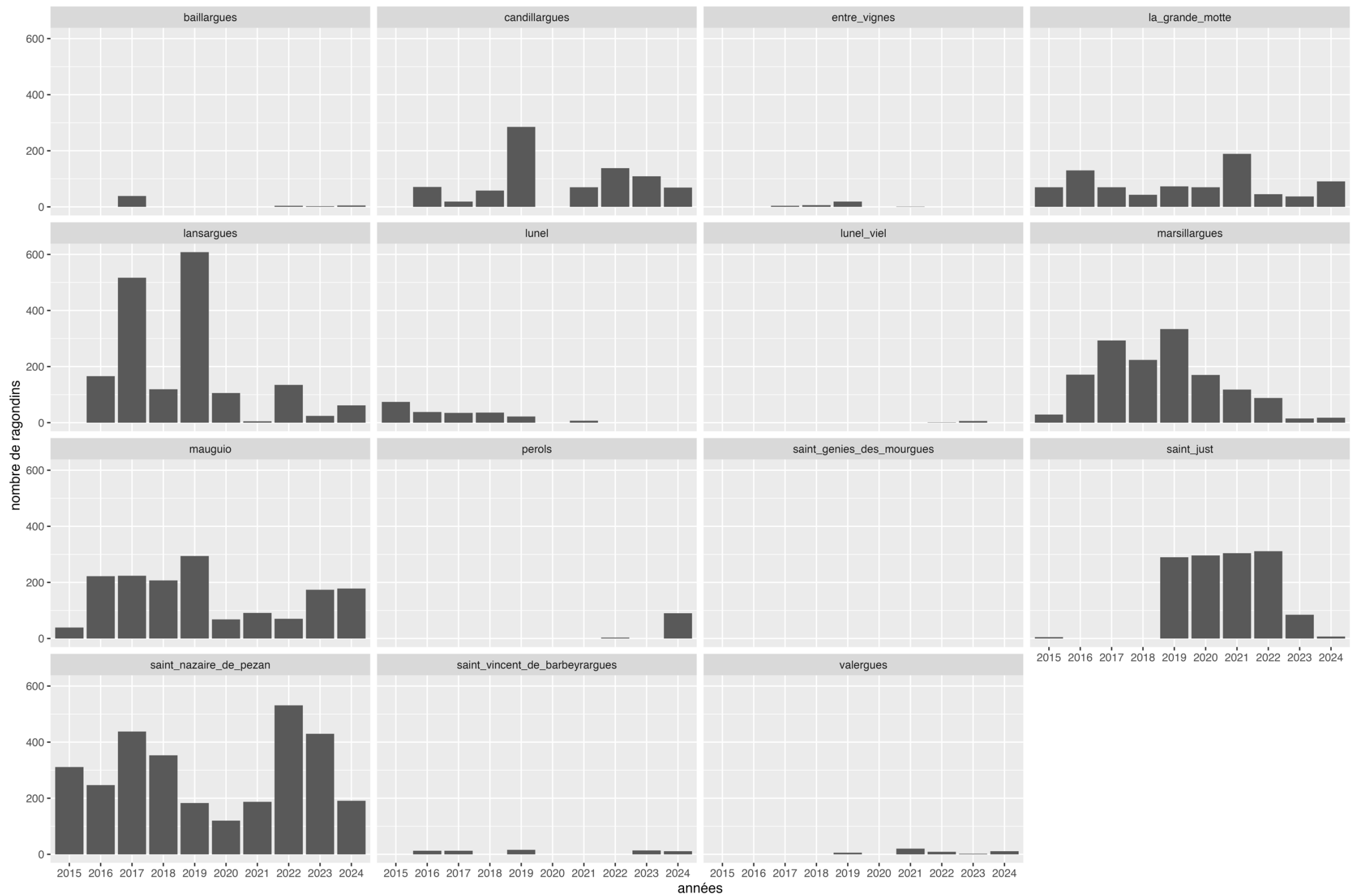
$$\mathbf{y}_i | N_i \sim \text{Multinomial}(N_i, \pi(p))$$

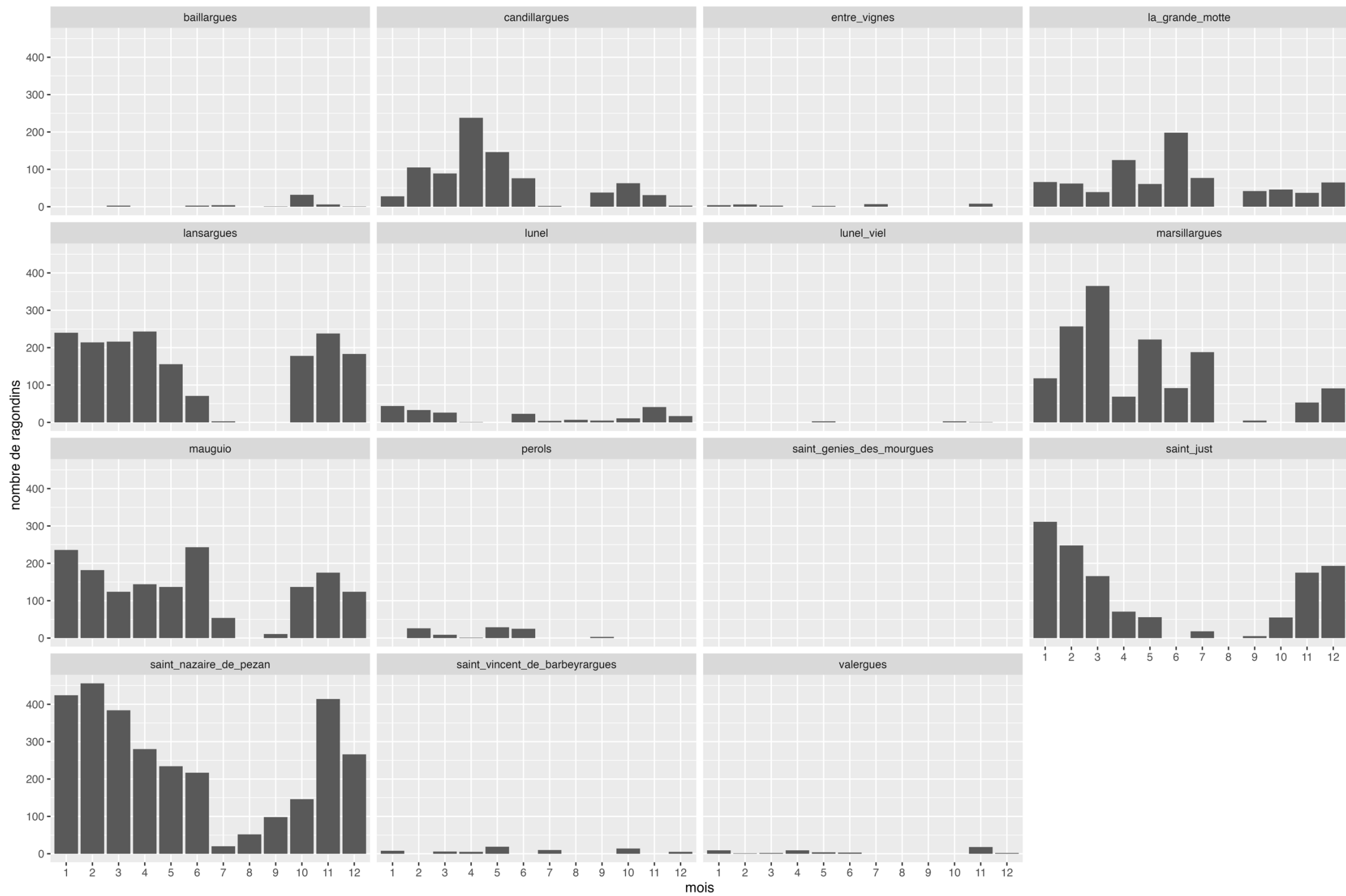
Process model:

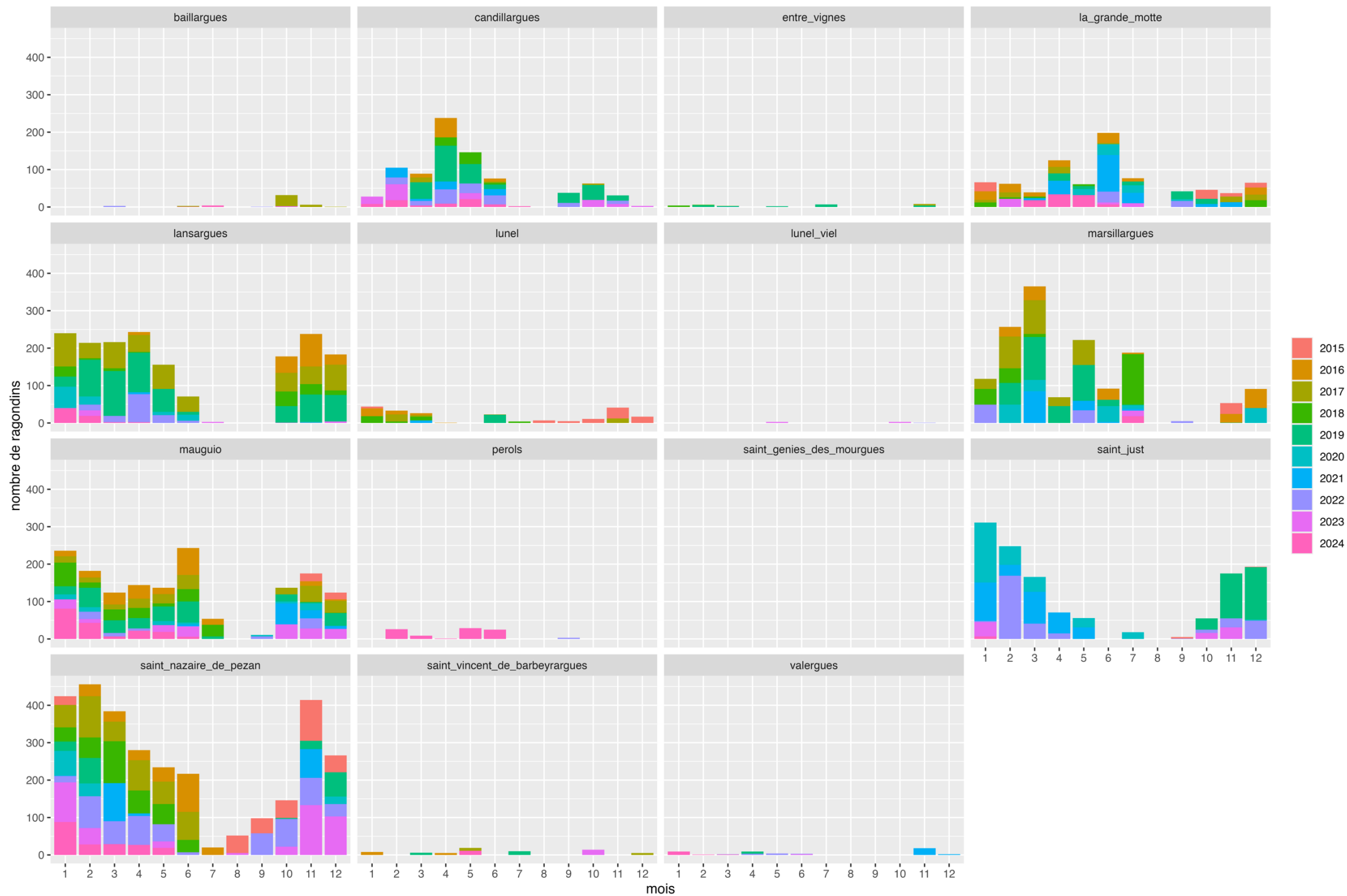
$$N_i \sim \text{Poisson}(\lambda)$$

- N_i est la taille de population locale, sur une commune i .
- On peut expliquer les variations entre communes du nombre de ragondins en fonction de la température, etc.
- On peut expliquer les variations entre mois et/ou sites de la probabilité de capture en fonction de l'effort, etc.

Données







Application des modèles aux données

Analyses préliminaires

- Sélection des données
 - Les communes où les prélèvements ne sont pas trop faibles.
 - Les mois janvier-février-mars-avril.
- Hypothèses du modèle
 - La probabilité de détection est la même sur toutes les communes et années, mais varie au cours des mois.
 - Le nombre de ragondins dépend de la température mensuelle moyenne sur la commune.
- On prend l'année 2022

Probabilités de capture estimées (en %)

	mois	prob_capture
1	janvier	7.500416
2	février	36.419152
3	mars	29.086332
4	avril	68.982481

Effectifs estimés

commune	estimation	prélèvements	reste
candillargues	71 (68,95)	68	3
la_grande_motte	3 (0,27)	0	3
marsillargues	136 (107,366)	107	29
lansargues	19 (0,170)	0	19
lunel	68 (49,219)	49	19
mauguio	51 (35,173)	35	16
saint_nazaire_de_pezan	257 (228,486)	228	29
saint_just	269 (240,499)	240	29

Questions

Sélection des mois, années et sites

- Quand les repro ont-elles lieu (en général 2 à 3 fois par an)?
Comment définir des occasions sur une période « fermée »?
- Sommes-nous intéressés par des tendances interannuelles dans les effectifs?
- Un effectif estimé moyen et/ou un effectif par commune?

Variations d'effectifs

- Qu'est-ce qui influence les variations d'effectif entre sites? La longueur du linéaire? La salinité? La température? La disponibilité en ressources (quelles ressources)?
- Calculer une densité plutôt qu'un effectif ? Ramener à l'aire de la commune?

A propos de l'effort

- Comment être sûr que les 0 sont des vrais 0 et pas simplement des communes/mois-année sans opérations de piégeage?
- Comment quantifier effort? Nombre de cages? Nombre de piègeurs actifs? Quelles informations disponibles?
- Qu'est-ce qui influence la capture?