



Introduction au calcul d'indices d'abondance par les méthode Delta-GLM

Didier Gascuel, Institut Agro Rennes



1 – La CPUE, indice d'abondance

- Equation des captures (instantanées) : $C = q \cdot E \cdot N$

q : probabilité pour un poisson d'être capturé dans l'année,
par une unité d'effort de pêche

1 – La CPUE, indice d'abondance

- Equation des captures (instantanées) : $C = q \cdot E \cdot N$
q : probabilité pour un poisson d'être capturé dans l'année,
par une unité d'effort de pêche
- En biomasse : $Y = q \cdot E \cdot B$
- Relation CPUE/Abondance : $U = Y/E = q \cdot B$
q : coefficient de proportionnalité entre CPUE et biomasse
(dépend de l'unité d'effort de pêche)

1 – La CPUE, indice d'abondance

- Equation des captures (instantanées) : $C = q \cdot E \cdot N$
q : probabilité pour un poisson d'être capturé dans l'année,
par une unité d'effort de pêche
- En biomasse : $Y = q \cdot E \cdot B$
- Relation CPUE/Abondance : $U = Y/E = q \cdot B$
q : coefficient de proportionnalité entre CPUE et biomasse
(dépend de l'unité d'effort de pêche)
- Expression de la capturabilité : $q = d \cdot P_g$
 $U = d \cdot P_g \cdot B$

1 – La CPUE, indice d'abondance

- **Données des campagnes scientifiques (avec 1 seul navire)**
 - $P_g = 1$ (pas de dérive des puissances de pêche) : $U = d \cdot B$
 - Mais une faible couverture spatio-temporelle,
 - Et un protocole qui peut changer au cours du temps

1 – La CPUE, indice d'abondance

- **Données des campagnes scientifiques (avec 1 seul navire)**
 - $P_g = 1$ (pas de dérive des puissances de pêche) : $U = d \cdot B$
 - Mais une faible couverture spatio-temporelle,
 - Et un protocole qui peut changer au cours du temps

- **Données commerciales (PA ou PI)**
 - Une « bonne » couverture spatio-temporelle,
 - Mais une puissance de pêche qui évolue généralement au cours du temps
 - En raison des stratégies de pêche (changements de la répartition spatio-temporelle de l'effort de pêche)
 - En raison du progrès technique



2 – Indice d'abondance simple : moyenne inter-strates

- Principe de base :
 - Les données sont considérées issues d'un échantillonnage stratifié
 - Indice d'abondance par state k : $IA_k = \text{moyenne}(U_{i,k}) = q_k \cdot B$
 - L'indice global est la moyenne inter-strate : $IA = \text{moyenne}(IA_k)$

2 – Indice d'abondance simple : moyenne inter-strates

- Principe de base :
 - Les données sont considérées issues d'un échantillonnage stratifié
 - Indice d'abondance par state k : $IA_k = \text{moyenne}(U_{i,k}) = q_k \cdot B$
 - L'indice global est la moyenne inter-strate : $IA = \text{moyenne}(IA_k)$

- Définition des strates :
 - Spatiales (sone) : par classes de profondeur et classes de latitude
 - Saisonnières : 2 ou 4 saisons, ou mois

- Conséquences
 - **Chaque strate a le même poids** dans le calcul de la moyenne
 - Les q_k sont des facteurs de standardisation entre strates

2 – Indice d'abondance simple : moyenne inter-strates

- Si plusieurs Navires Océanographique ou métiers (PA) ou flottilles (PI)
 - Indice d'abondance par « observateur » k : $IA_k = \text{moyenne}(U_{i,k}) = q_k \cdot B$
 - L'indice global est la moyenne inter-observateurs : $IA = \text{moyenne}(IA_k)$
 - i.e. chaque « observateur » est considéré comme une strate.



2 – Indice d'abondance simple : moyenne inter-strates

- Si plusieurs Navires Océanographique ou métiers (PA) ou flottilles (PI)
 - Indice d'abondance par « observateur » k : $IA_k = \text{moyenne}(U_{i,k}) = q_k \cdot B$
 - L'indice global est la moyenne inter-observateurs : $IA = \text{moyenne}(IA_k)$
 - i.e. chaque « observateur » est considéré comme une strate.

- Le cas théorique idéal : un nombre suffisant d'observations dans chaque strate

			Obs.1	Obs.2	Obs.3	
Ann.1	Saison 1	Zone 1	IA1 111	xxx	xxxxxx	IAy = moyen (IAy ijk)
		Zone 2	xxxxx	xxxxxx	xxxxx	
	Saison 2	Zone 1	xxxxxx	x	xxxx	
		Zone 2	xx	xxxxxx	xxx	
Ann.y	Saison i	Zone j	IAy ijk			
		...				

- IA=moyenne



2 – Indice d'abondance simple : moyenne inter-strates

- Si plusieurs Navires Océanographique ou métiers (PA) ou flottilles (PI)
 - Indice d'abondance par « observateur » k : $IA_k = \text{moyenne}(U_{i,k}) = q_k \cdot B$
 - L'indice global est la moyenne inter-observateurs : $IA = \text{moyenne}(IA_k)$
 - i.e. chaque « observateur » est considéré comme une strate.

- **Le cas réel : des strates non couvertes (sais., zone ou obs.)**

➤ **IA = MODELE**

			Obs.1	Obs.2	Obs.3	
Ann.1	Saison 1	Zone 1	IA1 111		xxxxxx	IAy = moyen (IAy ijk)
		Zone 2		xxxxxx	xxxxx	
	Saison 2	Zone 1	xxxxxx	x	xxxx	
		Zone 2	xx		xxx	
Ann.y	Saison i	Zone j	IAy ijk			
		...				

3 – Indice d'abondance : le modèle fondateur de Robson (1966)

- Appliqué à des CPUE par jours, par carré stat., et par navire ...
 - Jours -> saison
 - Carré stat. -> Zones (strate bathymétrique et de latitude)
 - Navire -> Catégorie de navire

U jours, carré, navire = Effet saison,zone . Effet cat.navires . Effet année

3 – Indice d'abondance : le modèle fondateur de Robson (1966)

- Appliqué à des CPUE par jours, par carré stat., et par navire ...
 - Jours -> saison
 - Carré stat. -> Zones (strate bathymétrique et de latitude)
 - Navire -> Catégorie de navire

U jours, carré, navire = Effet saison,zone . Effet cat.navires . Effet année

U jours, carré, navire = d saison,zone . Pg cat.navires . IA année

3 – Indice d'abondance : le modèle fondateur de Robson (1966)

- Appliqué à des CPUE par jours, par carré stat., et par navire ...
 - Jours -> saison
 - Carré stat. -> Zones (strate bathymétrique et de latitude)
 - Navire -> Catégorie de navire

U jours, carré, navire = Effet saison,zone . Effet cat.navires . Effet année

U jours, carré, navire = d saison,zone . Pg cat.navires . IA année

- Appliqué à des données campagne

U campagne, station = d saison,zone . IA année

ou : U campagne, station, n/o = d saison,zone . Pg n/o . IA année

- Construire des strates saisons,zone (et cat.navires) ?

3 – Indice d'abondance : le modèle fondateur de Robson (1966)

- Construire des strates spatio-saisonniers **qui traduisent la biologie de l'espèce**
 - Spatiale : Strate Bathy. ... ou Strate Bathy,*Zone ?
 - Saison : 2 ou 4 saison ? ou par mois ?
 - States saison et strates spatiale (i.e même répartition à chaque saison)
 - ... ou Strates saisons*zone (i.e. Des répartitions ≠ par saison)

Critère : des strates homogènes, différentes, avec suffisamment d'observations

3 – Indice d'abondance : le modèle fondateur de Robson (1966)

- Construire des strates spatio-saisonniers **qui traduisent la biologie de l'espèce**

- Spatiale : Strate Bathy. ... ou Strate Bathy,*Zone ?
- Saison : 2 ou 4 saison ? ou par mois ?
- States saison et strates spatiale (i.e même répartition à chaque saison)
- ... ou Strates saisons*zone (i.e. Des répartitions ≠ par saison)

Critère : des strates homogènes, différentes, avec suffisamment d'observations

- Construire des strates cat.navires : un pb. de **standardisation**
 - Campagnes : standardisation entre N/0 ... sur des années communes (et entre séries de campagne ... si changement de l'engin de pêche)
 - PA, PI ... Cf cours demain



4 – Indice d'abondance : le modèle GLM

- Ajustement du modèle = estimation des paramètres

$$U_{\text{campagne, station}} = U_{i,j} = d_{\text{saison,zone}} \cdot IA_{\text{année}} \cdot \varepsilon_{i,j}$$

avec $\varepsilon_{i,j} \in [0, +\infty[$ et $\text{mean}(\varepsilon_{i,j}) = 1$



4 – Indice d'abondance : le modèle GLM

- Ajustement du modèle = estimation des **paramètres**

$$U_{\text{campagne, station}} = U_{i,j} = d_{\text{saison,zone}} \cdot IA_{\text{année}} \cdot \varepsilon_{i,j}$$

avec $\varepsilon_{i,j} \in [0, +\infty[$ et $\text{mean}(\varepsilon_{i,j}) = 1$

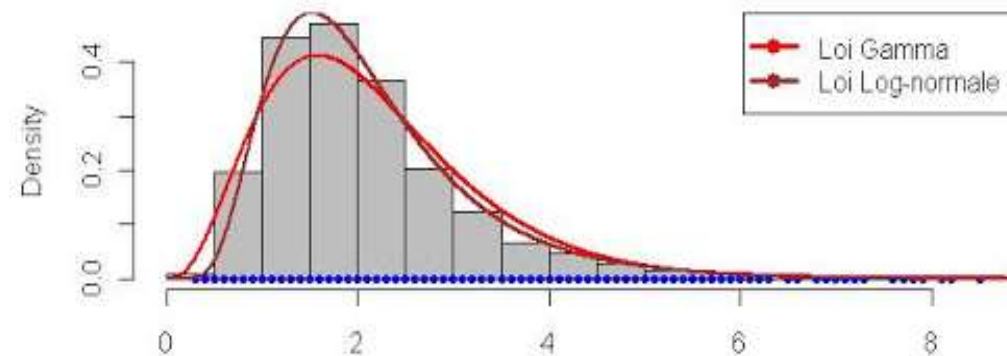
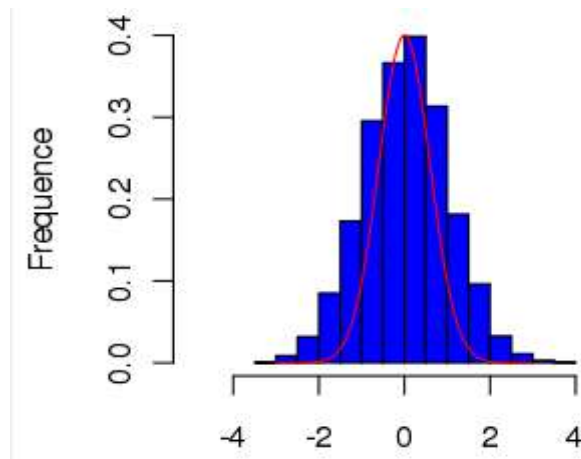
- GLM (Modèle linéaire généralisé) : une méthode d'ajustement statistique optimale

- Linéaire : $\text{Ln}(U_{i,j}) = \text{Ln}(d_{\text{saison,zone}}) + \text{Ln}(IA_{\text{année}}) + \text{Ln}(\varepsilon_{i,j})$
- Maximum de vraisemblance (i.e. Vraisemblance des observations sachant les paramètres)...
- Ajusté sous l'hypothèse que les résidus suivent une Loi de distribution donnée. Par exemple :

$$\text{Ln}(\varepsilon_{i,j}) \sim \mathcal{N}(0, \sigma) \Leftrightarrow \varepsilon_{i,j} \sim \mathcal{LN}(1, \sigma')$$

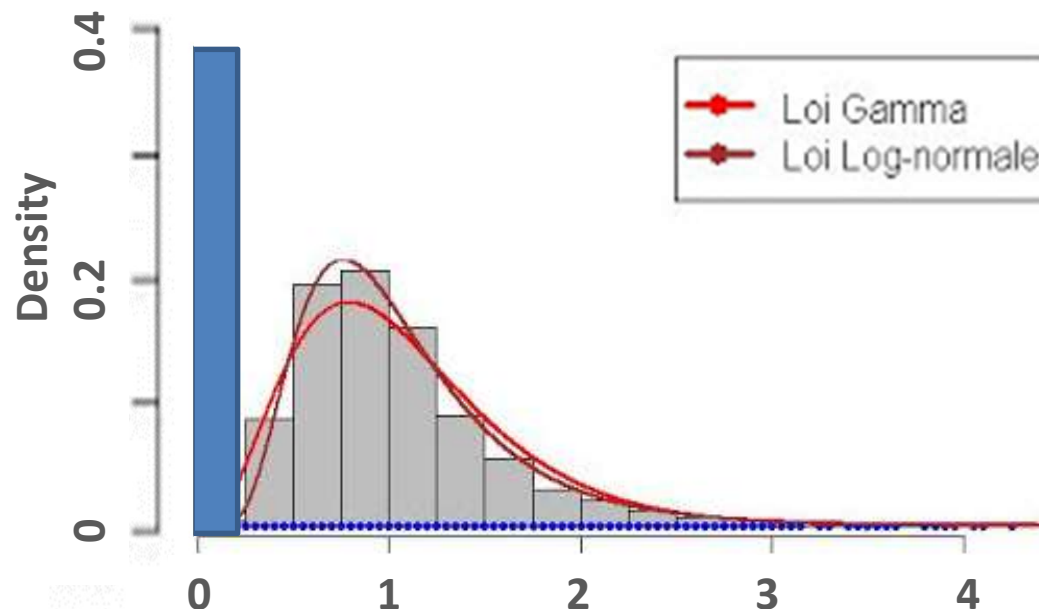
4 – Indice d'abondance : le modèle GLM

- La loi de distribution des résidus



5 – Indice d'abondance : le modèle Delta-GLM

- La loi de distribution des résidus ... **pour les données de campagne**
 - **Distribution Delta : beaucoup de zéros + Loi log.Normale (ou Gamma)**



5 – Indice d'abondance : le modèle **Delta-GLM**

- $U_{i,j} = P_{i,j} \cdot IA_{+i,j}$

- Modèle de présence (i.e. probabilité de présence de l'espèce)

$$P_{i,j} = P1_{\text{saison,zone}} \cdot P2_{\text{année}} \cdot \varepsilon_{i,j}$$

- Modèle des abondances positives

$$IA_{+i,j} = IA1_{+ \text{saison,zone}} \cdot IA2_{+ \text{année}} \cdot \varepsilon'_{i,j}$$

5 – Indice d'abondance : le modèle **Delta-GLM**

- $U_{i,j} = P_{i,j} \cdot IA^{+}_{i,j}$

- Modèle de présence (i.e. probabilité de présence de l'espèce)

$$P_{i,j} = P1_{\text{saison,zone}} \cdot P2_{\text{année}} \cdot \varepsilon_{i,j}$$

- Modèle des abondances positives

$$IA^{+}_{i,j} = IA1^{+}_{\text{saison,zone}} \cdot IA2^{+}_{\text{année}} \cdot \varepsilon'_{i,j}$$

- Pour chaque sous modèle :

- Choix des strates
- Examen des résidus



6 – Quelques complications

- Changement du schéma de répartition spatio-saisonnier
 - Modèles par strate, puis somme



6 – Quelques complications

- Changement du schéma de répartition spatio-saisonnier
 - Modèles par strate, puis somme

- Plusieurs navires
 - Modèle **U** campagne, station, n/o = d saison, zone . Pg n/o . IA année
... à condition qu'il y ait une période commune
 - Sinon, campagne de standardisation ou standardisation sur un autre indice
 - Sinon, standardisation empirique ?
 - Sinon ??????

Calcul d'indices d'abondance par les méthodes Delta-GLM



Merci



GT4 - Formation à l'évaluation des stocks, 1-5 Février 2021

