

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



# CIPR et IUR: recommandations d'aujourd'hui et pour demain en matière de protection radiologique de l'environnement

F. Bréchnignac

Séminaire SFRP, Paris, 19-20 Juin 2012

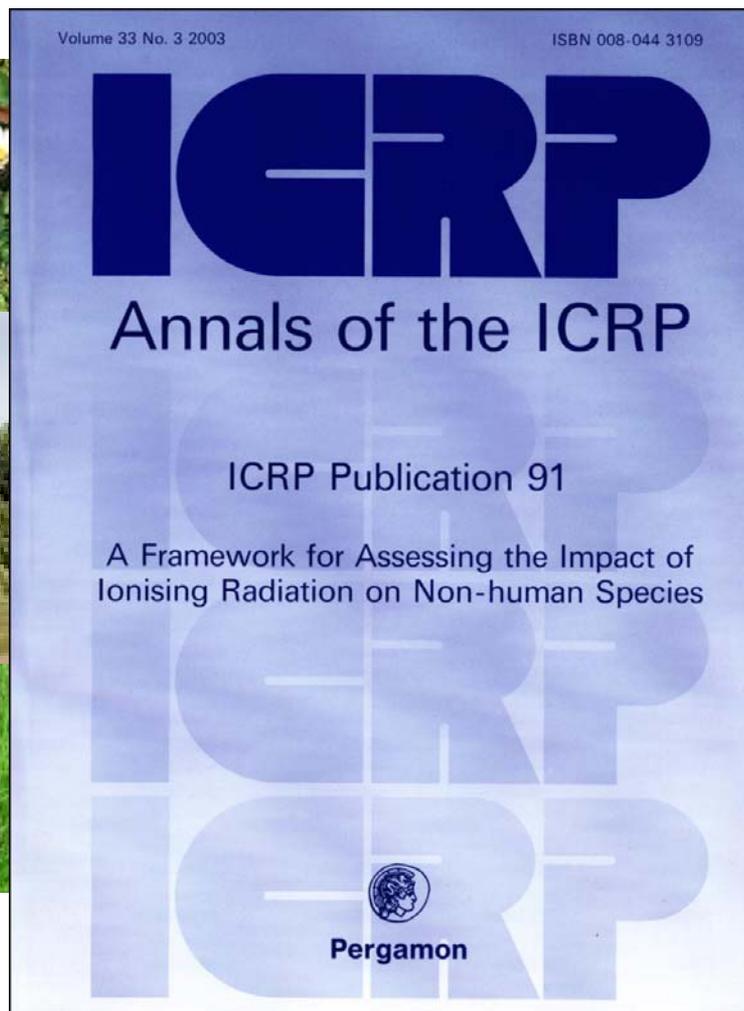


Système de management  
de la qualité IRSN certifié

# CIPR: concept « d'organismes de référence » ou RAPs



Terrestre



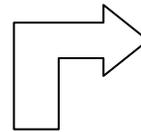
ue



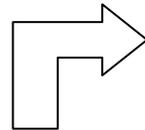
## CIPR: concept « d'organismes de référence » ou RAPs

- Typiques, accessibles, documentés, tailles et cycles de vie variés, relations dose-effet mesurables
- Entités génériques virtuelles, utilisées comme points de comparaison pour évaluer l'exposition et les effets
- Dispositif pour relier *l'exposition à la dose* & la *dose à l'effet* pour différents types d'animaux et de plantes
- Base de *comparaison*, pour formuler des *avis*, aider à la *prise de décision* dans différentes circonstances

## « L'approche organismes de référence » est fondée sur les réponses des individus



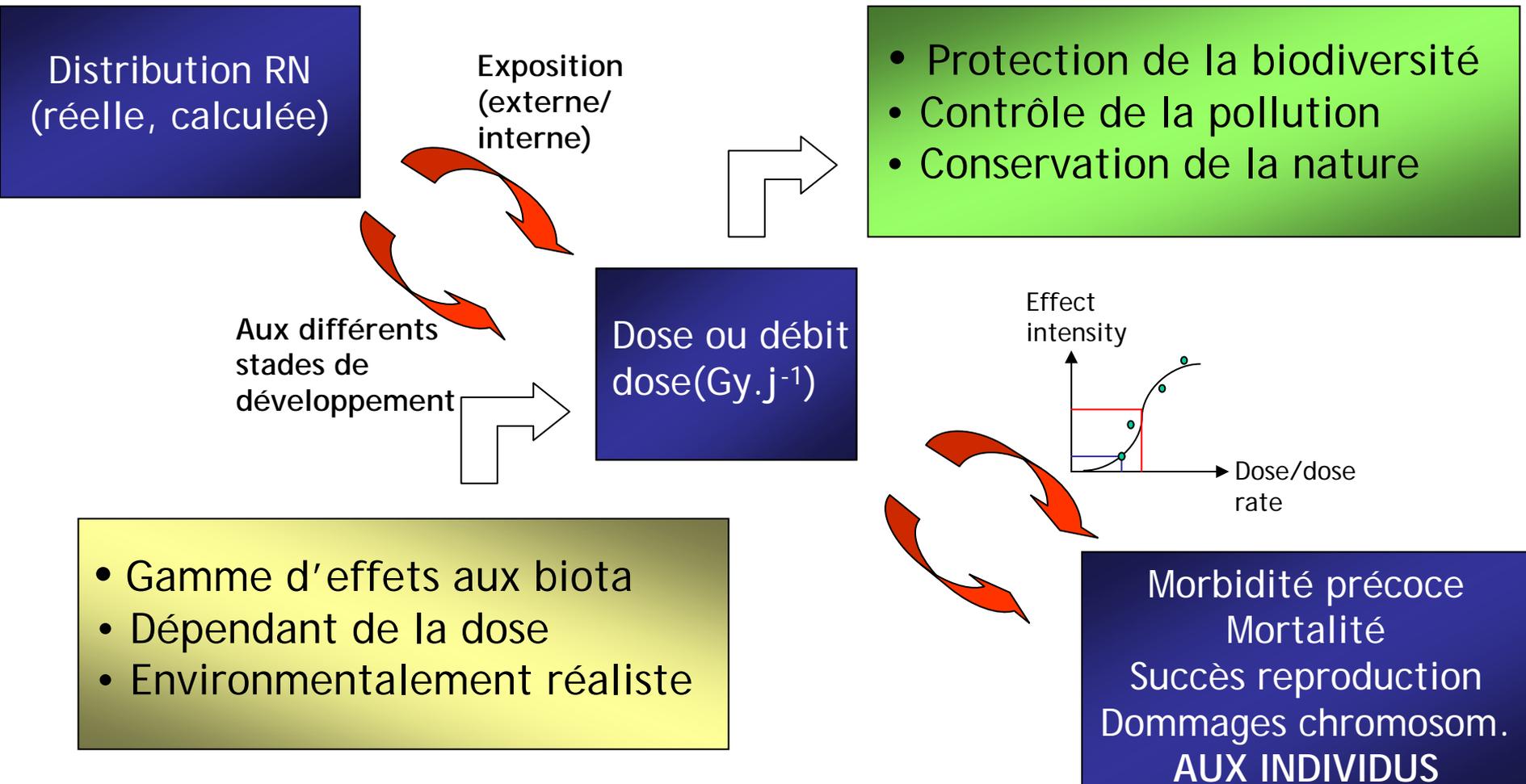
- Protection de la biodiversité
- Contrôle de la pollution
- Conservation de la nature



- Exposition-dose
- Dose-effet
- 12 Organismes de référence

- Gamme d'effets aux biota
- Dépendant de la dose
- Environnemental. réaliste

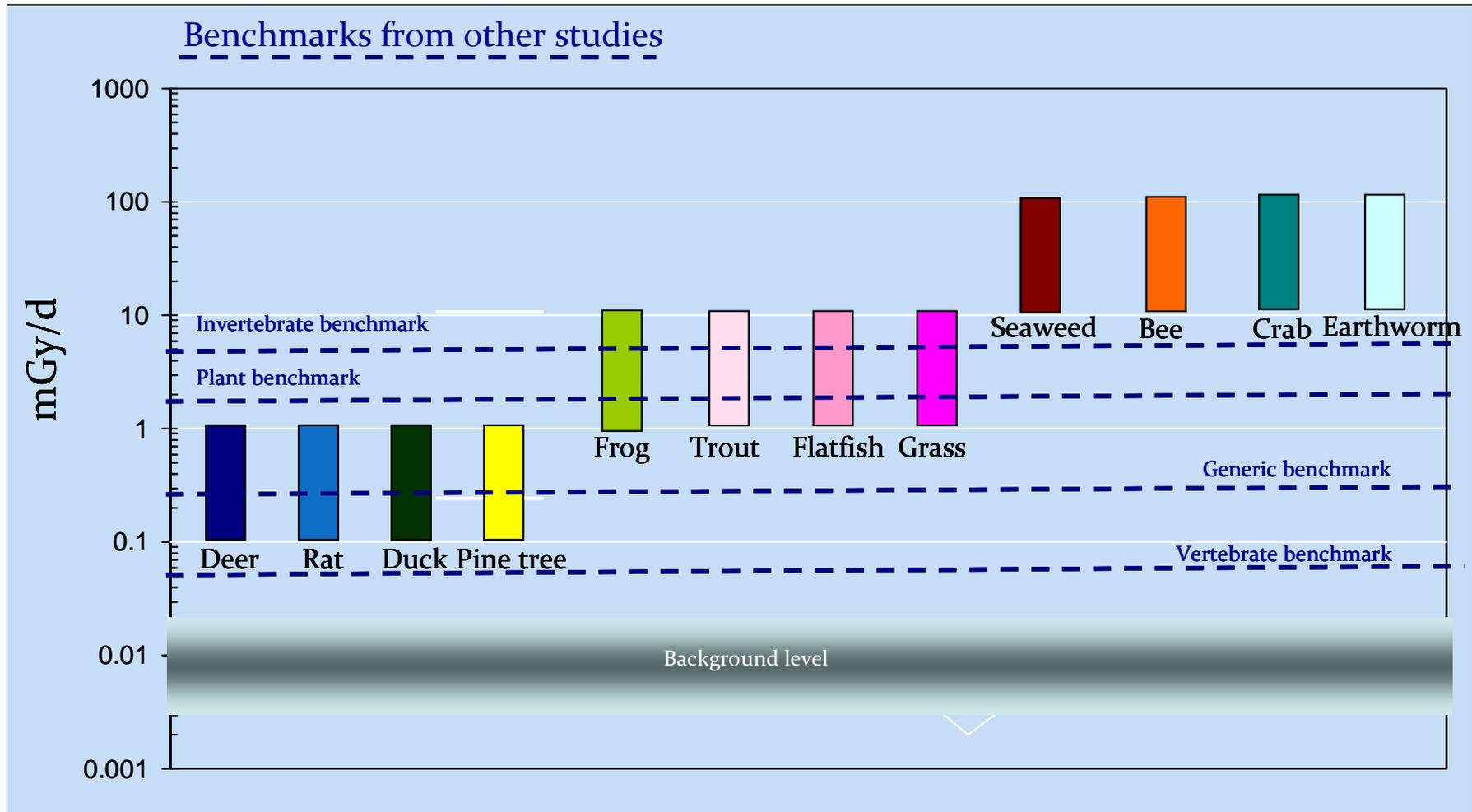
# « L'approche organismes de référence » est fondée sur les réponses des individus...



...dont est tirée une échelle de risques...

Dose rate (mGy d <sup>-1</sup> )	Reference Deer	Reference Flatfish
100 - 1000	Reduction in lifespan due to various causes.	Some mortality expected in larvae and hatchlings
10 - 100	Increased morbidity. Possible reduced lifespan. Reduced reproductive success.	Reduced reproductive success
1 - 10	Potential for reduced reproductive success	Possible reduced reproductive success due to reduced fertility
0.1 - 1	Very low probability of various effects	No information
0.01 - 0.1	No observed effects.	No information
< 0.01	Natural background	Natural background

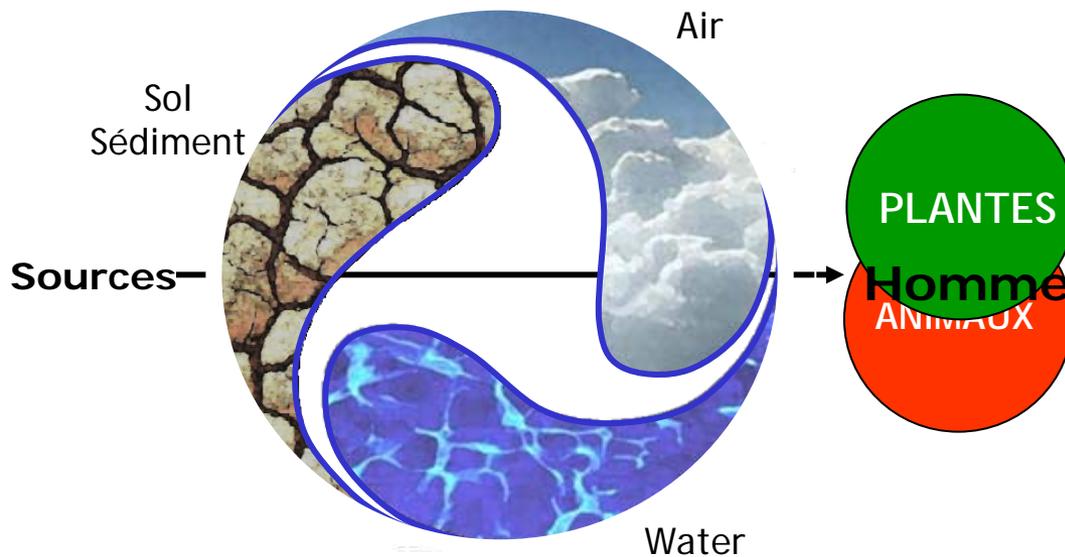
...traduite en « DCRLs »,  
ou « gammes de première attention »



# « Approche organismes de référence »: progrès d'une vision anthropocentrique à biocentrique

## *Environnement*

- Nature sauvage (faune et flore)
- Effets des radiations sur les animaux et les plantes sauvages
- Animaux et plantes en tant que cibles



**Transferts linéaires aux biota**

**Mais aussi, effets**

Radioécologie sert la radioprotection de l'homme et de l'environnement

## Approche biocentrique: fortement réductionniste

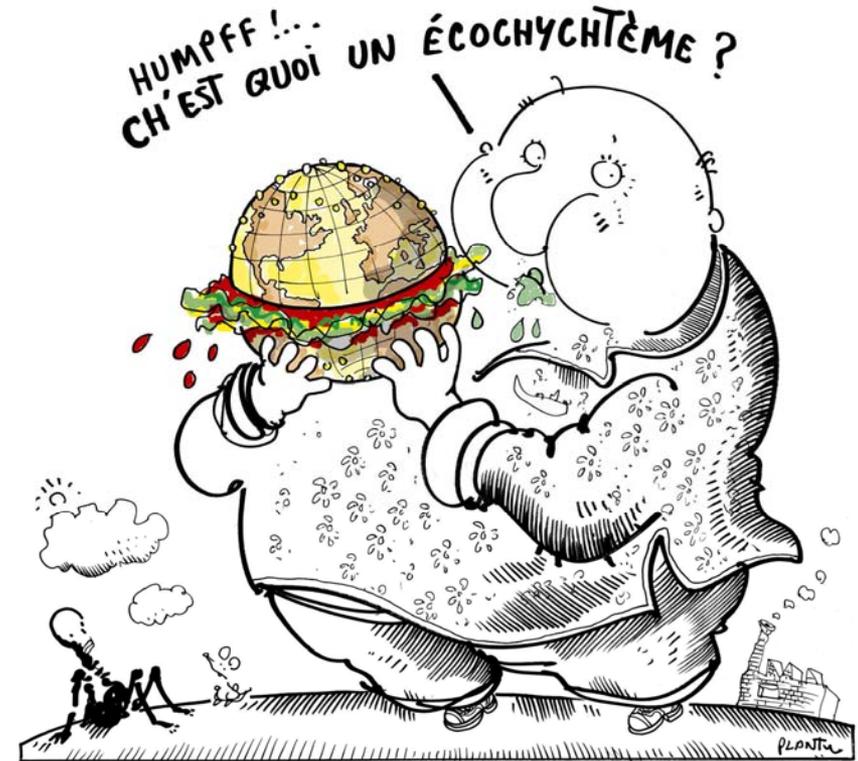
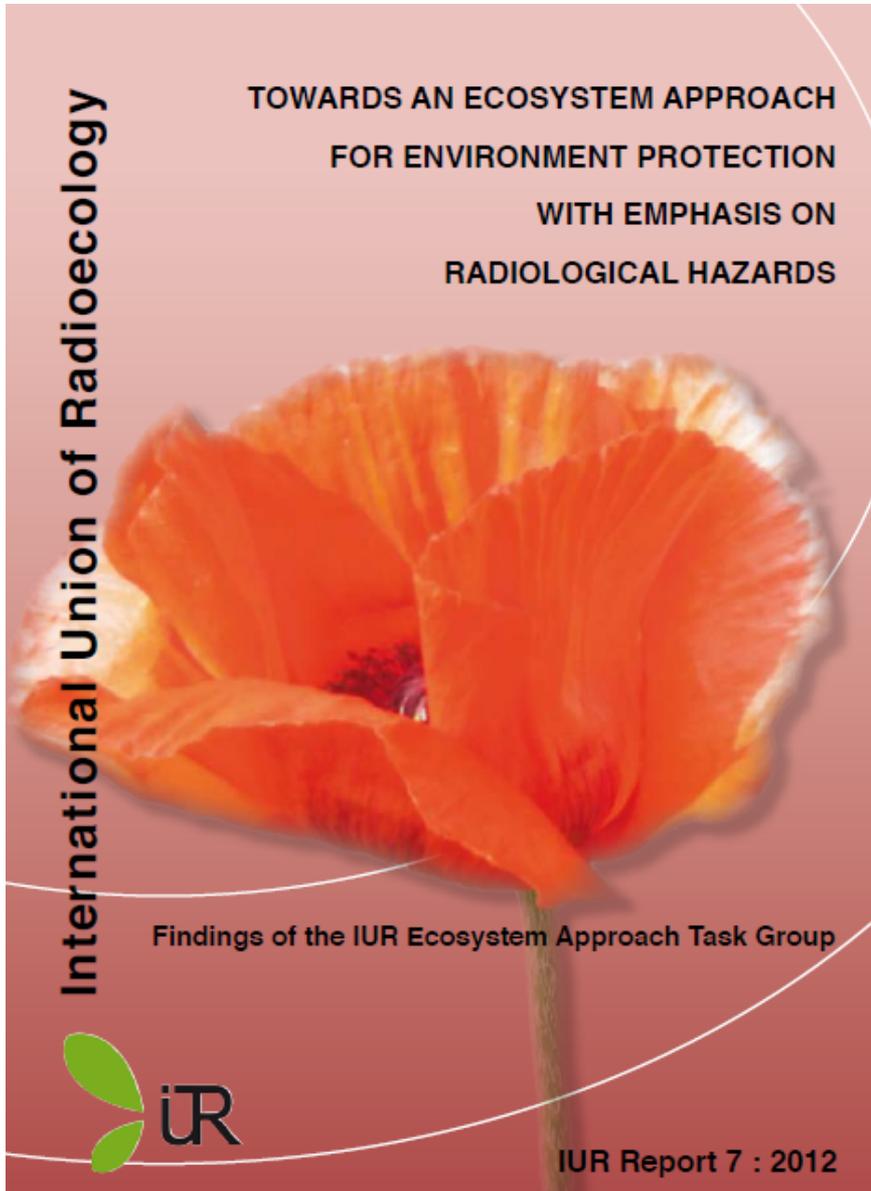
L'approche « organismes de référence » repose entièrement sur les **réponses des individus** aux radiations, sans considération des niveaux supérieurs d'organisation.

Dès lors:

La **méthodologie est décalée** par rapport aux objectifs de protection qu'elle est supposée servir (protection des populations et au-delà)

Elle ignore les **interactions entre espèces** qui gouvernent les impacts à l'échelle du système. Elle ne peut donc rendre compte de certains effets se manifestant à l'échelle des écosystèmes:

- Effets indirects, « cascade »
- Propagation trans-générationnelle des effets, des individus vers la population et l'écosystème



GT de l'IUR rassemblant compétences au-delà du seul champ des radiations

Rapport publié (distribution gratuite à tous les membres, cotisation à jour)

Commande possible à:

[www.iur-uir.org](http://www.iur-uir.org)

# L'approche biocentrique remplit partiellement les objectifs de la Protection de l'environnement

Ecotoxicology ↓

Approche organismes

Appr. Éco-systémique

Toxicologie

Ecology

**Organismes**  
(Physiol. parameters: mortality, morbidity, reproductive success, mutation)

**Communauté**  
(Structure, diversity, energy transfer efficiency, stability,...)

**Ecosystème effets**

DNA-RNA  
Membrane receptors  
Key enzymes

**Population**  
(Density, productivity, mating success, competitive alterations)

Xenobiotic introduction

Site of action

**Molécules**  
(Biotransformation parameters)

**Cellules**  
(Biochemical parameters)

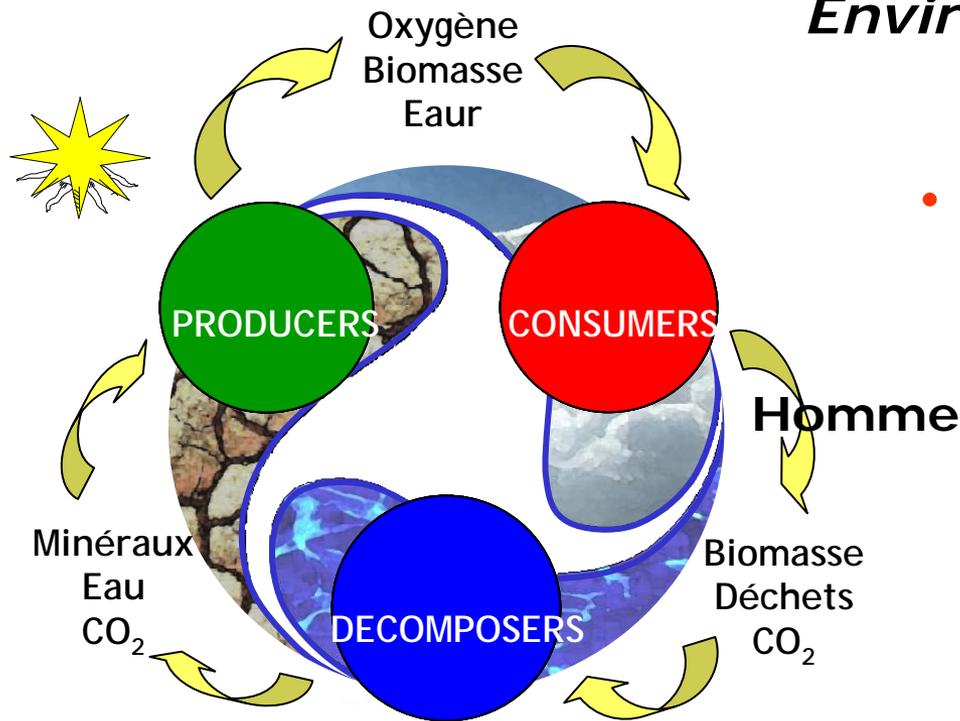
Génome héritable, homéostasie

Traits historiques, non-linéarité, comport. chaotique, attracteurs

## L'approche écosystème est appliquée dans de nombreux domaines, hors champ des radiations

- Recommandée par les utilisateurs et les managers du risque
  - Pêches (FAO, 2003; NOAA, 2003)
  - Côtes marines (English nature, 2004)
  - Foresterie (IUCN, 2004)
- Recommandée dans les accords et conventions internationales
  - **Convention on Biological Diversity** (UNEP-CBD, 2004)
  - Water Framework Directive (EC, 2000)
  - OSPAR (Bergen statement, septembre 2010)
  - UNEP (en lien avec la révision de l'IBSS de l'AIEA, Juin 2010)

# Qu'est-ce que « l'approche écosystème » ? Vers une vision écocentrique



## *Environnement Incluant l'homme*

- **Ecosystème** = biotope + biocénose
  - **Services** (recyclage déchets, approvisionnement en ressources, ...)
  - **Support de vie** (recyclage de l'eau, biorégénération de l'air, production de biomasse, ...)

# L'approche écosystème rend compte des effets indirects (ex: réponse à une irradiation UV)



Irradiation UV d'une population isolée de diatomées

Irradiation UV d'un système écologique diatomées-chironomes en interaction trophique

**réduction**

**stimulation**

Densité de population diatomées

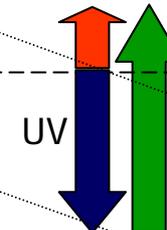
Densité de la population isolée, sans interaction trophique



Effet net = stimulation

Chironomes sont plus radio-sensibles

Densité de population avec interaction trophique, les chironomes se nourrissent des diatomées



Suppression de la pression de prédation

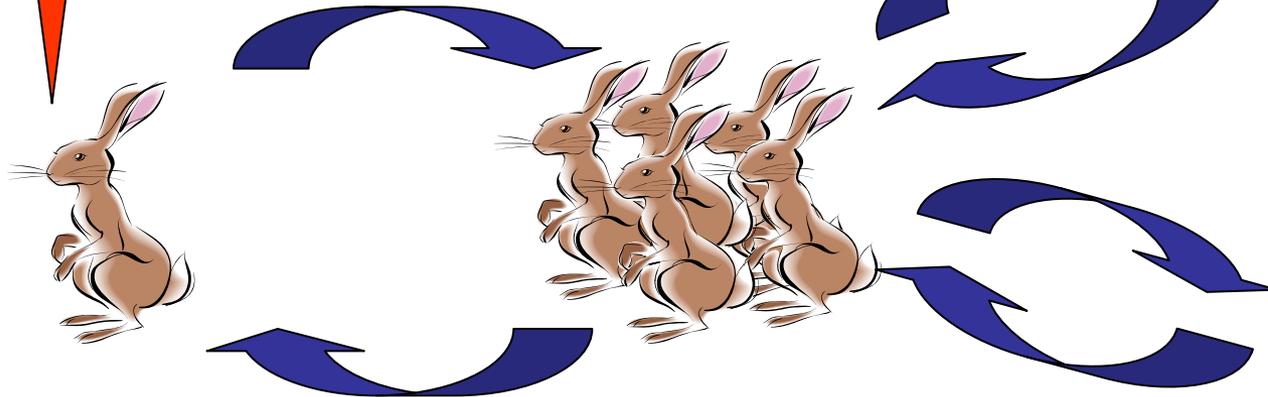


M.L. Bothwell, et al. (1994) Ecosystem response to solar ultraviolet-B radiation: Influence of trophic level interaction. Science 265; 97-100

# L'approche écosystème prend en compte les niveaux supérieurs d'organisation...

Approche org. de référence :  
données toxicol. aux  
organismes individuels

- Mortalité individuelle
- Fertilité
- Fécondité
- Mutations



Approche écosystème:

- Autres cibles, plus intégrées
- à déterminer...



Toxicologie

Ecologie

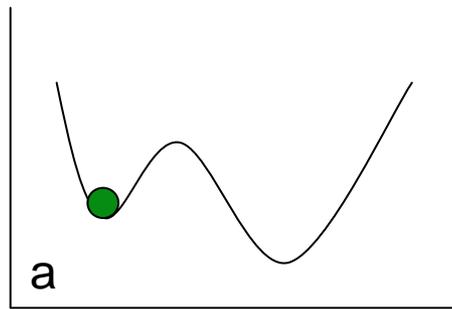
Ecotoxicologie

Adapted from Constanza *et al.*, 1997; Curtis, 2004

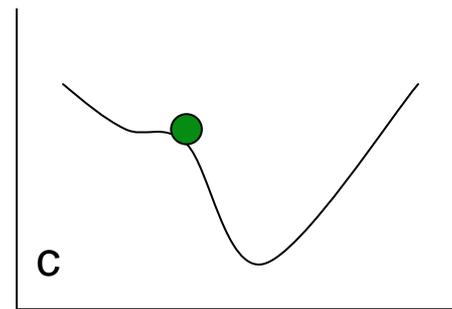
# L'approche écosystème devrait pouvoir rendre compte du concept de résilience

## Résilience:

- Capacité de l'écosystème à absorber la pression d'une perturbation sans dommages apparents
- Propriété émergente liée à la complexité



Ecosystème très résilient



Ecosystème peu résilient

Différents niveaux critiques de perturbation maximale sans effet ?

## Priorités en recherche identifiées

- Etudier les impacts à l'échelle écosystème (top-down): **interactions entre populations**, sensibilité aux modifications affectant les populations, cibles d'effet intégrées, ...
- Améliorer les études à l'échelle des organismes individuels et des espèces (bottom-up) en ciblant mieux **les effets écologiques pertinents**: groupes fonctionnels/taxons manquants, différences de radiosensibilité,...
- Promouvoir les **études de terrain** et les croisements de disciplines et d'approches : Tchernobyl, mines, Fukushima, études « gradient » plutôt que « témoins », rassemblement de généticiens, biologistes moléculaires, écologistes spécialistes des systèmes et de l'architecture du paysage,...



# Recommandations pour la radioprotection

- Promouvoir le **dialogue** entre les évaluateurs et les gestionnaires du risque environnemental
- Développer des **cibles fonctionnelles d'effets**, plus intégrées, pour élargir le champ au-delà du niveau de l'organisme
- Incorporer une meilleure **contextualisation écologique** dans l'approche organismes de référence
- Promouvoir une **cohérence globale** à travers toute l'étendue de la recherche écologique et de la gestion environnementale

