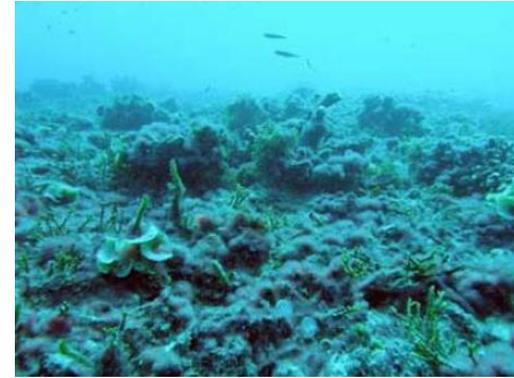


Photos C.
Folke



Dominance coraux



Dominance algues

Anne-Sophie Crépin

Effets de seuil et changements de régime: implications pour la politique économique

Disposition

- Qu'est ce qu'un changement de régime?
- Gestion optimale avec changements de régime
- Stratégies de gestion face aux changements de régimes
 - Les stratégies de mitigation
 - Les stratégies de transformation
 - Les stratégies d'adaptation

- **Qu'est ce qu'un changement de régime?**
- Gestion optimale avec changements de régime
- Stratégies de gestion face aux changements de régimes
 - Les stratégies de mitigation
 - Les stratégies de transformation
 - Les stratégies d'adaptation

Qu'est qu'un changement de régime?

Un changement de régime...

est un changement substantiel et persistant des structures et fonctions d'un écosystème associé avec le franchissement de seuils critiques

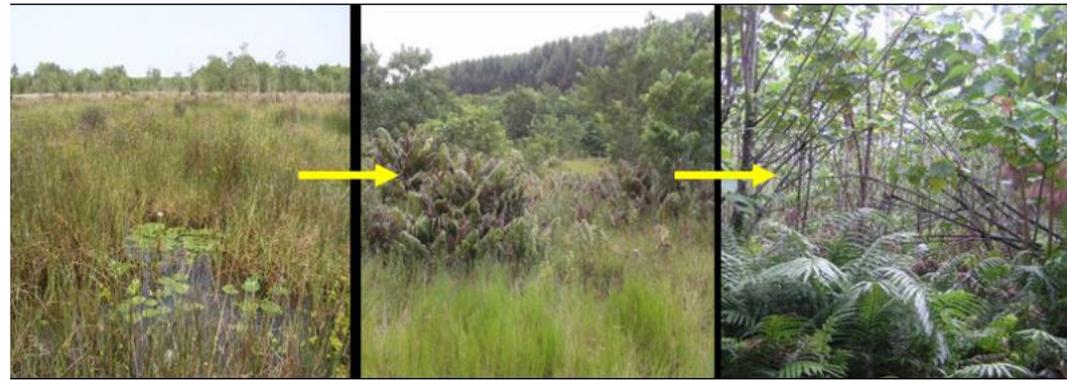
Changement radical dans la composition et dynamique des espèces

Changement relativement rapide par rapport aux changements habituels

Des mécanismes internes renforcent la stabilité du nouveau régime



Dominance coraux Dominance algues



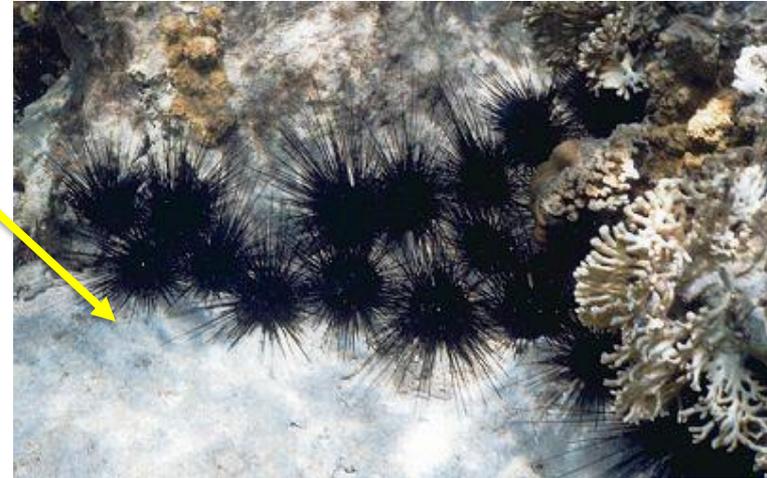
Prairie marécageuse

Forêt marécageuse

Eau limpide,
coraux sains
et très
diversifiés



Photos C. Folke et www.regimeshifts.org



Coraux blanchis

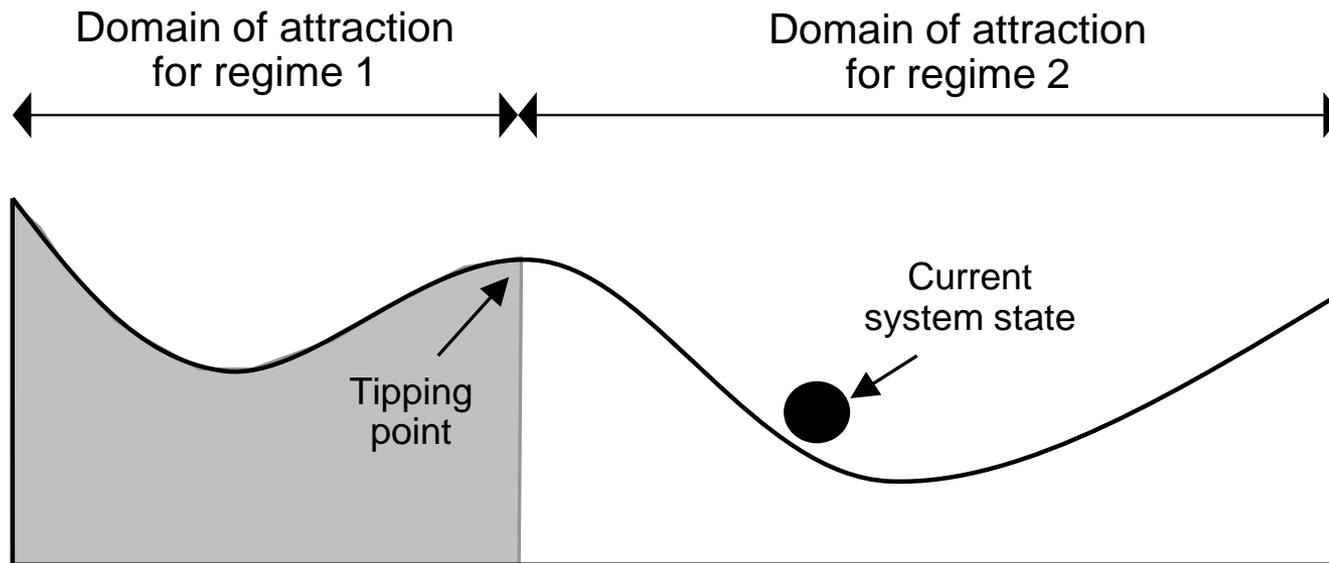


Algues (Macroalgae)

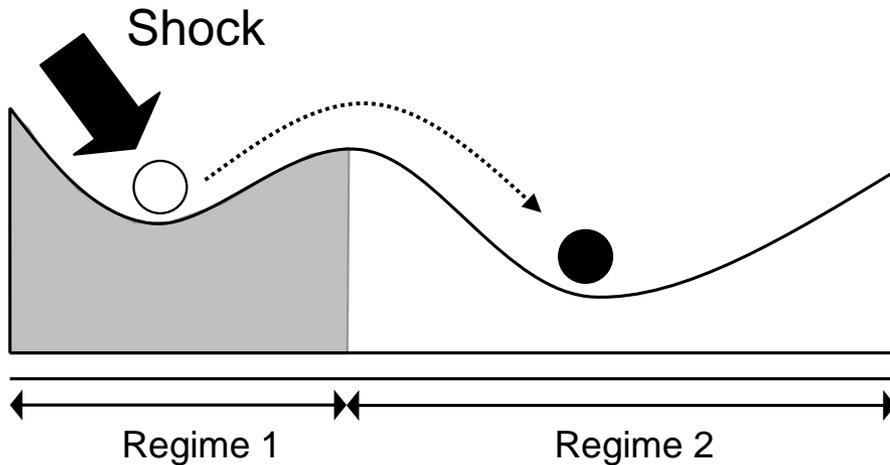
Dominance
oursins

Comprendre les changements de régime

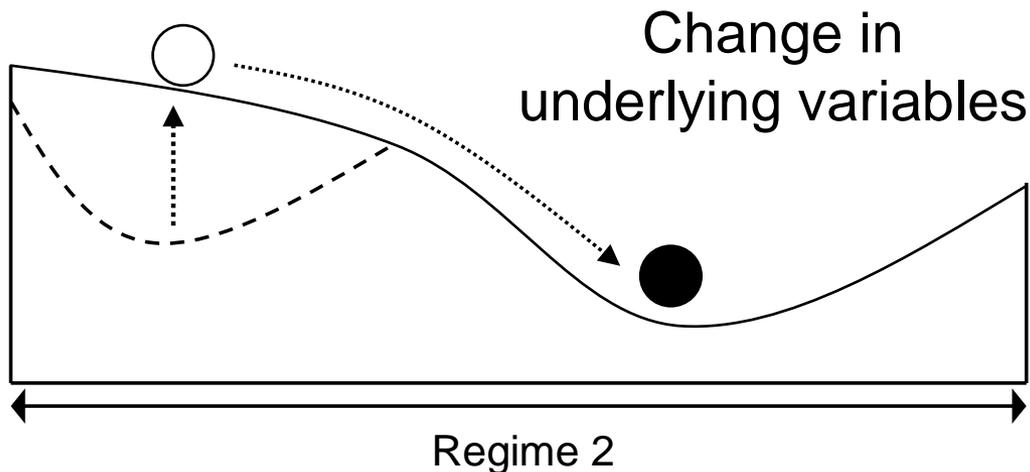
Les changements de régime sont des phénomènes particulier des systèmes complexes et adaptatifs



Les causes d'un changement de régime



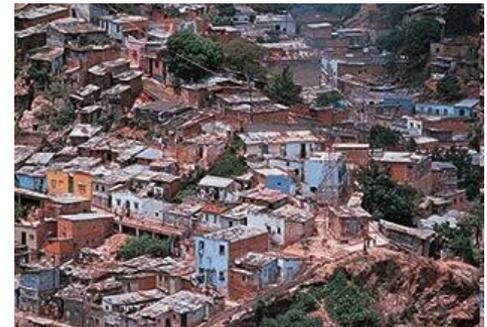
Les mécanismes dominants assurant la stabilité sont débordés



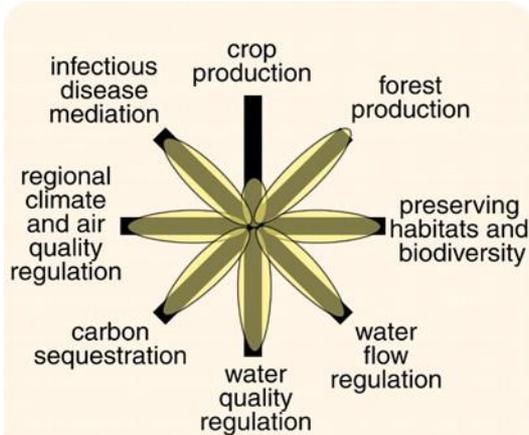
Les mécanismes dominants sont lentement érodés

Pourquoi tant d'inquiétudes à propos des changements de régime?

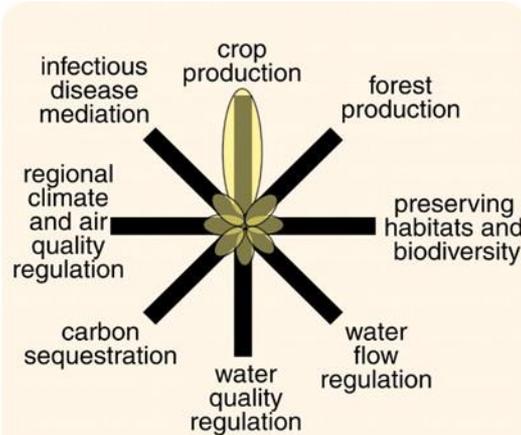
- **Impacts importants** sur les services écosystémiques et la société
- **Phénomènes non-linéaires**: difficiles à prévoir et à inverser
- Leur **fréquence semble augmenter** (MA 2005) en raison des **changements globaux déclenchés par les sociétés humaines.**
- **Influencent le comportement** des usagers de ressources naturelles



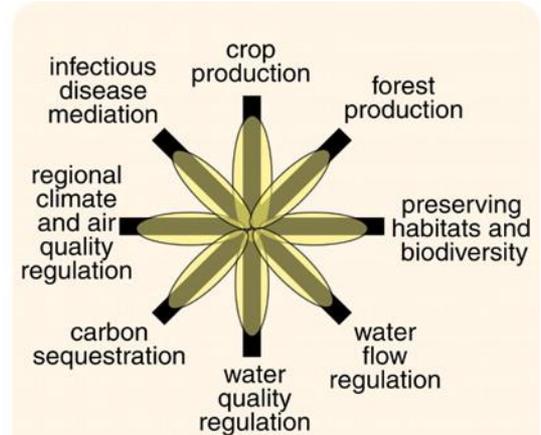
Différents régimes offrent des paniers de services écosystémiques différents



natural ecosystem



intensive cropland



cropland with restored ecosystem services

J A Foley et al. Science 2005;309:570-574

Échanges importants avec de fortes implications pour le bien-être humain et le développement

=> Revoir les résultats sur la politique économique à suivre pour les systèmes qui peuvent subir un changement de régime

- **Gestion optimale** (Brock and Starrett 2003, Wagener 2003, Crépin 2003, Naevdal 2001)
- **Propriétés communes** (Mäler et al 2003, Crépin and Lindahl 2009)
- **Instruments de politique économique** (Polasky et al, 2011, Crépin et al 2013, Heijdra and Heijnen 2013)

- Qu'est ce qu'un changement de régime?
- **Gestion optimale avec changements de régime**
- Stratégies de gestion face aux changements de régimes
 - Les stratégies de mitigation
 - Les stratégies de transformation
 - Les stratégies d'adaptation

Gestion optimale avec changements de régime

Gestion optimale d'un lac ("shallow lake")

Wagener, 2003, Skiba Points and Heteroclinic Bifurcation Points, with Applications to the Shallow Lake System, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 27(9):1533-1561.

Mäler, Xepapadeas and de Zeeuw, 2003, The Economics of Shallow Lakes, *Environmental and Resource Economics*, 26(4):603-624.

Etc.

Brock and Starrett, 2003, Managing Systems with Non-Convex Positive Feedback, *Environmental and Resource Economics*, 26(4):575-602.

$$W(x) = \max_a \int_0^\infty (u(a) - Bc(x)) e^{-rt} dt$$

Utilité associée au rejet d'éléments nutritifs dans le lac

Coût de la pollution

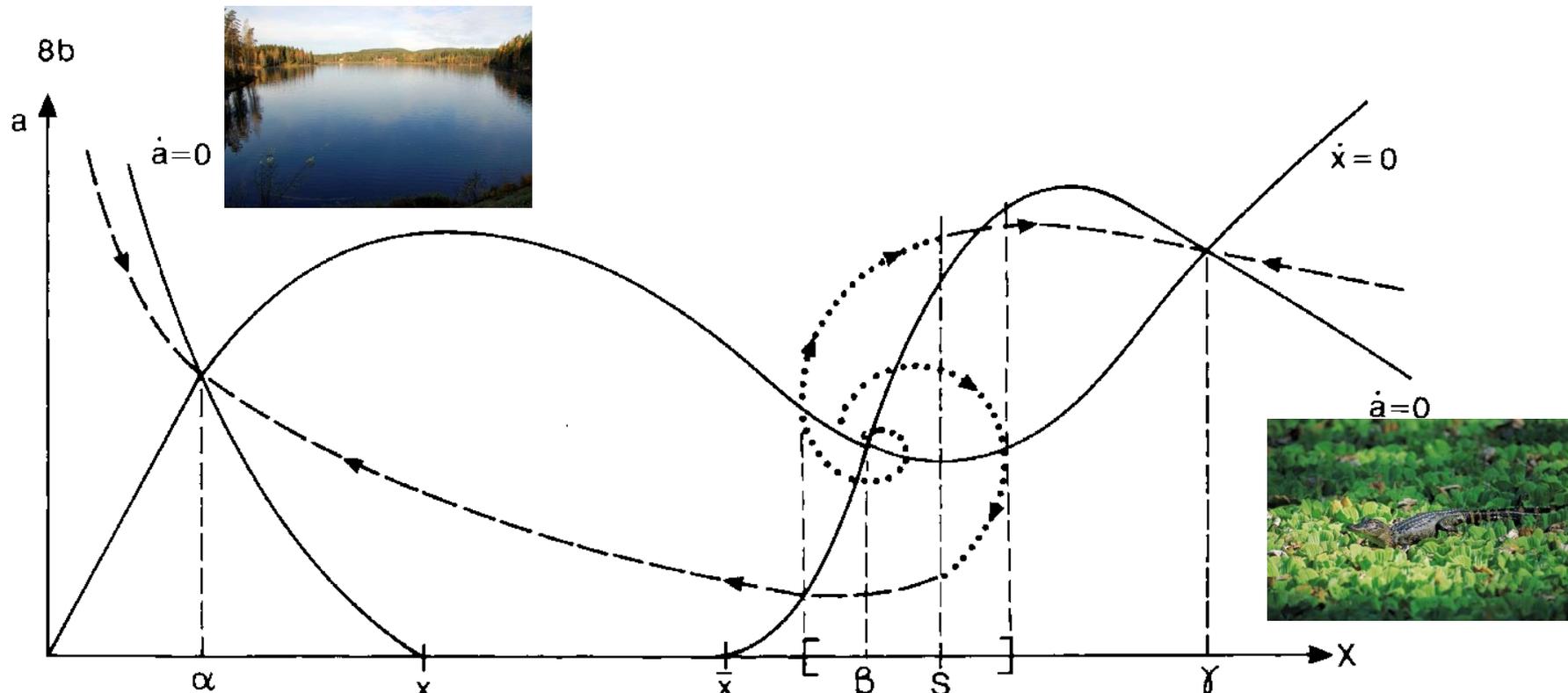
$$s.t.: \frac{dx}{dt} = a - bx + f(x); x(0) = x_0$$

Afflux de phosphore

Écoulement naturel

Dégagement/stockage de phosphore dans les sédiments

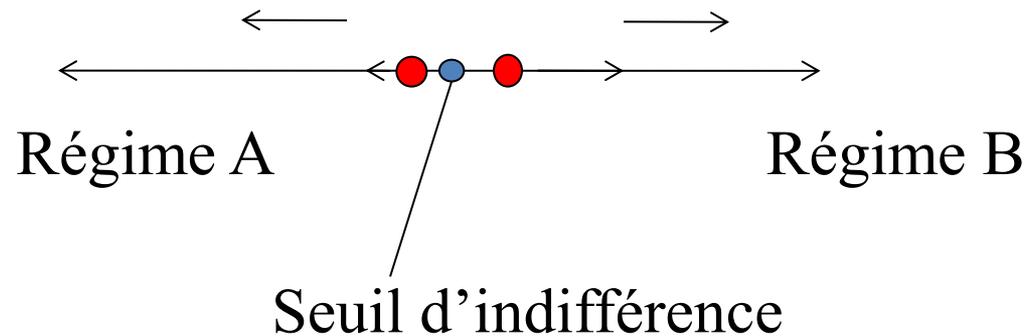
Seuil d'indifférence/ point Skiba



Seuil d'indifférence de Skiba: ensemble de conditions initiales pour lesquelles la société est indifférente entre un régime ou l'autre. Il peut consister en un point, une courbe ou un collecteur de dimension supérieure.

Dépendance historique

Les conditions optimales dépendent du passé.



Seuil écologique et seuil d'indifférence de Skiba

Écosystème



Seuil entre deux régimes écosystémiques

Régime A

Régime B

Niveau d'une variable importante

Seuil risque

La trajectoire optimale maintient ou restaure le régime A

La trajectoire optimale maintient ou restaure le régime B

Seuil d'indifférence de Skiba

Systeme social-écologique

Modifié a partir de Crépin et al, 2013

- Qu'est ce qu'un changement de régime?
- Gestion optimale avec changements de regime
- **Stratégies de gestion face aux changements de régime**
 - Les stratégies de mitigation
 - Les stratégies de transformation
 - Les stratégies d'adaptation

Stratégies de gestion face aux changements de régime

Comment calculer un taxe optimale?

Mäler et al 2003 (ERE)

- Lac en propriété commune où les riverains génèrent une pollution au phosphore
- Une taxe optimale sur l'apport de phosphore dépend de l'ombre coût du phosphore

$$\tau(t) = -\lambda(t) + \lambda_i(t).$$

Ombre coût social

Ombre coût privé

- Variation temporelle de la taxe
- Taxe constante

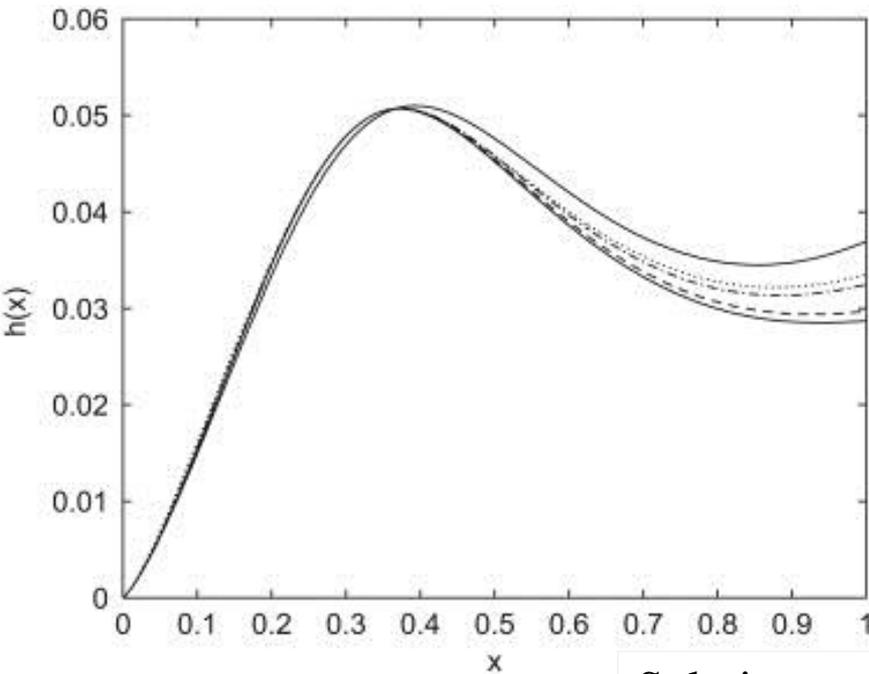
$$\tau^* = \frac{n-1}{a^*}$$

Nombre de communautés

Quantité optimale de phosphore ajoutée

- Ce niveau de taxe n'est optimal qu'en équilibre et le temps de convergence diffère entre les deux taxes. Plusieurs niveaux d'équilibre sont possible surtout avec un grand nombre de communautés

Fig. 5 Feedback profiles.



Pollution avec l'équilibre Nash (feedback) non régulé (courbe pleine) et pour une taxe fixe, proportionnelle, quadratique et cubique (autres courbes de haut en bas)

Un système de taxes plus complexe réduit les inefficacités

Table 1 Bien-être social individuel

Solution	Bien-être social	Différence relative
Gestion sociale optimale	-107.227	100.0%
Taxe cubique	-107.786645	62.2%
Taxe quadratique	-107.891307	55.2%
Taxe proportionnelle	-107.993973	48.3%
Taxe fixe	-108.018644	46.6%
Sans taxe	-108.709334	0.0%

Kossioris, Plexousakis, Xepapadeas, de Zeeuw, **On the optimal taxation of common-pool resources** Journal of Economic Dynamics and Control, Volume 35, Issue 11, 2011, 1868 – 1879.

Devons-nous revisiter les théories économiques sur les taxes?

Oui si la possibilité d'un changement de régime altère les résultats des théories économiques traditionnelles.

Voir aussi Crépin, Norberg et Mäler (2011, Ecological Economics) sur ce sujet.

Comment naviguer la possibilité de changement de régime?

(Crépin et al 2012, 2013)

Comparer les régimes et choisir le meilleur selon l'objectif de la société



Developper des **stratégies de mitigation** pour demeurer dans le régime désirable (un lac aux eaux limpides)

Developper des **stratégies d'adaptation** au nouveau régime (un lac aux eaux troubles)

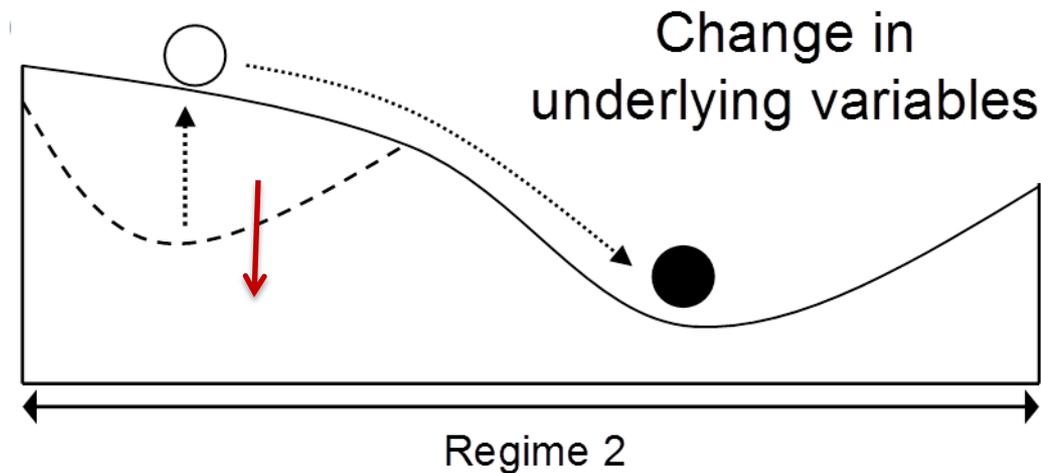
Développer des **stratégies de transformation** et provoquer activement un changement de régime (restauration du lac)

- Qu'est ce qu'un changement de régime?
- Gestion optimale avec changements de régime
- Stratégies de gestion face aux changements de régimes
 - **Les stratégies de mitigation**
 - Les stratégies de transformation
 - Les stratégies d'adaptation

Les stratégies de mitigation

Augmenter la résilience du système

- Utiliser sa connaissance du système pour gagner du temps en relâchant la pression sur le système.



The dilemma: precaution ou efficacité?

D'un côté il faut agir avec précaution pour éviter une situation déplorable (principe de precaution).



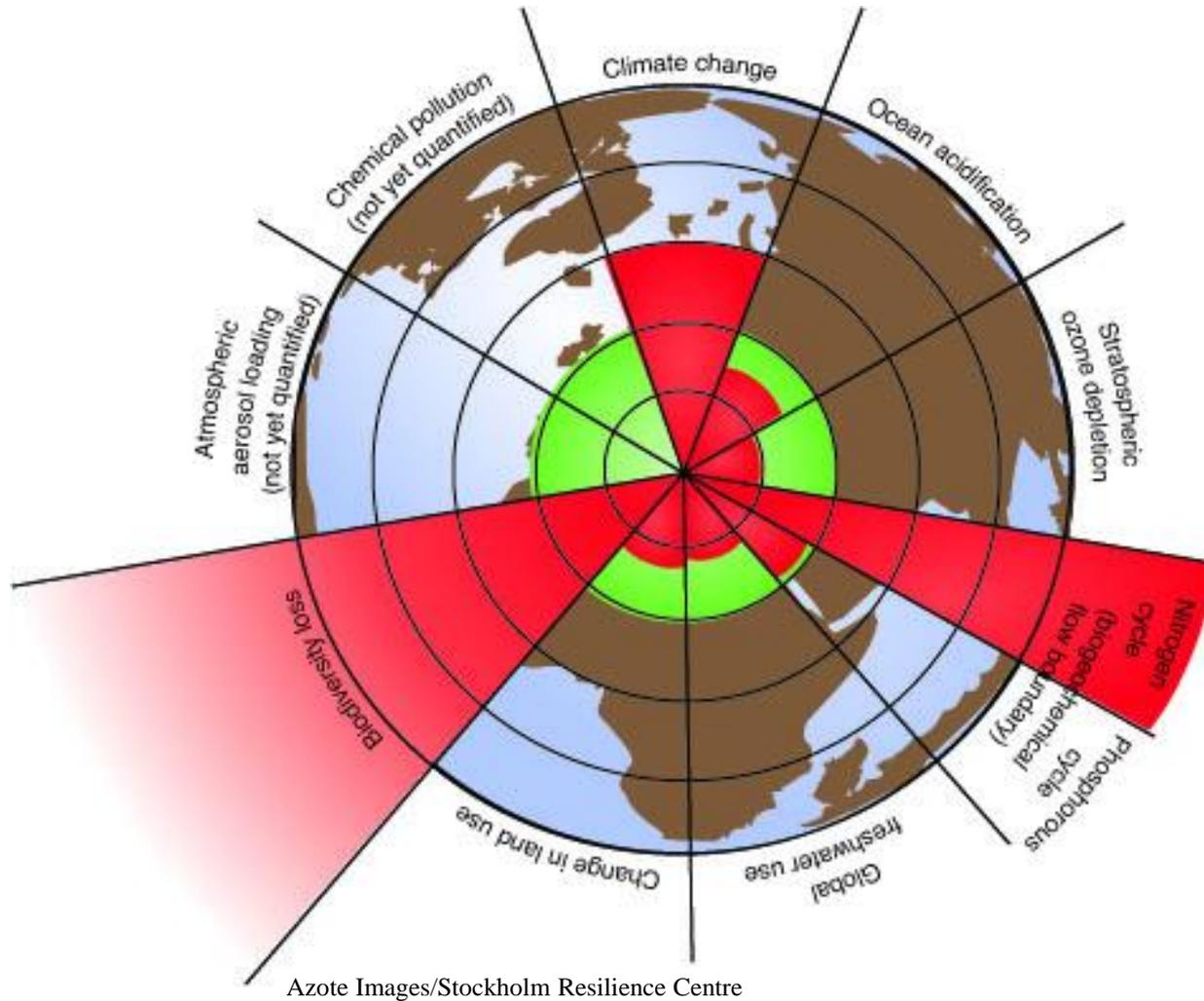
De l'autre côté, éviter un changement de régime peut créer des coûts et la perte d'opportunités de valeur considérable (perte d'efficacité)

Les changements de régime justifient-ils la précaution?

Polasky et al 2011

	Collapse du stock	Changement de dynamique du système
Probabilité endogène de changement	? Précaution vs exploitation intensifiée	Précaution
Probabilité exogène de changement	Exploitation intensifiée	Pas d'effet

Limites planétaires, un espace sécuritaire d'opération pour l'humanité

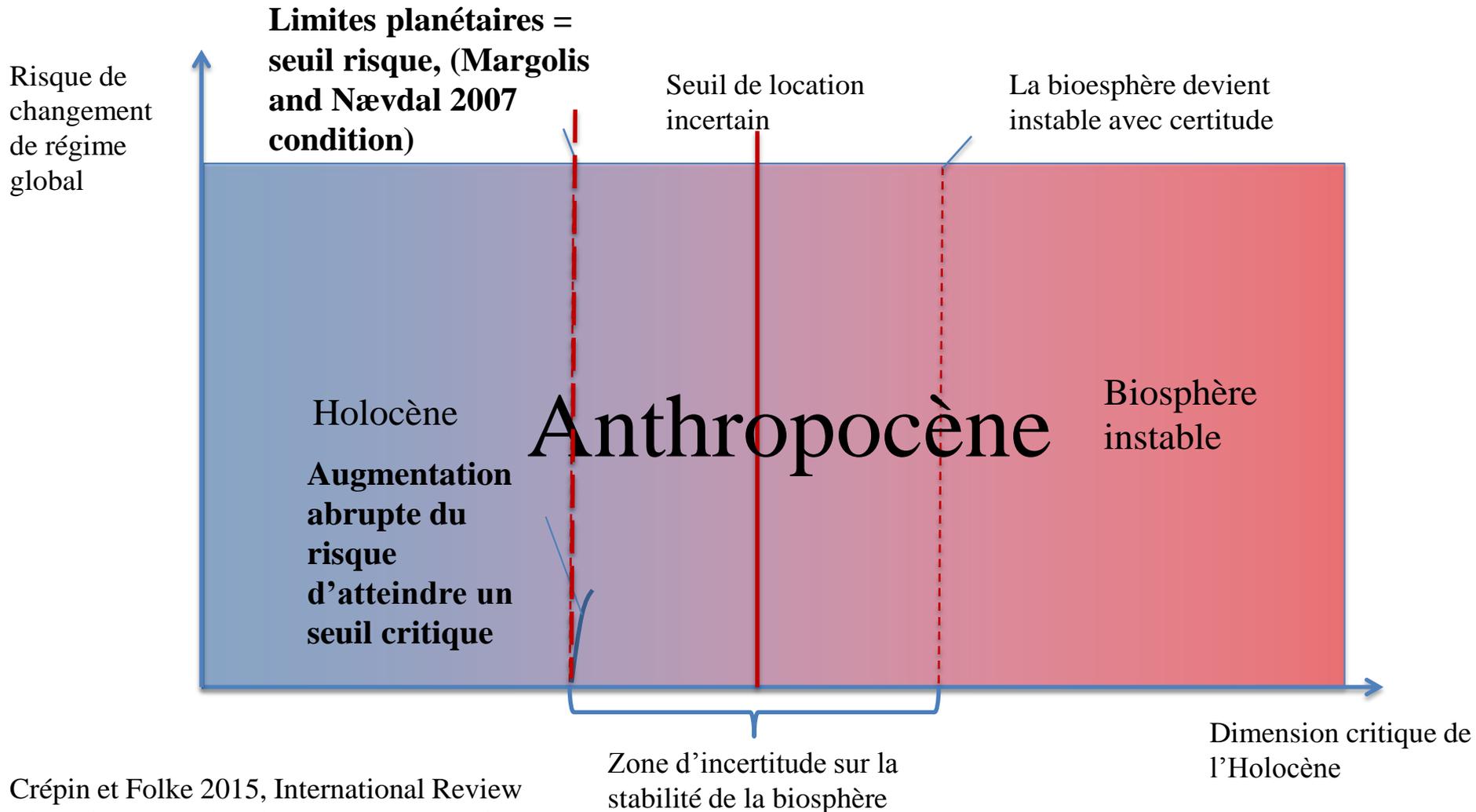


Devons nous essayer de demeurer dans les limites planétaires?

Le degré de précaution approprié dépend

- De la structure du risque
 - Risque ou incertitude? Incertitude → Standards de sécurité
 - Comment augmente le risque un fois le seuil de risque dépassé? Augmentation rapide → Standards de sécurité
 - Quel est l'effet des activités humaines sur le risque d'un changement de régime? → risque endogène → précaution
- Et des conséquences d'un changement de régime
 - Catastrophe → Standards de sécurité, précaution ou orgie
 - Réorganisation du système → Standards de sécurité, précaution
 - Conséquences limitées sur le bien-être humain? → moins de précaution.

Grande incertitude et larges impacts: standards de sécurité n'acceptant aucun risque



Comment les usagers réagissent-ils aux changements de régime?

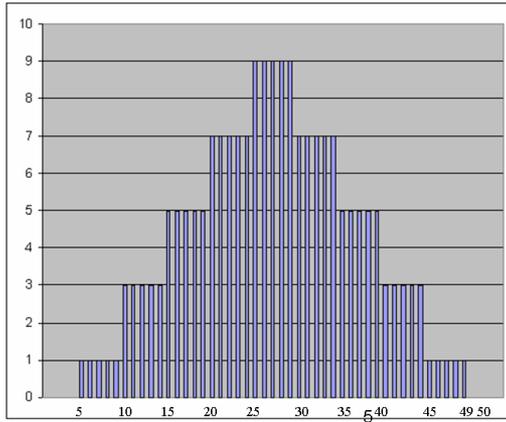
- Projet d'expérimentation en laboratoire et avec des usagers de ressources naturelles
- Comment les groupes d'usagers réagissent-ils à la perspective de changements abrupts?
- Étudiants en Suède et pêcheurs en Thaïlande et Colombie)



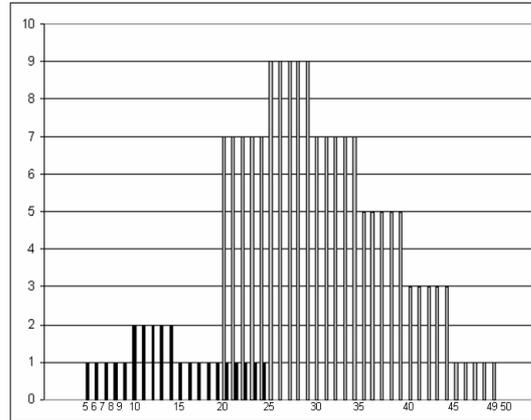
Photo: C Shill

La stratégie optimale est la même pour tous les traitements

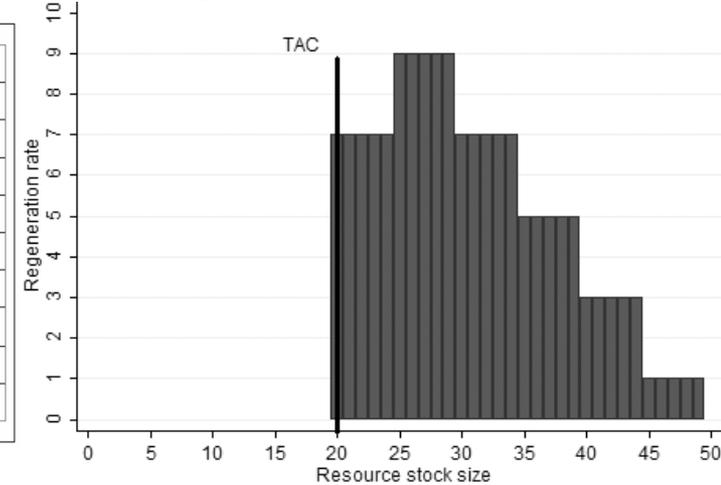
Pas de risque



Risque endogene de changement de régime

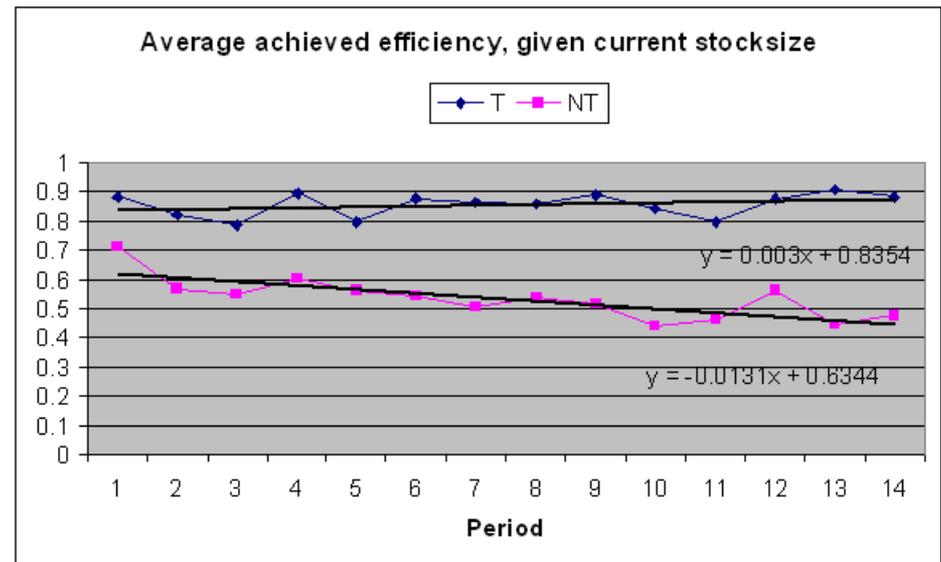


Quota au niveau du seuil

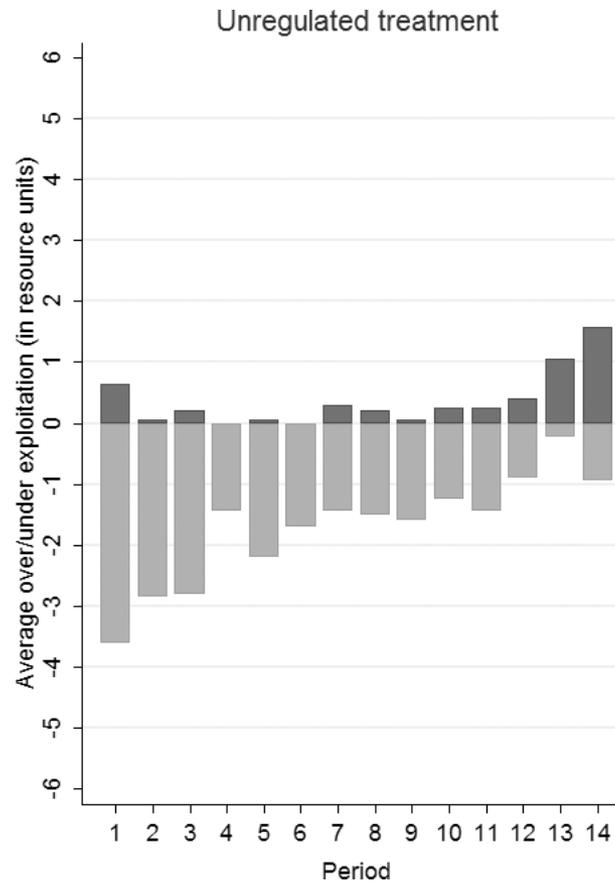
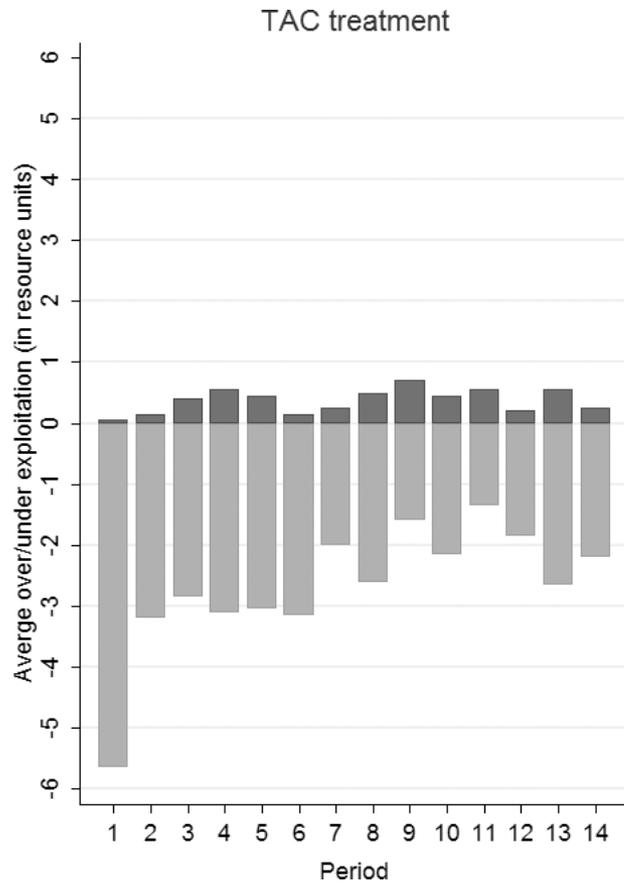


Mais les groupes faisant face à un risque de changement de régime gèrent mieux la ressource

Schill et al 2015
Lindahl et al en presse



- Même si on compare avec un quota



- Qu'est ce qu'un changement de régime?
- Gestion optimale avec changements de regime
- Stratégies de gestion face aux changements de régimes
 - Les stratégies de mitigation
 - **Les stratégies de transformation**
 - Les stratégies d'adaptation

Les stratégies de transformation

Politique de la "dinde froide" (Cold Turkey)

Heijdra and Heijnen 2013

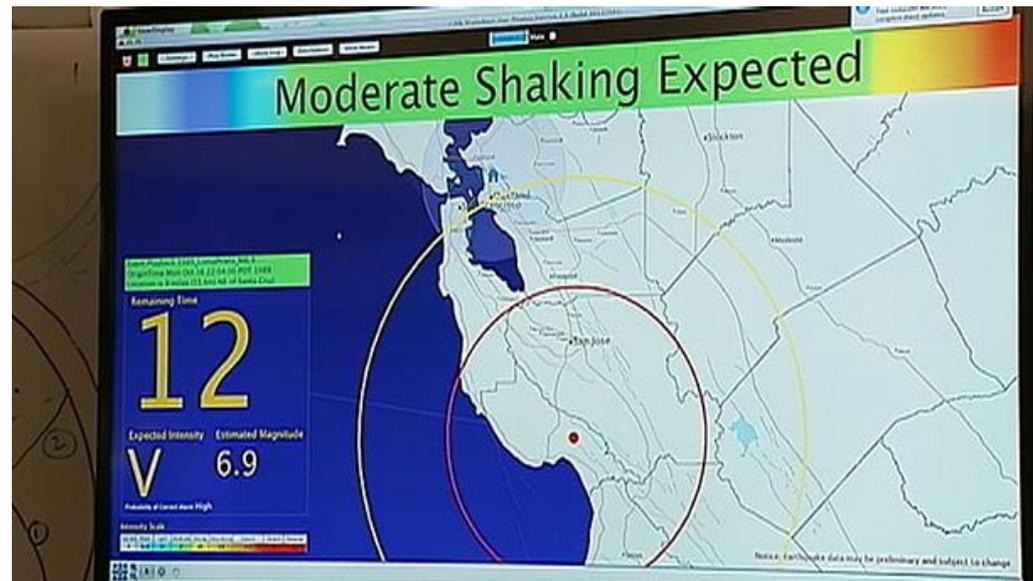
- **Situation nefaste** nécessitant un changement de régime
- **Mesure temporelle** pour limiter la pollution proposée par Heijdra and Heijnen (2013): Le plus gros choc nécessaire (impôt extrême) pour la plus courte période possible
- Une fois le changement de régime effectué, mise en place d'un **impôt traditionnel** assez élevé pour maintenir le régime désirable.
- Cette méthode fonctionne dans tous les systèmes économiques étudiés mais il peut y avoir un **effet secondaire sur le capital** qui peut soit faciliter soit obstruer la réforme.

- Qu'est ce qu'un changement de régime?
- Gestion optimale avec changements de regime
- Stratégies de gestion face aux changements de régimes
 - Les stratégies de mitigation
 - Les stratégies de transformation
 - **Les stratégies d'adaptation**

Les stratégies d'adaptation

Augmenter la résilience du système de gestion

- Mettre en place un système de détection précoce et un système de réponse en cas de risque augmenté
- Augmenter les connections entre institutions pour accroître les chances d'une réponse appropriée, efficace et rapide.



Augmenter la résilience du système de gestion

- Mettre en place un système légitime de redistribution des ressources pour compenser les effets d'un changement de régime



Gestion adaptative?

- Utiliser les opportunités d'en apprendre plus sur le système pour mieux répondre et s'adapter au changement
- Utiliser les fenêtres d'opportunités qui peuvent s'ouvrir lors du changement.
- Quel est le coût d'une erreur d'experimentation?
 - Changement irreversible?
 - A quelle échelle?
 - Possibilités de remplacement?



Conclusion

- Les changements de régime sont des phénomènes de plus en plus communs
- La gestion optimale avec changements de régime diffère des méthodes traditionnelles
- De multiples stratégies de gestion peuvent être combinées
 - Les stratégies de mitigation
 - Les stratégies de transformation
 - Les stratégies d'adaptation

Merci à C.Folke, O. Biggs, T. Lindahl, A. Xepapadeas, A. De Zeeuw,
J.C. Rocha, C. Schill

Merci de votre attention!
Dr Anne-Sophie Crépin

+46 8 673 95 40

annesophie.crepin@beijer.kva.se

www.beijer.kva.se

Financial contribution from the Ebba och
Sven Schwartz foundation is gratefully
acknowledged