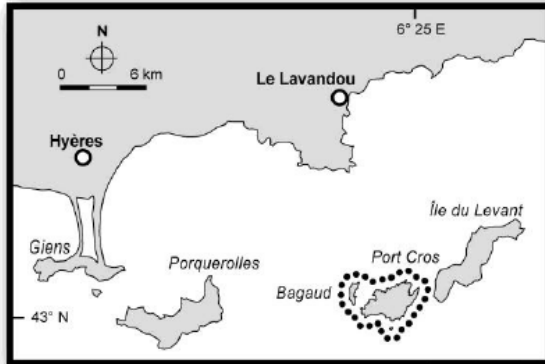


TD L3SV : Modèles EwE et Gestion

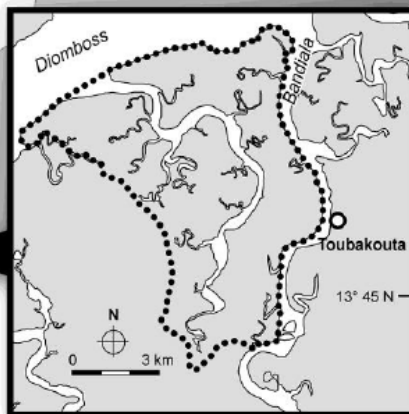
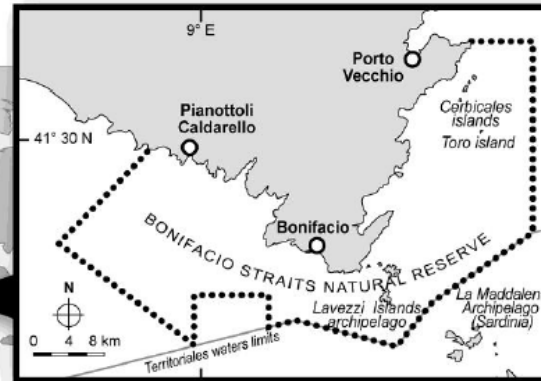
Patrice Francour

A l'aide des informations disponibles dans les tableaux et figures suivantes, vous commenterez le fonctionnement des 3 aires marines protégées (AMP) sélectionnées et vous discuterez des options de gestion.

PORT CROS



CORSICA



SENEGAL

Colléter M., Gascuel D., Albouy C., Francour P., Tito de Morais L., Valls A., Le Loc'h F. 2014. Fishing inside or outside? A case studies analysis of potential spillover effect from marine protected areas, using food web models. *Journal of Marine Systems*, 139: 383-395.

Port-Cros : création en 1963; 13 km² (30% couvert par herbiers de posidonie); chasse sous-marine interdite; pêche artisanale et plaisancière autorisées dans certaines zones.

Bonifacio : création en 1999; 800 km²; pêche artisanale ou plaisancière autorisée dans certaines zones.

Bamboung : dans estuaire salé du Sine Saloun, AMP de 6.8 km² dont 4.7 de zones intertidales; interdiction pêche depuis 2004

Table 1: Selection of Ecopath and EcoTroph system and network indices

Parameter	Units	Bamboung	Port-Cros	Bonifacio
Total biomass (excluding detritus) (TB)	t km ⁻²	107	2683	1820
Total biomass (excluding detritus+primary production)	t km ⁻²	75	430	655
Total system throughput (TST)	t km ⁻² year ⁻¹	4644	26457	32644
Total catches (Y)	t km ⁻² year ⁻¹	0	0.32	0.19
Primary Production Required (PPR harvested groups/ Total primary production)	%	0	1.7	0.7
Mean trophic level of the catch (TL _C)	--	--	3.47	3.85
Mean trophic level of biomass (TL _B)	--	2.17	2.33	2.36
Mean trophic level of accessible biomass (TL _{B*})	--	3.15	3.05	3.58
Total primary production/Total respiration (TPP/TR)	--	2.69	1.92	1.41
Total primary production/Total biomass (TPP/TB)	--	14.98	3.2	3.1
Total biomass/Total system throughput (TB/TST)	--	0.02	0.10	0.06
Finn's cycling index (FCI)	% of TST	7.90	9.30	13.12
Finn's mean path length (FMPL)	--	2.90	3.10	3.51

TST : mesure la somme totale des flux d'énergie à travers le système

PPR (%) : production primaire nécessaire pour soutenir la pêche (PP pour espèces pêchées/PP totale)

TL_{B*} : niveau trophique accessible par pêche

TPP/TR et TPP/TB : les faibles valeurs (tendant vers 1 pour TPP/TR) traduisent la maturité du système

TB/TST : les fortes valeurs traduisent la maturité du système

FCI : indice de Finn (recyclage) – les fortes traduisent des systèmes matures (bon recyclage de la MO)

FMPL : les fortes valeurs traduisent un réseau trophique complexe et organisé

Même biomasse d'herbivores : sous-exploitation

Plus HTLP; AMP surveillées et anciennes

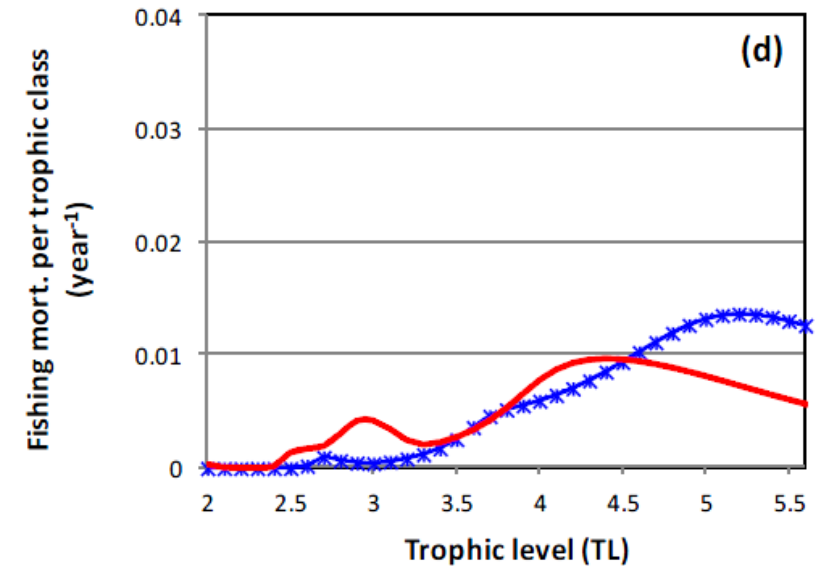
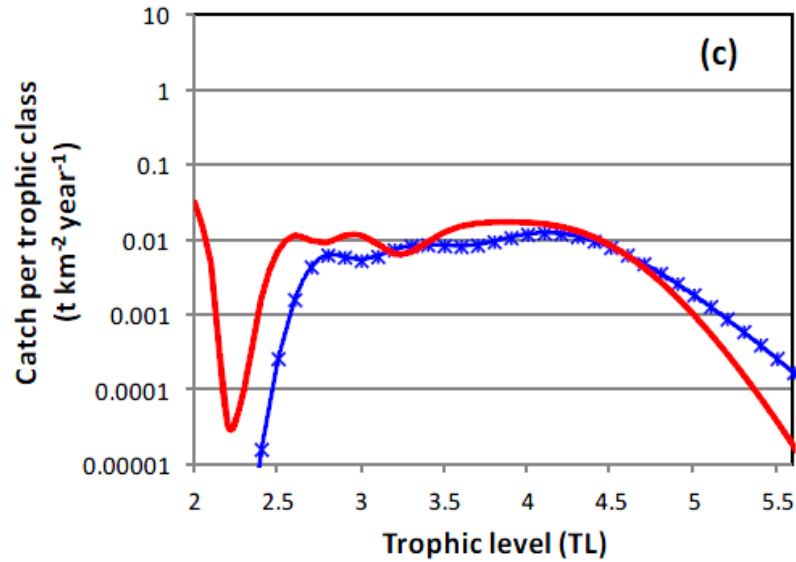
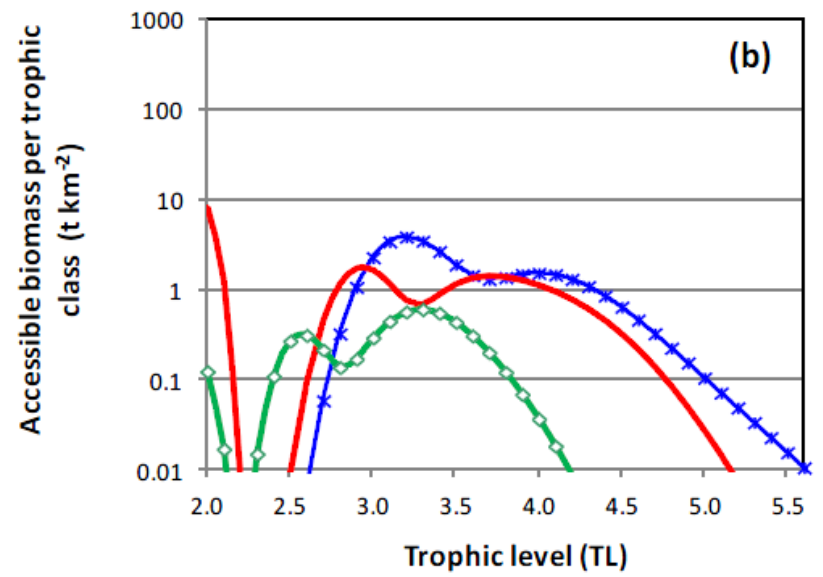
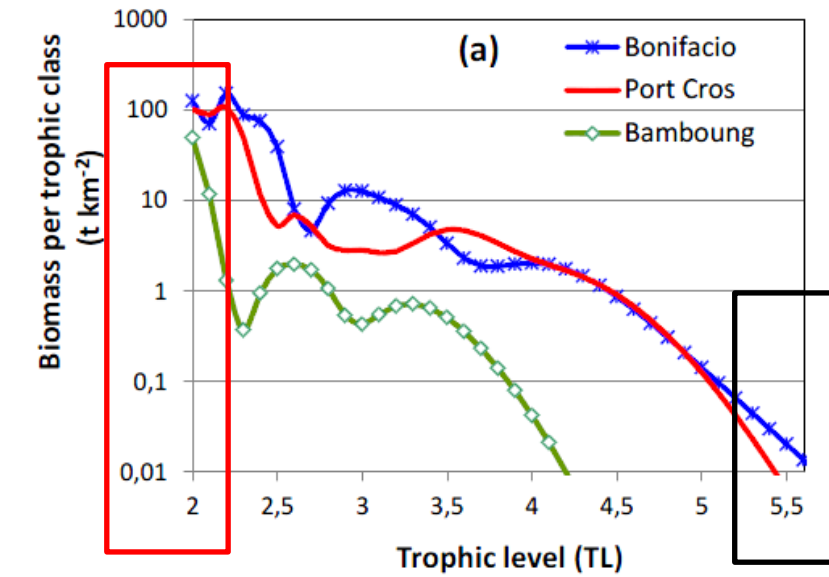


Figure 2

Table 1: Selection of Ecopath and EcoTroph system and network indices

Parameter	Units	Bamboung	Port-Cros	Bonifacio
Total biomass (excluding detritus) (TB)	t km ⁻²	107	2683	1820
Total biomass (excluding detritus+primary production)	t km ⁻²	75	430	655
Primary Production Required (PPR harvested groups/ Total primary production)	%	0	1.7	0.7
Mean trophic level of the catch (TL _C)	--	--	3.47	3.85
Mean trophic level of biomass (TL _B)	--	2.17	2.33	2.36
Mean trophic level of accessible biomass (TL _{B*})	--	3.15	3.05	3.58
Total primary production/Total respiration (TPP/TR)	--	2.69	1.92	1.41
Total primary production/Total biomass (TPP/TB)	--	14.98	3.2	3.1
Total biomass/Total system throughput (TB/TST)	--	0.02	0.10	0.06
Finn's cycling index (FCI)	% of TST	7.90	9.30	13.12
Finn's mean path length (FMPL)	--	2.90	3.10	3.51

PPR (%) faible : pêches peu développées, mais sur haut niveaux trophiques (TLC); TLB* plus faible à PC (Sarpa salpa fortement pêchée)

TST : mesure la somme totale des flux d'énergie à travers le système

PPR (%) : production primaire nécessaire pour soutenir la pêche (PP pour espèces pêchées/PP totale)

TL_{B*} : niveau trophique accessible par pêche

TPP/TR et TPP/TB : les faibles valeurs (tendant vers 1 pour TPP/TR) traduisent la maturité du système

TB/TST : les fortes valeurs traduisent la maturité du système

FCI : indice de Finn (recyclage) – les fortes traduisent des systèmes matures (bon recyclage de la MO)

FMPL : les fortes valeurs traduisent un réseau trophique complexe et organisé

Pêche d'herbivores surtout à PC, un peu à Bamboung

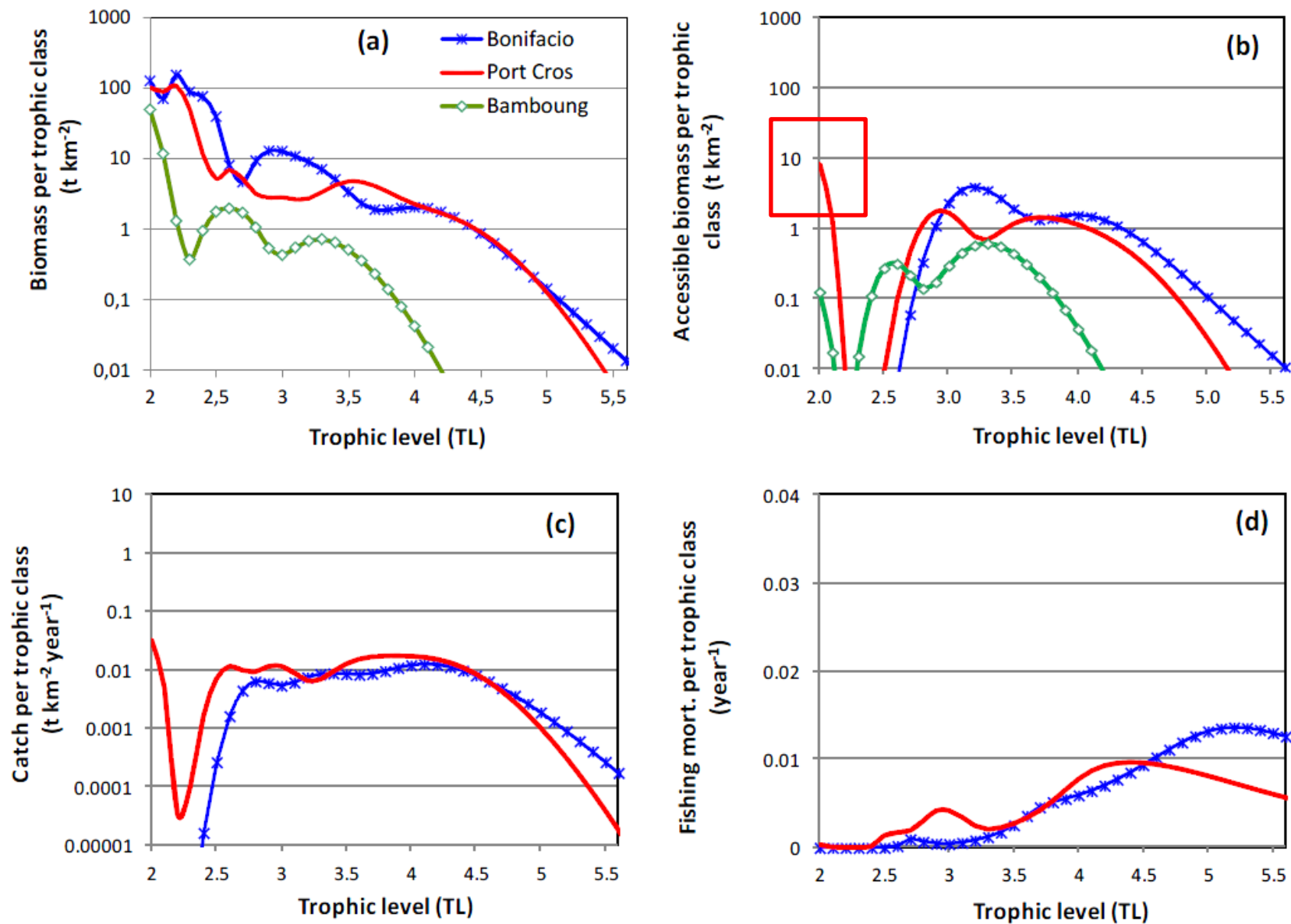


Figure 2

Table 1: Selection of Ecopath and EcoTroph system and network indices

Parameter	Units	Bamboung	Port-Cros	Bonifacio
Total biomass (excluding detritus) (TB)	t km ⁻²	107	2683	1820
Total biomass (excluding detritus+primary production)	t km ⁻²	75	430	655
Total system throughput (TST)	t km ⁻² year ⁻¹	4644	26457	32644
Total catches (Y)	t km ⁻² year ⁻¹	0	0.32	0.19

Les flux d'énergie (TST) sont plus élevés en Méditerranée ce qui traduit l'existence de réseaux trophiques plus organisés, plus complexes (salinité = stress ?)

Mean trophic level of the catch (TL _C)	--	--	3.47	3.85
Mean trophic level of biomass (TL _B)	--	2.17	2.33	2.36
Mean trophic level of accessible biomass (TL _{B*})	--	3.15	3.05	3.58
Total primary production/Total respiration (TPP/TR)	--	2.69	1.92	1.41
Total primary production/Total biomass (TPP/TB)	--	14.98	3.2	3.1
Total biomass/Total system throughput (TB/TST)	--	0.02	0.10	0.06

Les faibles valeurs TPP/TR, TPP/TB et les fortes valeurs TB/TST confirment l'existence de réseaux trophiques plus organisés, plus matures en Méditerranée

TST : mesure la somme totale des flux d'énergie à travers le système

PPR (%) : production primaire nécessaire pour soutenir la pêche (PP pour espèces pêchées/PP totale)

TL_{B*} : niveau trophique accessible par pêche

TPP/TR et TPP/TB : les faibles valeurs (tendant vers 1 pour TPP/TR) traduisent la maturité du système

TB/TST : les fortes valeurs traduisent la maturité du système

FCI : indice de Finn (recyclage) – les fortes traduisent des systèmes matures (bon recyclage de la MO)

FMPL : les fortes valeurs traduisent un réseau trophique complexe et organisé

Table 1: Selection of Ecopath and EcoTroph system and network indices

Parameter	Units	Bamboung	Port-Cros	Bonifacio
Total biomass (excluding detritus) (TB)	t km ⁻²	107	2683	1820
Total biomass (excluding detritus+primary production)	t km ⁻²	75	430	655
Total system throughput (TST)	t km ⁻² year ⁻¹	4644	26457	32644
Total catches (Y)	t km ⁻² year ⁻¹	0	0.32	0.19
Primary Production Required (PPR harvested groups/ Total primary production)	%	0	1.7	0.7
Mean trophic level of the catch (TL _C)	--	--	3.47	3.85
Mean trophic level of biomass (TL _B)	--	2.17	2.33	2.36
Mean trophic level of accessible biomass (TL _{B*})	--	3.15	3.05	3.58

Les fortes valeurs de l'indice de Finn (recyclage) en Méditerranée traduisent un recyclage efficace de la matière organique. Un recyclage important accroît la stabilité du système face aux perturbations

Total biomass/Total system throughput (TB/TST)	--	0.02	0.10	0.06
Finn's cycling index (FCI)	% of TST	7.90	9.30	13.12
Finn's mean path length (FMPL)	--	2.90	3.10	3.51

TST : mesure la somme totale des flux d'énergie à travers le système

PPR (%) : production primaire nécessaire pour soutenir la pêche (PP pour espèces pêchées/PP totale)

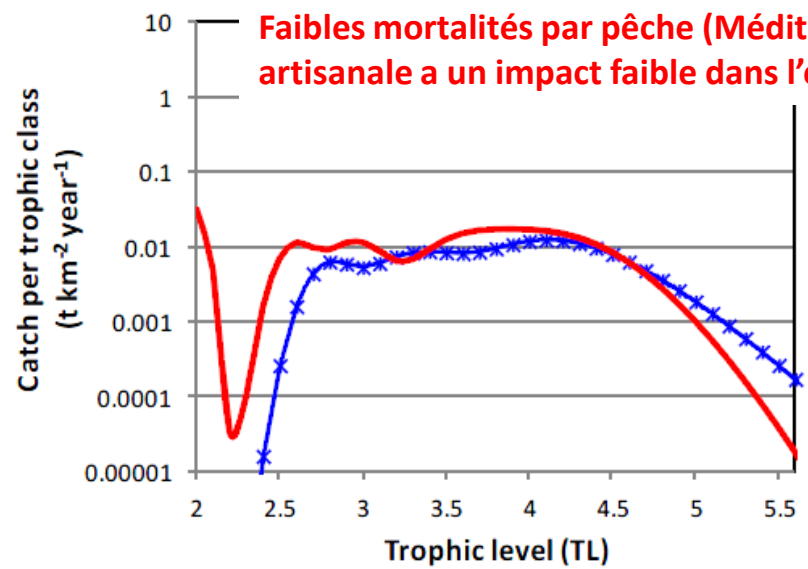
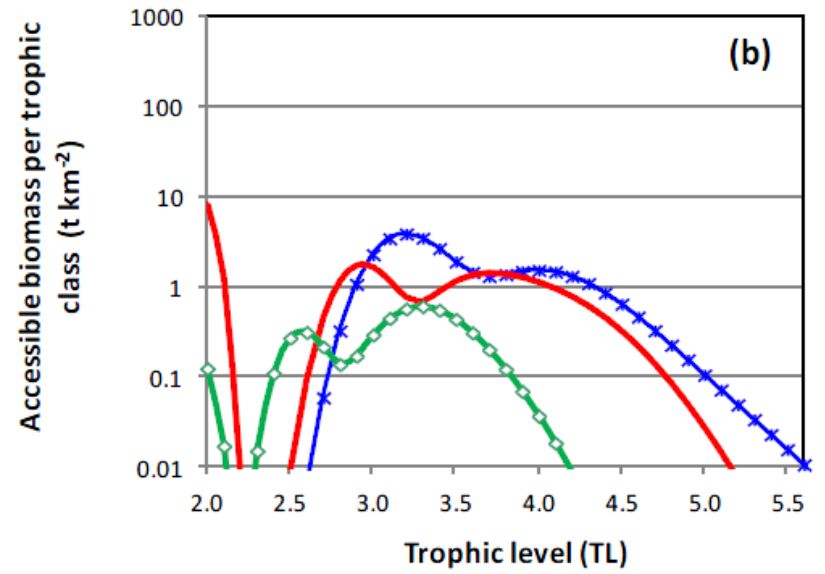
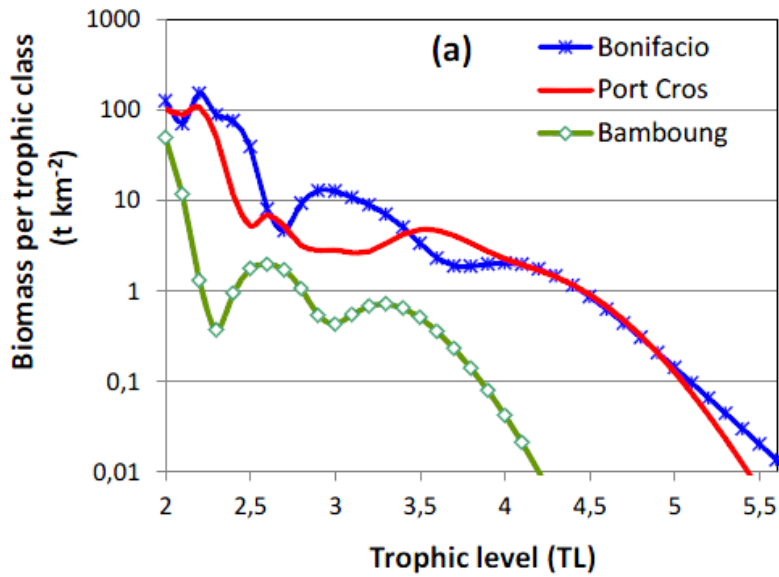
TL_{B*} : niveau trophique accessible par pêche

TPP/TR et TPP/TB : les faibles valeurs (tendant vers 1 pour TPP/TR) traduisent la maturité du système

TB/TST : les fortes valeurs traduisent la maturité du système

FCI : indice de Finn (recyclage) – les fortes traduisent des systèmes matures (bon recyclage de la MO)

FMPL : les fortes valeurs traduisent un réseau trophique complexe et organisé



Faibles mortalités par pêche (Méditerranée) (comparez 2c/d avec 2a) : la pêche artisanale a un impact faible dans l'état actuel des AMPs.

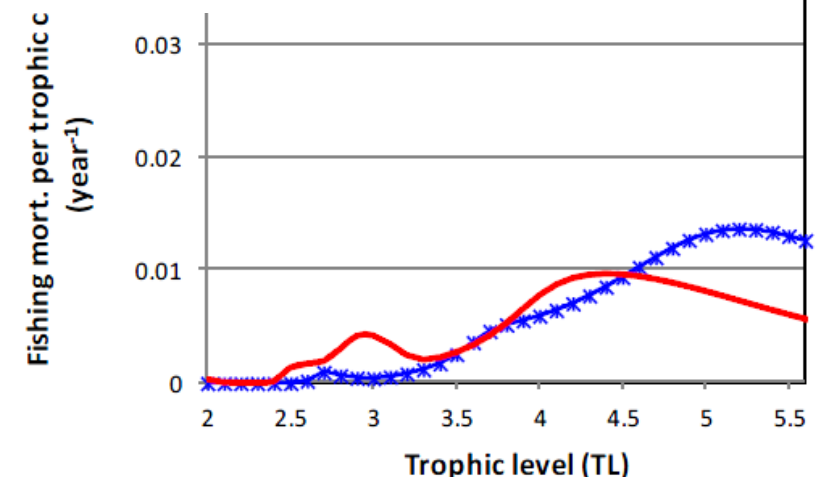
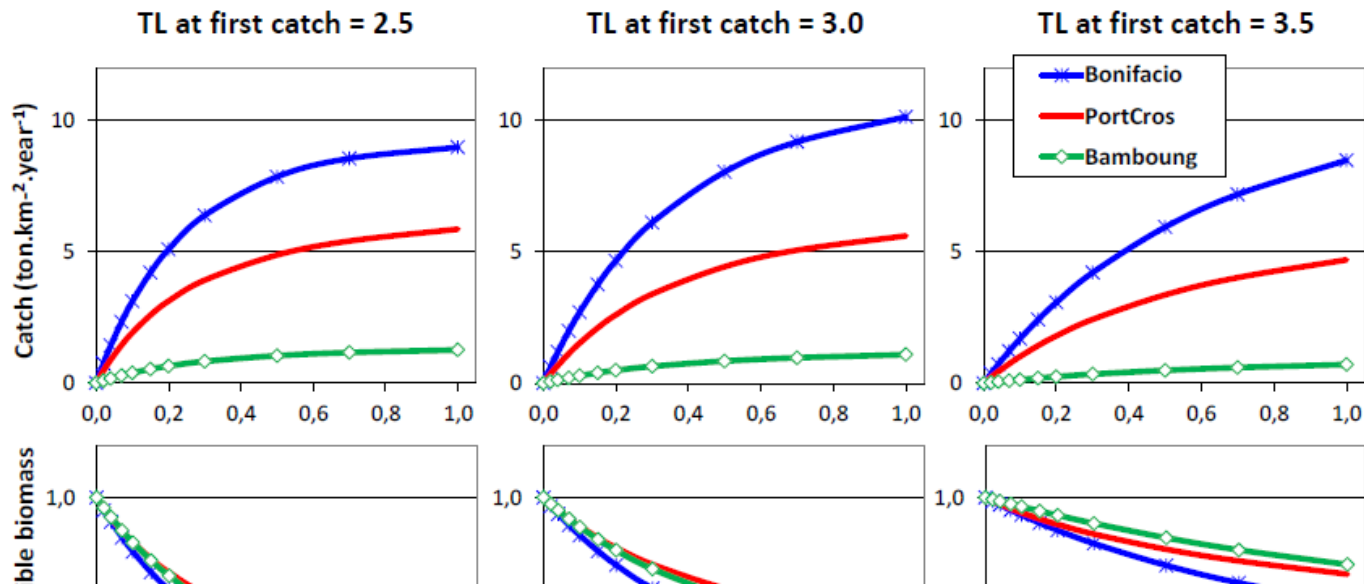


Figure 2



- Pour un scénario moyen (TL initial pêché de 3 et $F^* = 0.5$), l'ouverture de la pêche aurait un rendement de 8 t.km⁻².an⁻¹ à Bonifacio, 4.4 à Port-Cros et 0.8 à Bamboing
- Si pêche à TL initial de 2.5, augmentation à Port-Cros (4.9) et Bamboing (1.0) et diminution à Bonifacio (7.8)
- Si TL = 3.5, alors les rendements sont de 5.9, 3.4 et 0.5 (Bonifacio, Port-Cros, Bamboing)

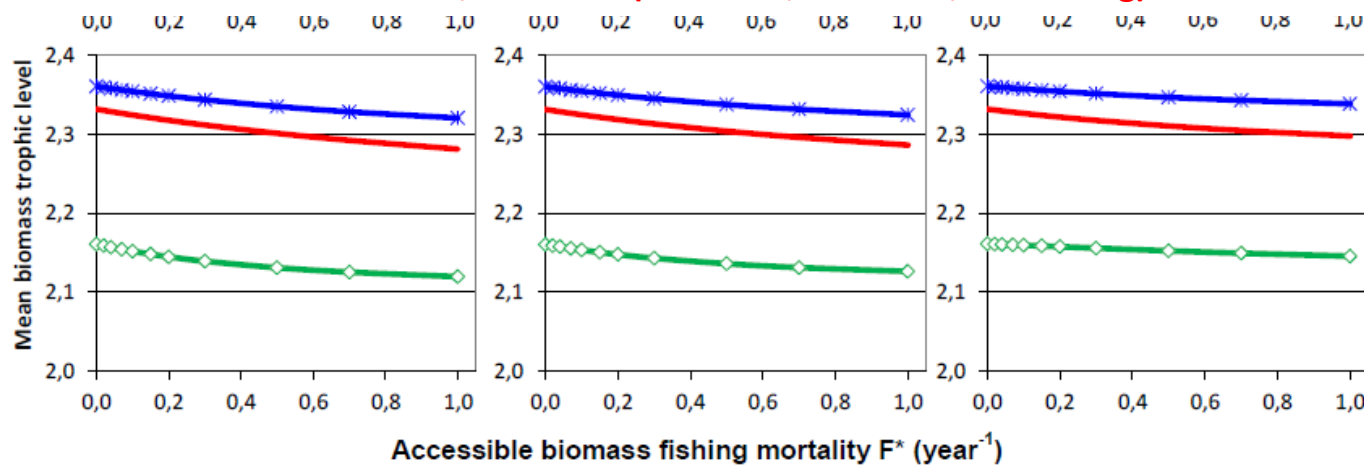
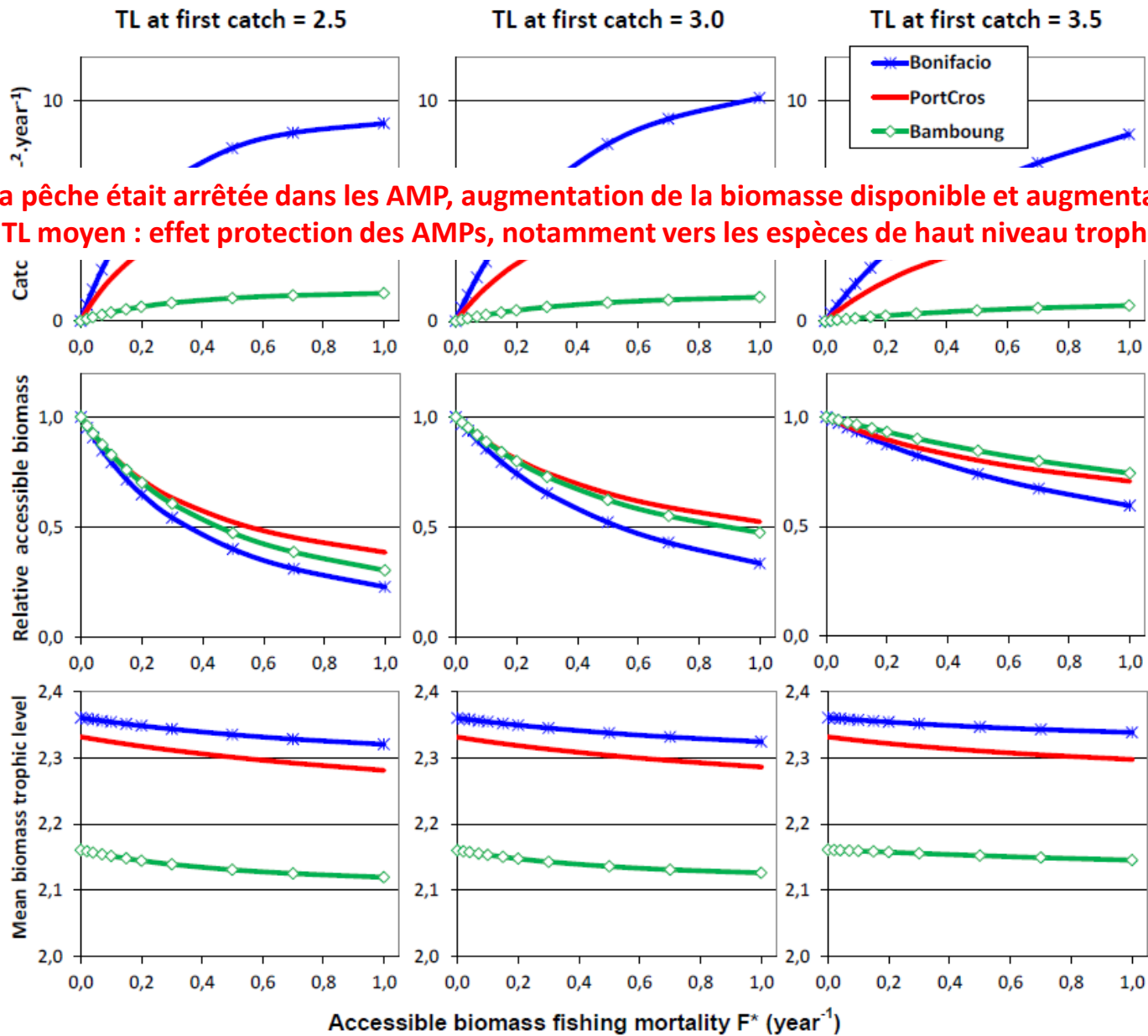


Figure 3 :

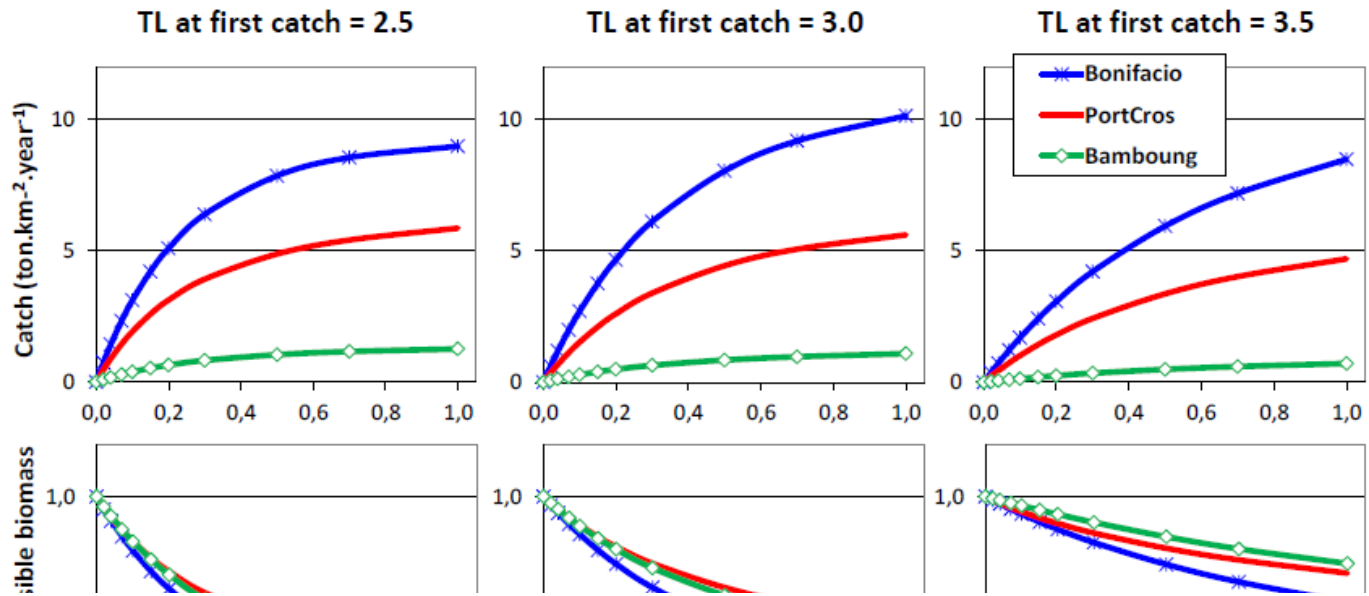
Simulation de l'effet de la pêche sur les prises et la biomasse quand la mortalité par pêche augmente. Par convention, la mortalité par pêche varie de 0 (pas de pêche) à 1 (tout est pêché)



Si la pêche était arrêtée dans les AMP, augmentation de la biomasse disponible et augmentation du TL moyen : effet protection des AMPs, notamment vers les espèces de haut niveau trophique

Figure 3 :

Simulation de l'effet de la pêche sur les prises et la biomasse quand la mortalité par pêche augmente. Par convention, la mortalité par pêche varie de 0 (pas de pêche) à 1 (tout est pêché)



Pêche très faible en Méditerranée (Tab. 1; ligne Y, total catches) : les valeurs calculées pour $F^*=0.5$ (1^{ère} rangée) représentent donc la perte théorique en raison de l'existence de l'AMP (3.4 à 4.9 pour Port-Cros)

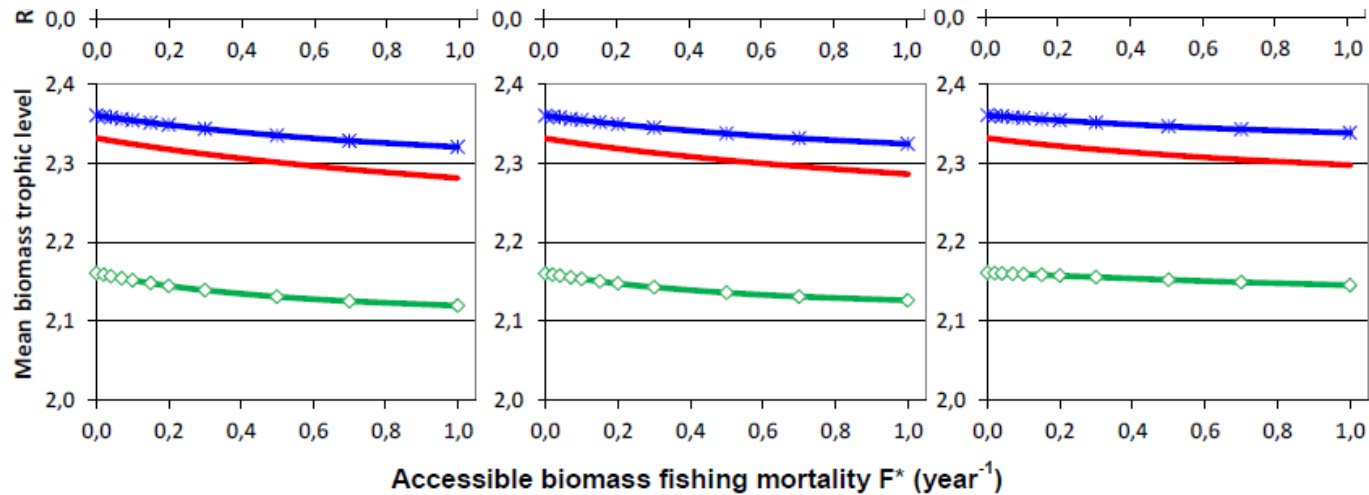
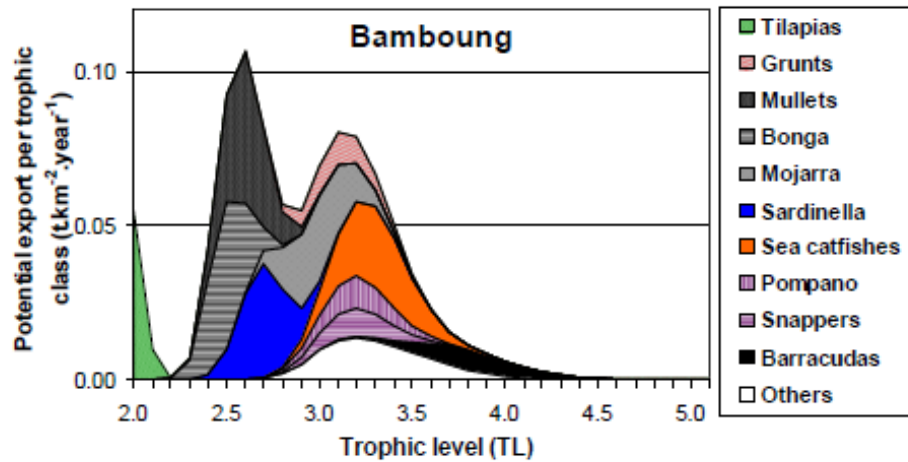
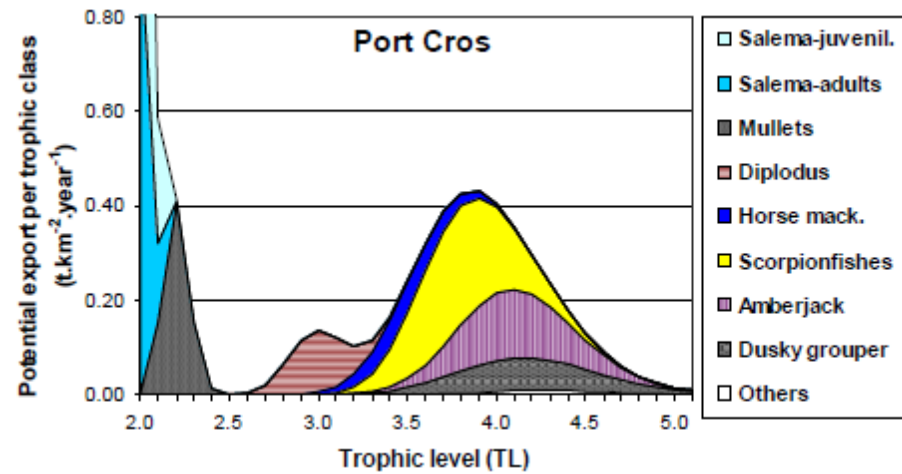
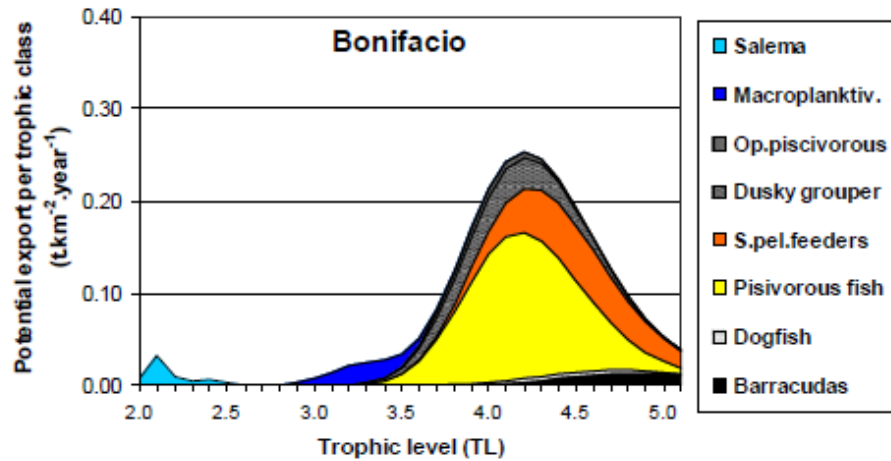


Figure 3 :

Simulation de l'effet de la pêche sur les prises et la biomasse quand la mortalité par pêche augmente. Par convention, la mortalité par pêche varie de 0 (pas de pêche) à 1 (tout est pêché)



Exportations totales (t.km⁻².an⁻¹) :

- Bonifacio : 2.6
- Port-Cros : 8.1
- Bamboung : 1.0

- Exportations estimées par modèle, très difficiles à mesurer sur le terrain. Aide précieuse pour le gestionnaire.
 - Pour Port-Cros (exemple) : 3.4 à 4.9 t.km⁻².an⁻¹ de perte théorique à comparer aux 8.1 t.km⁻².an⁻¹ d'exportation.

Conclusion, il est plus intéressant de pêcher en dehors de l'AMP que dedans

- Pour Bonifacio, ce n'est pas vrai : 5.9 à 8.0 contre 2.6

Commentaires (Tab. 1 et Fig. 2) :

- Biomasses totales (TB) plus élevées en Méditerranée qu'à Bamboung à cause de l'importance de la posidonie (voir différences entre les 2^{èmes} lignes; Tab. 1)
- Biomasses des herbivores (TL=2) du même ordre de grandeur (Fig. 2a); donc sous-exploitation de la biomasse végétale (Posidonie) en Méditerranée
- Biomasses des hauts niveaux trophiques plus élevées en Méditerranée (Fig. 2a et TL_B sur Tab.1) : réserves plus anciennes
- PPR faibles en Méditerranée (moins de 2%) : activités de pêche peu développées, mais pêche d'espèces de haut niveau trophique (Tab. 1 : TL_C)
- TLB* : niveau trophique accessible par pêche plus faible à Port-Cros en raison de la forte biomasse de saupe, poisson herbivore (TL = 2; Fig. 2b)
- Les flux d'énergie (TST) sont plus élevés en Méditerranée ce qui traduit l'existence de réseaux trophiques plus organisés, plus complexes (salinité = stress ?)
- Les fortes valeurs de l'indice de Finn (recyclage) en Méditerranée traduisent un recyclage efficace de la matière organique. Un recyclage important accroît la stabilité du système face aux perturbations
- Faibles mortalités par pêche (Méditerranée) (PPR et Fig. 2c et 2d) : la pêche artisanale a un impact faible dans l'état actuel des AMPs.

Commentaires (Fig. 3 et 4) :

- Pour un scénario moyen (TL initial pêché de 3 et $F^* = 0.5$), l'ouverture de la pêche aurait un rendement de $8 \text{ t.km}^{-2}.\text{an}^{-1}$ à Bonifacio, 4.4 à Port-Cros et 0.8 à Bamboung
- Si pêche à TL initial de 2.5, augmentation à Port-Cros (4.9) et Bamboung (1.0) et diminution à Bonifacio (7.8)
- Si TL = 3.5, alors les rendements sont de 5.9, 3.4 et 0.5 (Bonifacio, Port-Cros, Bamboung)
- Si la pêche était arrêtée dans les AMP, augmentation de la biomasse disponible et augmentation du TL moyen : effet protection des AMPs, notamment vers les espèces de haut niveau trophique

- Pêche très faible en Méditerranée (Tab. 1) : les valeurs calculées pour $F^*=0.5$ (Fig. 3) représentent donc la **perte théorique** en raison de l'existence de l'AMP (3.4 à 4.9 pour Port-Cros)

- Exportations estimées par modèle (Fig. 4), très difficiles à mesurer sur le terrain. Aide précieuse pour le gestionnaire.
- Pour Port-Cros (exemple) : 3.4 à 4.9 $\text{t.km}^{-2}.\text{an}^{-1}$ de perte théorique à comparer aux $8.1 \text{ t.km}^{-2}.\text{an}^{-1}$ d'exportation. **Conclusion, il est plus intéressant de pêcher en dehors de l'AMP que dedans**
- Pour Bonifacio, ce n'est pas vrai : 5.9 à 8.0 contre 2.6