



INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

“Protection de l’environnement sous différentes situations d’exposition”

*les grandes lignes de la future publication de la CIPR
issue du TG82 (C4-C5) - publication 124*

Jacqueline Garnier-Laplace

IRSN/PRP-ENV/SERIS, Cadarache, France
Membre du C5 2013-2017
jacqueline.garnier-laplace@irsn.fr

GT-CIPR, 12 décembre 2013, Paris



Sommaire

1. Quelques éléments de contexte: Pourquoi? Dans quels cas? Dans quels cadres?
2. L'approche de la CIPR pour la radioprotection de l'environnement : Quelle est elle? Comment la mettre en œuvre? Quels sont ses atouts? Quelles sont ses limites?
3. Les éléments clefs de la future publication
4. Les perspectives

Pourquoi? Les principales justifications de l'émergence de ce domaine

- Nécessité de disposer d'une évaluation globale de la protection et des dommages le cas échéant, des ressources naturelles, quel que soit le(s) stresser(s) considéré(s): protection de l'environnement intégrée
- Législation en croissance pour la protection de la biodiversité et des habitats naturels, notamment au niveau européen avec les directives cadres (e.g., DCE, DCSMM- atteinte bon état écologique 2015 et 2020 respectivement), intégrant/renvoyant à de nombreux textes (e.g., directives "oiseaux" 79/409 et "habitats, faune, flore" 92/43 (réseau Natura 2000), convention pour la diversité biologique, conventions de mers régionales - *OSPAR, HELCOM, Barcelona...*)
- Certaines de ces législations traitent explicitement des substances radioactives (e.g., OSPAR, London Convention); pour les cas "implicites", il y a des différences d'interprétation par les états membres (e.g., England & Wales pour l'évaluation du risque radiologique pour les sites Natura 2000)

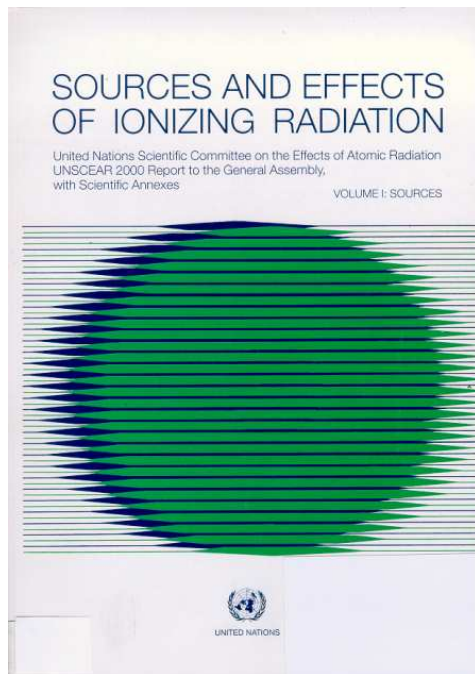
Pourquoi? Les principales justifications de l'émergence de ce domaine

- Un manque d'harmonisation entre les modes de gestion de la radioprotection de l'environnement et ceux préconisés pour la protection de l'environnement au sens large pour laquelle diverses réglementations existent.
- La nécessité de disposer d'une méthode pour démontrer explicitement que l'environnement est protégé des effets délétères liés à la présence et/ou aux rejets de substances: la méthode adoptée est l'évaluation du risque environnemental pour les radionucléides (RNs), à l'instar de ce qui existe pour les substances chimiques.
- Au final, l'approche pour la radioprotection de l'environnement doit être:
 - cohérente avec, et donc conforme aux demandes réglementaires déployées aux niveaux national voire régional
 - cohérente pour toutes les industries; cohérente avec ce qui existe pour le contrôle de la pollution et la réduction des émissions de substances à la source
- Cette démonstration s'intègre au sein de l'évaluation d'impact environnemental d'un projet (directs, indirects, temporaires et permanents) - niveau de pollution de l'air, du sol et de l'eau, habitat, faune et flore, climat

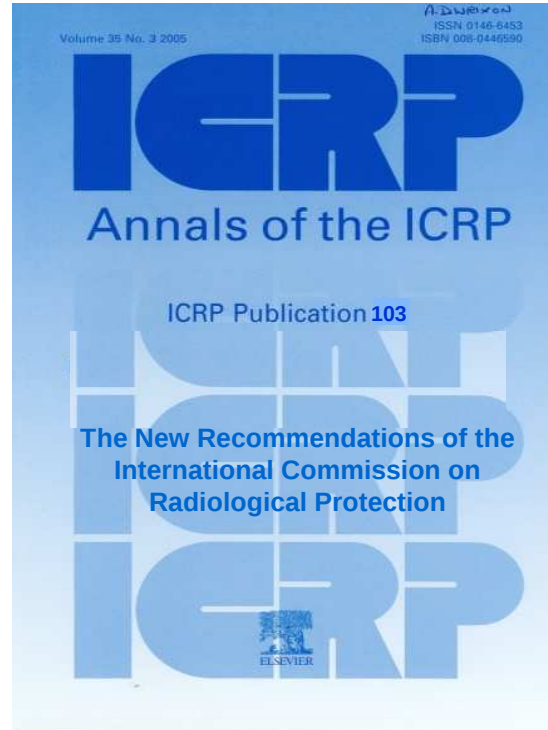
Dans quels cas démontrer?

- Quels cas nécessitent une démonstration?
 - Modification du statut d'une aire géographique vis à vis de la problématique de conservation (e.g., nouvelle aire Natura 2000 près d'un site nucléaire existant)
 - Dans le cadre du dossier d'étude d'impact environnemental de tout pétitionnaire déposant auprès des autorités une demande de création, de modification, d'arrêt et de démantèlement: (en France, le contenu des EIE des INB, tout comme des ICPE, est régi par l'article R.122-4 du Code de l'Environnement)

Le cadre à la base du formalisme de la RPE



UNSCER, 2008. Vol. II. Sources of ionizing radiation United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly, with scientific annexe E. United Nations, New-York, 2011. (update of the 1996 review)



ICRP Publication 60, 1991

ICRP Publication 91, 2003

ICRP Publication 103, 2007

ICRP Publication 108, 2008

ICRP Publication 114, 2009

ICRP Publication 124, sous presse

IAEA Safety Standards

for protecting people and the environment

Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards

INTERIM EDITION

General Safety Requirements Part 3
No. GSR Part 3 (Interim)



IAEA 2011. International BSS, remplace BSS 1996, intègre ICRP 103

IRSN

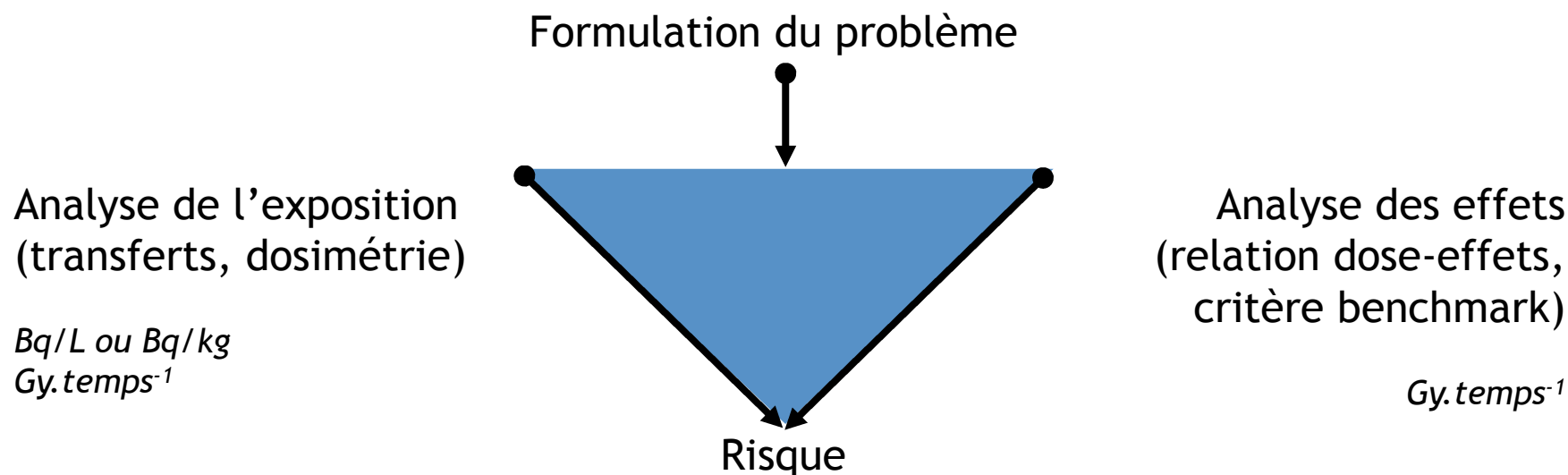
Le contexte réglementaire en évolution : ...en Europe,...

- Dernière version du projet de nouvelle directive BSS EURATOM (en date du 24 mai 2013, adopté par le Groupe des Questions Atomiques le 29 mai 2013, par le Conseil de l'Union Européenne (COMité des REprésentants PERmanents) le 27 novembre 2013, puis par le conseil des ministres de l'UE le 5 décembre 2013 pour une adoption définitive): Pour les aspects relatifs à la protection de l'environnement, article 16
 - « (16) *The contamination of the environment may pose a threat to human health. The Community's secondary legislation so far has regarded such contamination only as a pathway of exposure to members of the public directly affected by radioactive effluent discharged to the environment. While the state of the environment can impact **long-term human health**, this calls for a policy protecting the environment against the harmful effects of ionising radiation. For the purpose of long-term human health protection, **environmental criteria** based on internationally recognised scientific data (such as published by EC, ICRP, UNSCEAR, IAEA) should be taken into account. »*
- En France, vers une décision de l'ASN sur la protection de l'environnement avec la prise en compte des réflexions menées sur la stratégie de surveillance de l'environnement ? (ASN-DEU - présentation SFRP juin 2012)
- Examen en GPRADE des recommandations de l'IRSN sur le sujet (saisine ASN 2014)

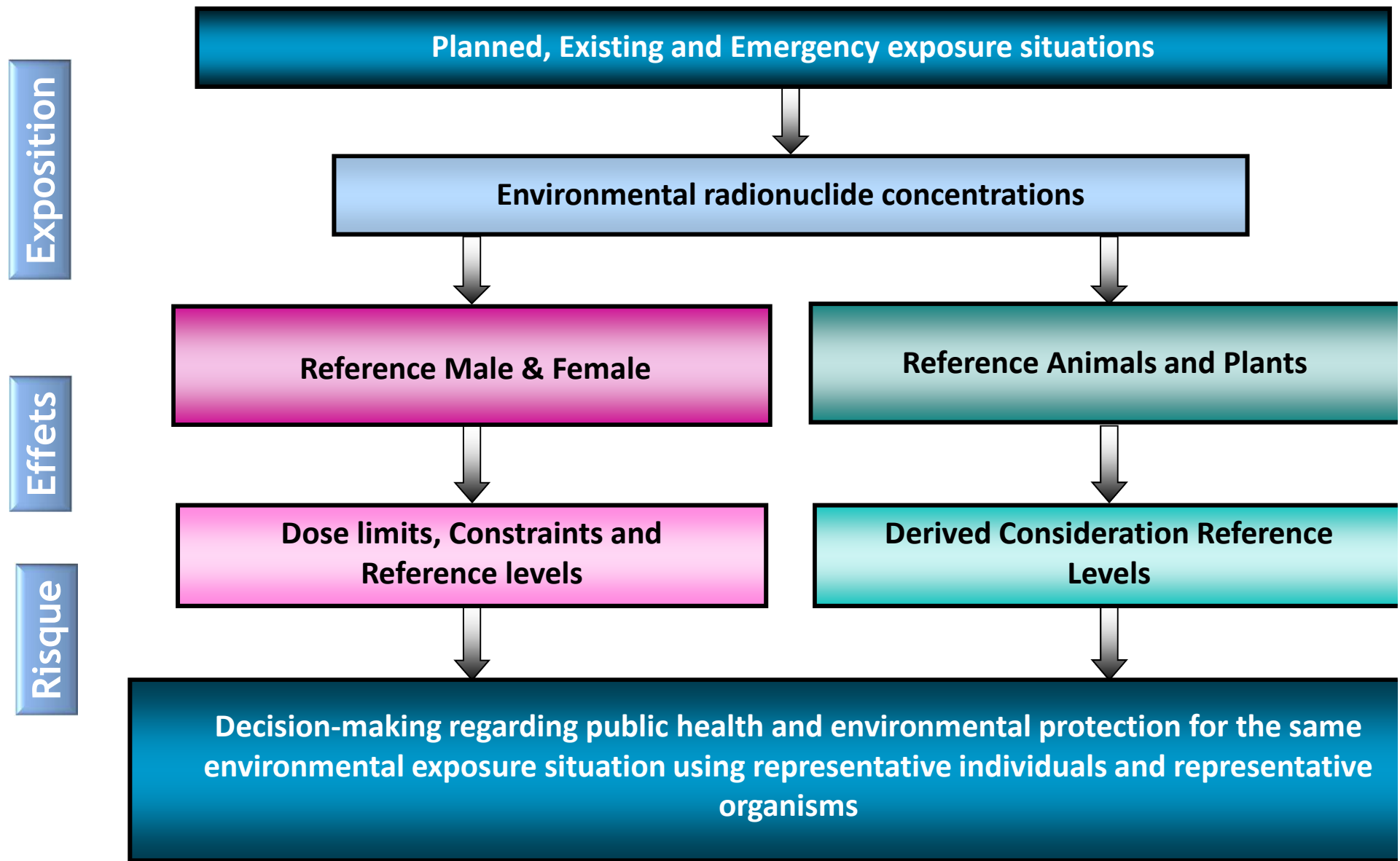
La mission du Comité 5 de la CIPR

*“C5 is concerned with radiological protection of the environment. It will aim to ensure that the development and application of **approaches to environmental protection are compatible with those for radiological protection of man**, and with those for protection of the environment from other hazards”*

- Définition du Risque écologique (**sanitaire**): incidence et sévérité des dommages (effets sur la santé) susceptibles d'apparaître dans l'écosystème (**membres du public**) suite à l'exposition (irradiation, contamination) réelle ou prévue aux substances radioactives avec évaluation des incertitudes

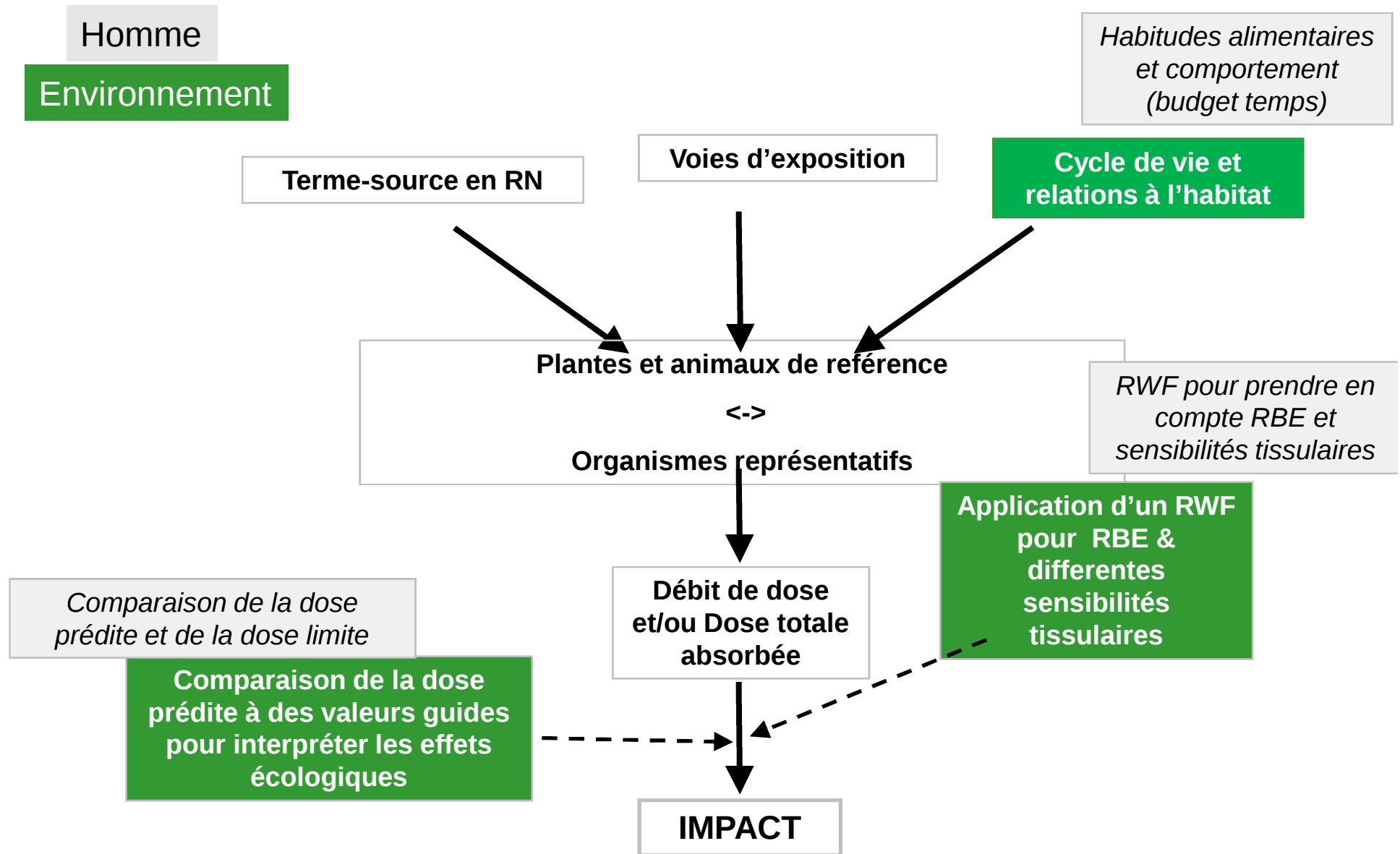


Points de compatibilité RP homme et Environnement



Courtesy of J. Pentreath

Evaluation de l'impact dosimétrique aux espèces sauvages



Les productions majeures de la CIPR sur le sujet avant la Pub124

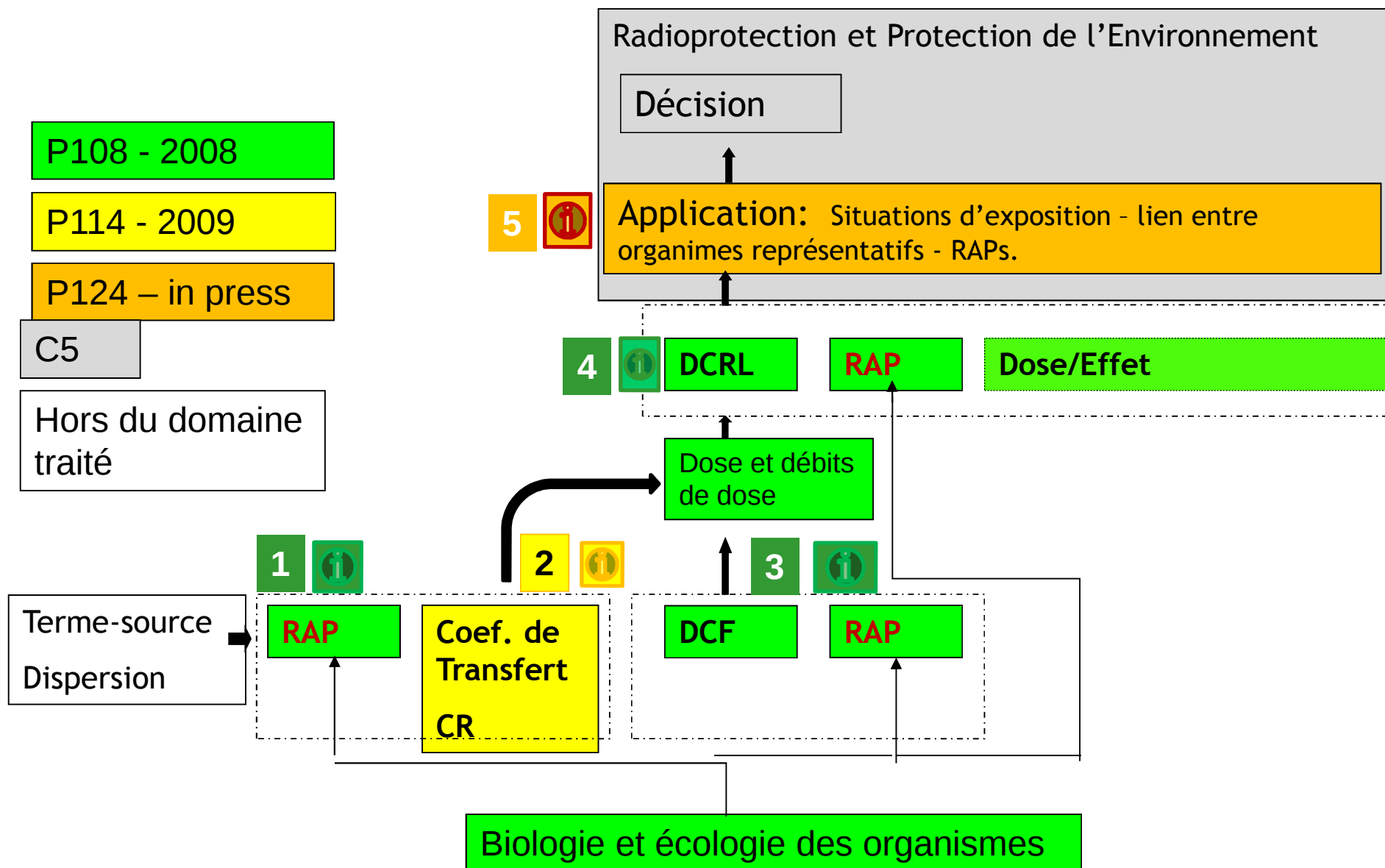
- ICRP, 2003. ICRP Publication 91. Ann. ICRP 33 (3).
 - Présente et discute le problème sur le plan éthique et introduit les grandes lignes de cadrage

- ICRP, 2007. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37(2-4).
 - Recommande explicitement la protection de l'environnement
 - (30)aim is...preventing and reducing the frequency of deleterious radiation effects to a level where they would have negligible impact on the maintenance of **biological diversity**, the **conservation of species**, or the health and status of **natural habitats, communities and ecosystems**.
 - Introduit et fixe les grandes lignes du concept d'animaux et plantes de référence (RAP) et de l'approche les mettant en oeuvre

- ICRP, 2008. Environmental Protection - the Concept and Use of Reference Animals and Plants. ICRP Publication 108. Ann. ICRP 38 (4-6).

- ICRP, 2009. Environmental protection: transfer parameters for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 114. Ann ICRP 39 (6).

Comment s'articulent-elles pour implémenter l'approche CIPR?



■ Entités hypothétiques servant de points de référence

- Principes et objet similaires à la presonne de référence
- Définis sur les plans anatomiques, physiologiques et par ses traits d'histoires de vie
- Modèles conceptuels permettant d'examiner la dosimétrie pour les différents stades du cycle de vies et pour des espèces constratées (en exposition, en géométries...)
- Permet ensuite de relier dose et effets et effets/consequences pour diverses espèces et leur stade de vie

■ Un premier cadre pour collecter les données d'effets et construire une feuille de route afin de prioriser les actions de R&D pour combler les lacunes

■ MAIS les RAPs ne sont pas nécessairement les objects de la protection. Les cibles à protéger sont:

- La biodiversité, les espèces, l'état écologique des habitats naturels, les communautés, les écosystèmes
- Toutes les cibles de protection sont reliées aux organismes vivants et aux populations ou à des niveaux d'organisation supérieurs, plus rarement aux individus (sauf cas des espèces en danger)

■ D'où le concept d'organismes représentatifs introduit plus tard (Pub124)

Les RAPs: qui sont-ils?

Terrestres	Eaux douces	Eaux Marines
Pin <i>pinacae</i>	grenouille (adulte, oeuf, têtard) <i>ranidae</i>	Poisson plat (adulte, oeuf) <i>pleuronectidae</i>
Abeille (adulte, colonie) <i>apidae</i>	Truite (adulte, oeuf) <i>salmonidae</i>	Crabe (adulte, oeuf, larve) <i>cancridae</i>
Ver de terre (oeuf, adulte) <i>lumbricidae</i>	Canard (adulte, oeuf) <i>anatidae</i>	Algue brune <i>cyclosporeae</i>
Herbe (meristème, grass spike) <i>poaceae</i>		
Cerf (jeune, adulte) <i>cervidae</i>		
Rat <i>muridae</i>		

La CIPR 108 balaie leurs caractéristiques biologiques et écologiques (répartition, taxonomie, cycle de vie, stratégie reproductive, physiologie....) et rassemblent les données d'effets biologiques des rayonnements ionisants

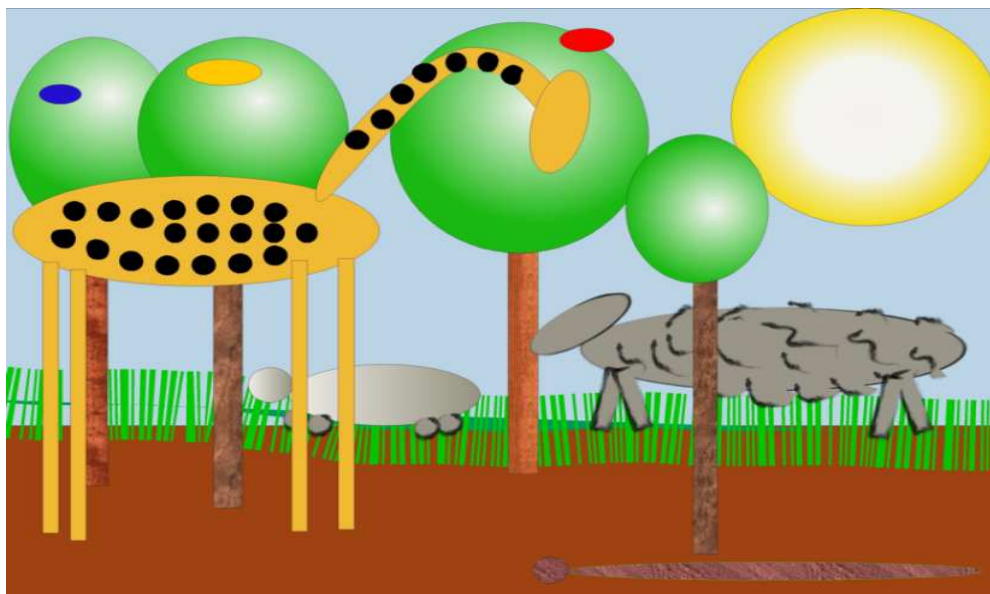
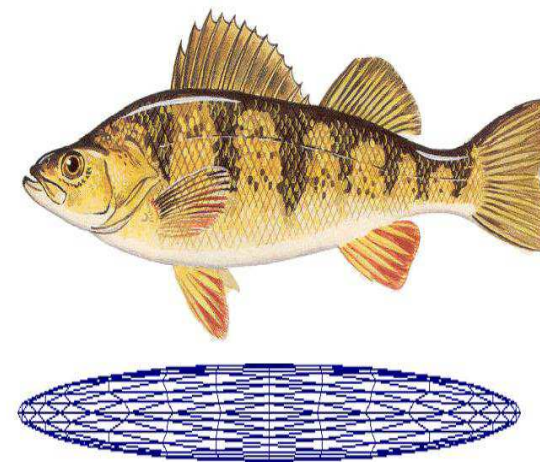
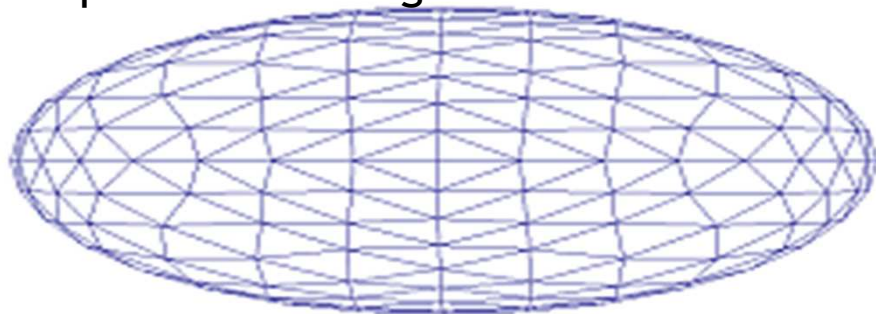
Au nombre de 12, définis au niveau de la *famille*

règne → embranchement → classe → ordre → famille → genre → espèce



Les RAPs: comment sont-ils représentés?

Les coefficients de Conversion de dose (DCF) sont calculés pour des géométries simples, sous l'hypothèse d'une répartition homogène

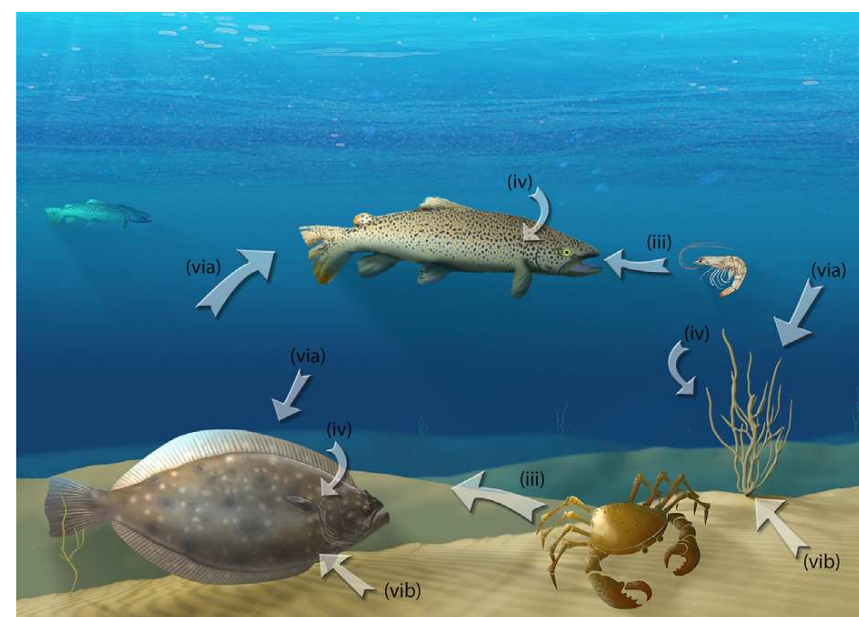
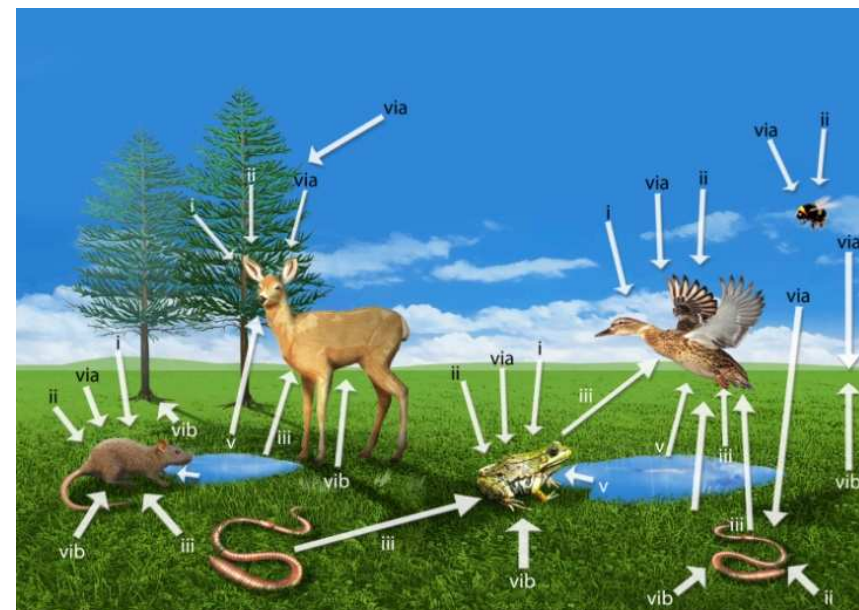


DCF interne en $(\mu\text{Gy/j})/(\text{Bq/kg})$

DCF externe en $(\mu\text{Gy/j})/(\text{Bq/volume ou surface})$

Les RAPs: les paramètres de transferts associés

- La publication 114 présente les facteurs de concentration (Concentration Ratios) pour 39 éléments et 12 RAPs, avec leurs statistiques associées;
- Basés sur des données de laboratoire ou de terrain;
- Implementation d'une approche d'extrapolation à base phylogénique pour générer les données manquantes (surrogate data);
- Prise en compte du cycle de vie et de l'habitat
- Discussion sur la robustesse des données proposées



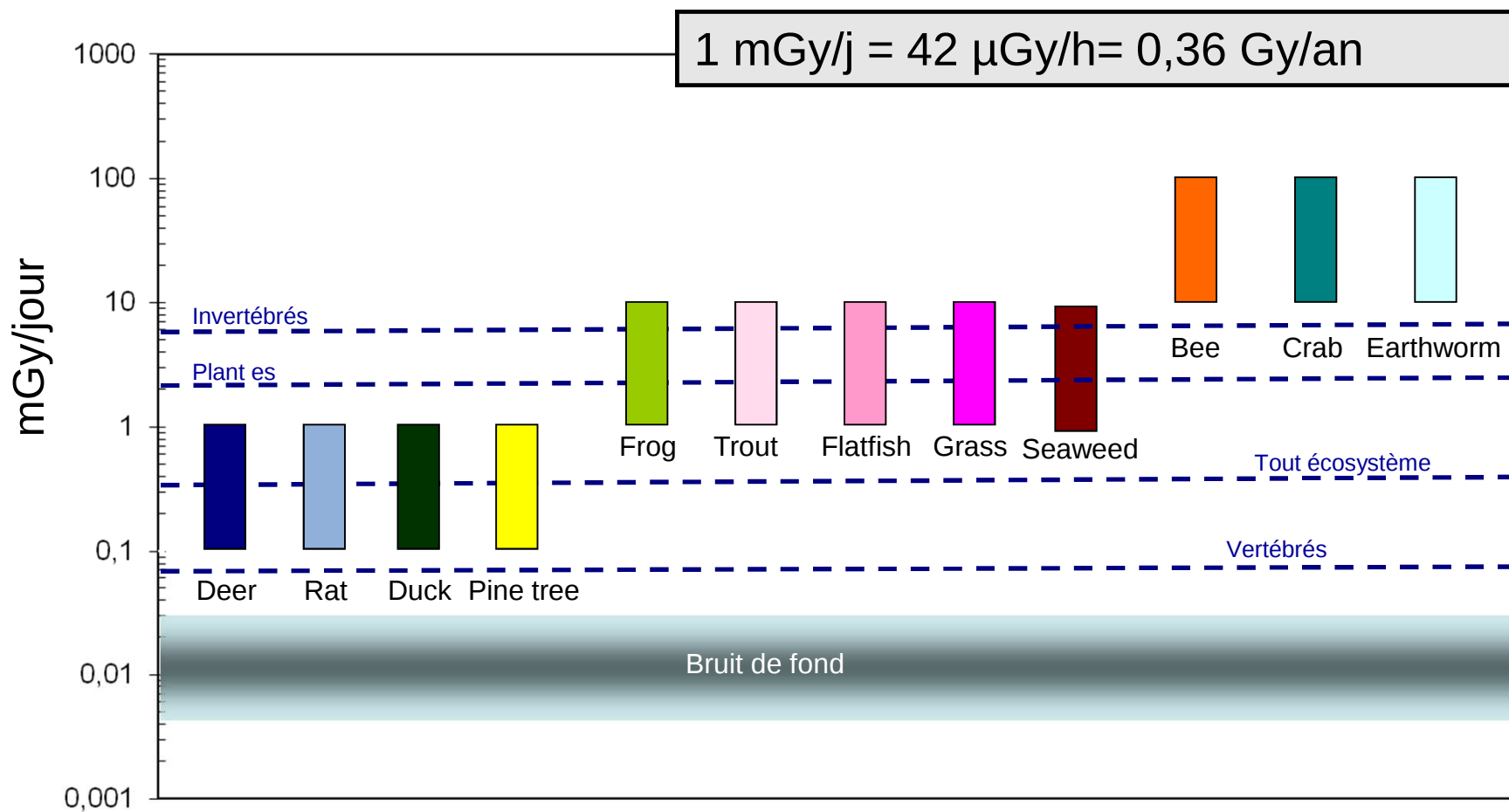
Les RAPs: quelle est leur radiosensibilité?

- Basée sur le concept du DCRL ou “Derived Consideration Reference Levels”: gamme de débits de dose couvrant un ordre de grandeur au sein de laquelle des effets délétères sont susceptibles d’apparaître pour les individus du même type que le RAP

- La CIPR suggère de les utiliser comme “points de référence”

*“A band of dose rate within which there is **likely to be some chance of deleterious effects** of ionising radiation occurring to individuals of that type of RAP (derived from a knowledge of expected biological effects for that type of organism) that, when considered together with other relevant information, can be used as a point of reference to optimise the level of effort expended on environmental protection, dependent upon the overall management objectives and the relevant exposure situation.”*

Les valeurs adoptées pour les DCRLs (CIPR 108)



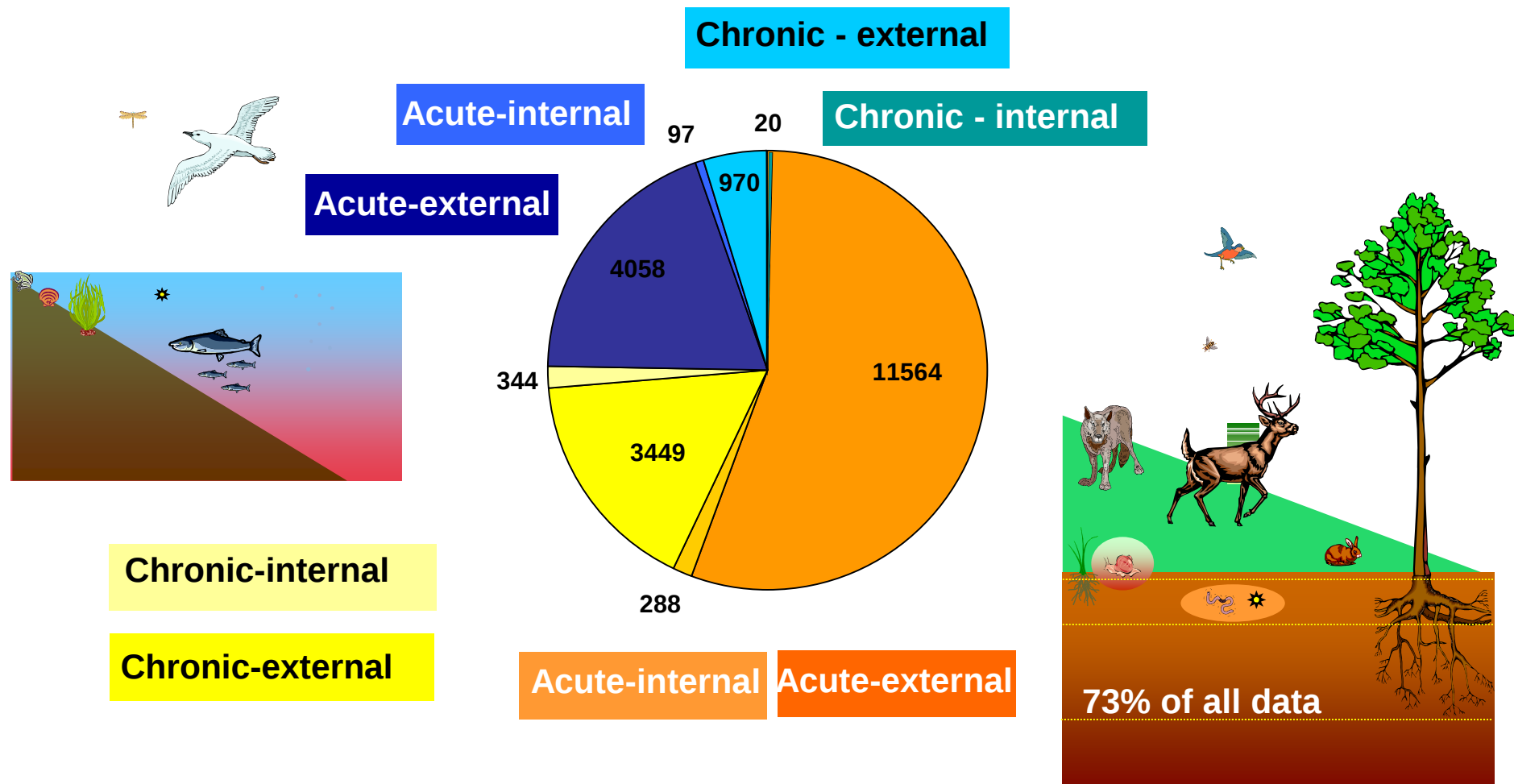
Benchmarks issus d'autres études (Valeur guide en deçà desquelles il n'y a pas d'effets pour 95% des espèces)

Les DCRLs: quelles bases scientifiques?

- Les données d'effets sont compilées dans la base de données FREDERICA
- Les effets rapportés concernent principalement la mortalité, morbidité, succès reproducteur (fertilité, fécondité), et la génotoxicité au niveau des individus; ces effets ont principalement été observés en conditions contrôlées sur diverses espèces réparties en une vingtaine de groupes taxonomiques
- 80% des données d'effets sur les espèces non-humaines rapportent sur les effets observés après irradiation γ externe en conséquence d'exposition aiguë (flash & forte dose)
- Seulement 20% sont dédiés aux conditions d'exposition chronique (durée significative au regard de la durée de vie de l'espèce testée et faible débit de dose). La quasi-totalité a trait à des situations d'irradiation γ externe

Brève description de FREDERICA

 Nombre de données d'effets par écosystème et par voie d'exposition (externe / interne irradiation) et durée d'exposition (aigu vs chronique)



Les DCRLs: quelles bases scientifiques?

- Sur la base de ces connaissances, le concept de DCRL propose d'utiliser selon un jugement d'experts les connaissances existantes pour les espèces correspondant aux RAPs

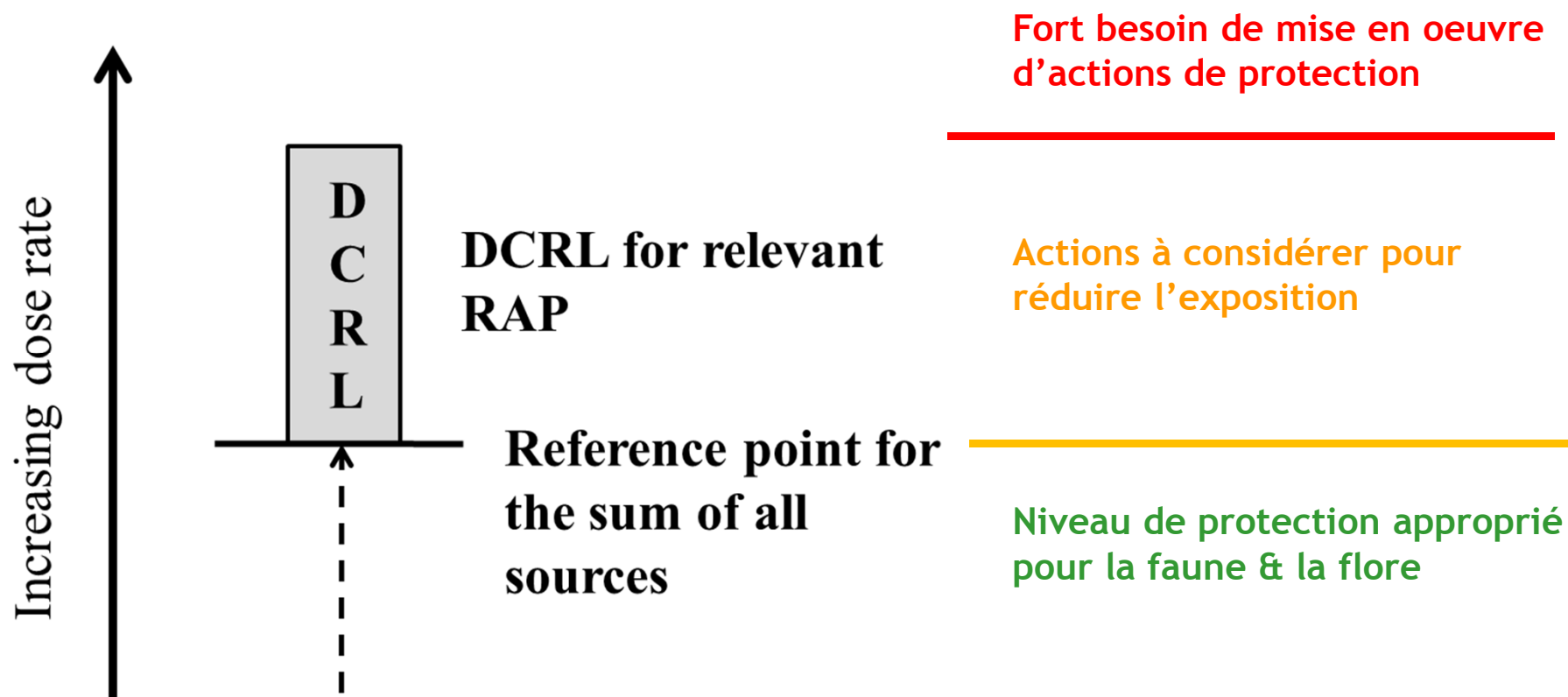
Dose rate (mGy d⁻¹)	<u>Reference Deer</u>	<u>Reference Flatfish</u>
100 - 1000	Reduction in lifespan due to various causes.	Some mortality expected in larvae and hatchlings
10 - 100	Increased morbidity. Possible reduced lifespan. Reduced reproductive success.	Reduced reproductive success
1 - 10	Potential 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



Comment utiliser les DCRLs?

Application dans les cas des situations d'exposition planifiées

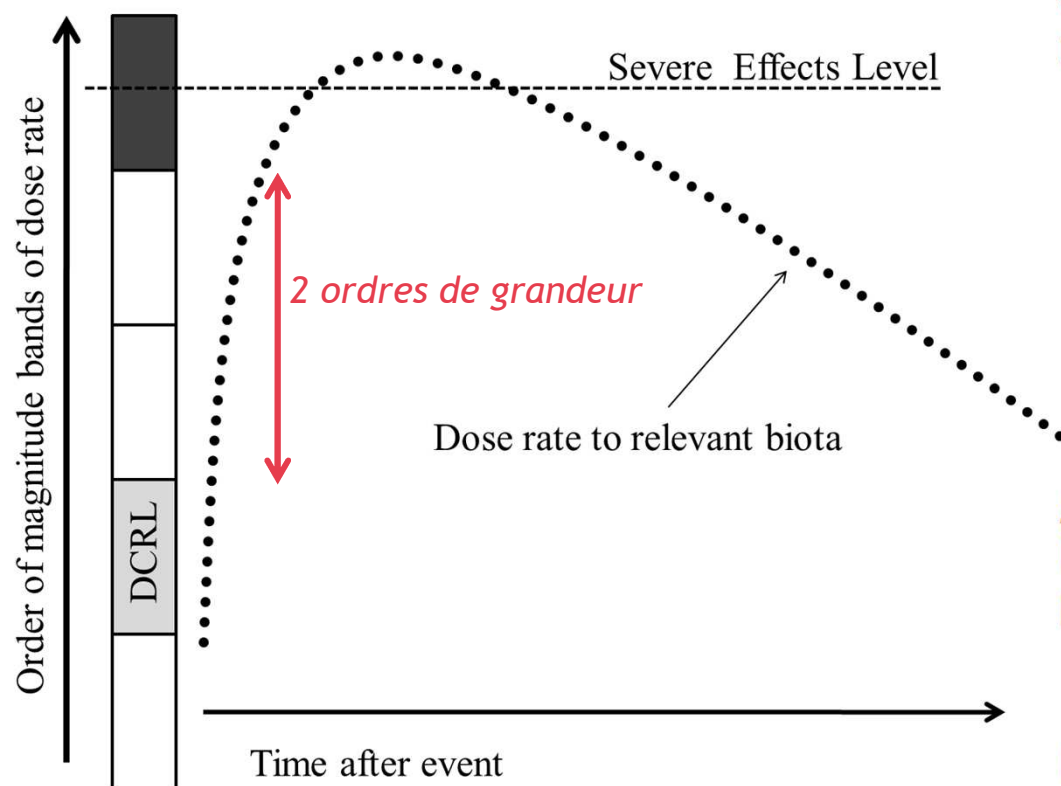
- Situation caractérisée par une augmentation significative du débit de dose d'exposition au dessus du bruit de fond naturel: la valeur minimale de la gamme de DRCL sert de point de référence, avec prise en compte d'impacts cumulés pour diverses sources



Comment utiliser les DCRLs?

Application dans les cas des situations d'exposition d'urgence

- Situation telle que le contrôle de la source n'est pas encore réalisé: rarement une priorité immédiate par rapport à la RP humaine pour laquelle les conséquences environnementales sont un facteur de l'optimisation de la protection; éléments de communication et prévision des effets attendus/observés



Diminuer les niveaux d'exposition en considérant les conséquences radiologiques et non-radiologiques

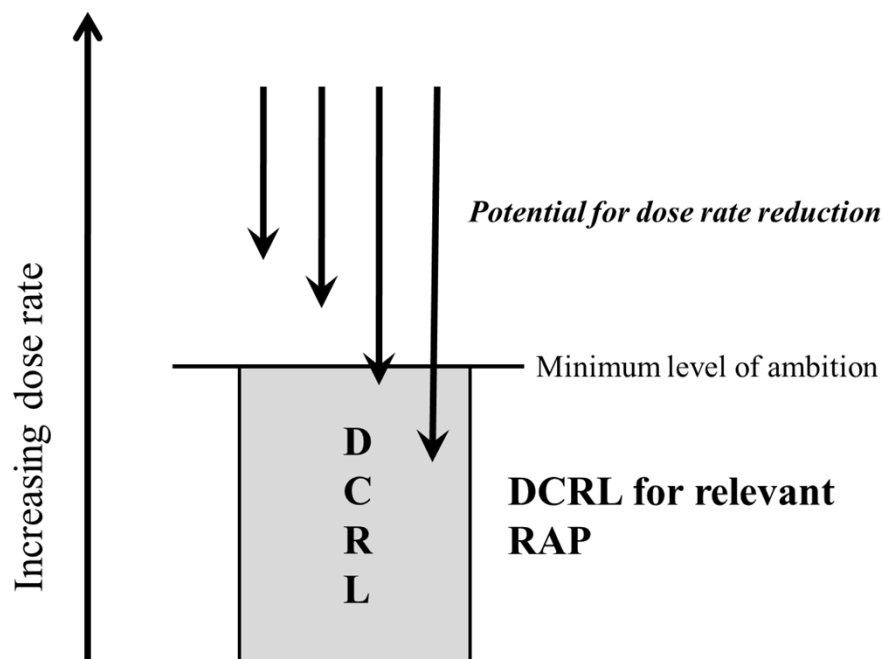
Actions à considérer pour réduire l'exposition selon une approche coût-bénéfice

Niveau de protection approprié pour la faune & la flore

Comment utiliser les DCRLs?

Application dans les cas des situations d'exposition existantes

Ambition pour l'optimisation : réduire l'exposition à un niveau compris dans la gamme de DCRL



■ Implementation de l'optimisation

-l'exposition de la faune et flore sont un facteur de l'optimisation de la protection humaine

-les mesures de remédiation peuvent avoir des conséquences importantes sur les populations (e.g., décapage du sol)

■ Examen des solutions pour réduire les expositions

-Faisabilité technique

-Coût et bénéfice des efforts entrepris

-Peut permettre une réduction des expositions des personnes

-DCRLs utilisés comme critères de mitigation des expositions environnementales

L'application des 3 principes de la radioprotection

■ Justification

- Protection de l'environnement est l'un des facteurs du process de justification

■ Optimisation

- Protection de l'environnement est l'un des facteurs du process d'optimisation
- La valeur basse de DCRLs représente un point de référence pour la protection de la vie sauvage
- Implémenté selon une procédure qui vise à atteindre le meilleur niveau de protection selon une approche intégrée, tenant compte des paramètres : (i) caractérisation de la situation d'exposition; (ii) selection des RO, identification des options de protection possible; (iii) sélection puis implémentation de la meilleure option guidée par les DCRL

■ Limitation des doses (non applicable pour la radioprotection de l'environnement)

- Pas de limite de doses

Définir les organismes représentatifs: un concept à utiliser pour instruire les différences entre organismes réels et RAPs

■ Reference Animal or Plant (RAP)

- A **hypothetical entity**, with the assumed basic biological characteristics of a **particular type of animal or plant**, as described to the generality of the taxonomic level of family, with defined anatomical, physiological, and life history properties, that can be used for the purposes of relating exposure to dose, and dose to effects, for that type of living organism.

■ Representative organism (RO)

- A **particular species or group of organisms** selected during a **site specific assessment**, taking account of **their assumed location** with respect to the source. In many cases the actual representative organisms chosen for this purpose may be the same as, or very similar to, the Reference Animals and Plants; but in some cases they may be very different.

■ Les liens entre RO et RAP consisteront à quantifier les différences en matière d'exposition, de dosimétrie et d'effets

La suite des travaux du C5

- Pour les situations d'expositions planifiées, vers une démonstration intégrée de la RP du public et de l'environnement basée sur les concentrations en RNs dans les milieux

Environmental compliance index.

If :

Σ radionuclides not greater than x

& no individual radionuclide greater than y

then

OK for man (representative person - dose constraints) and the environment (representative organisms - DCRLs)



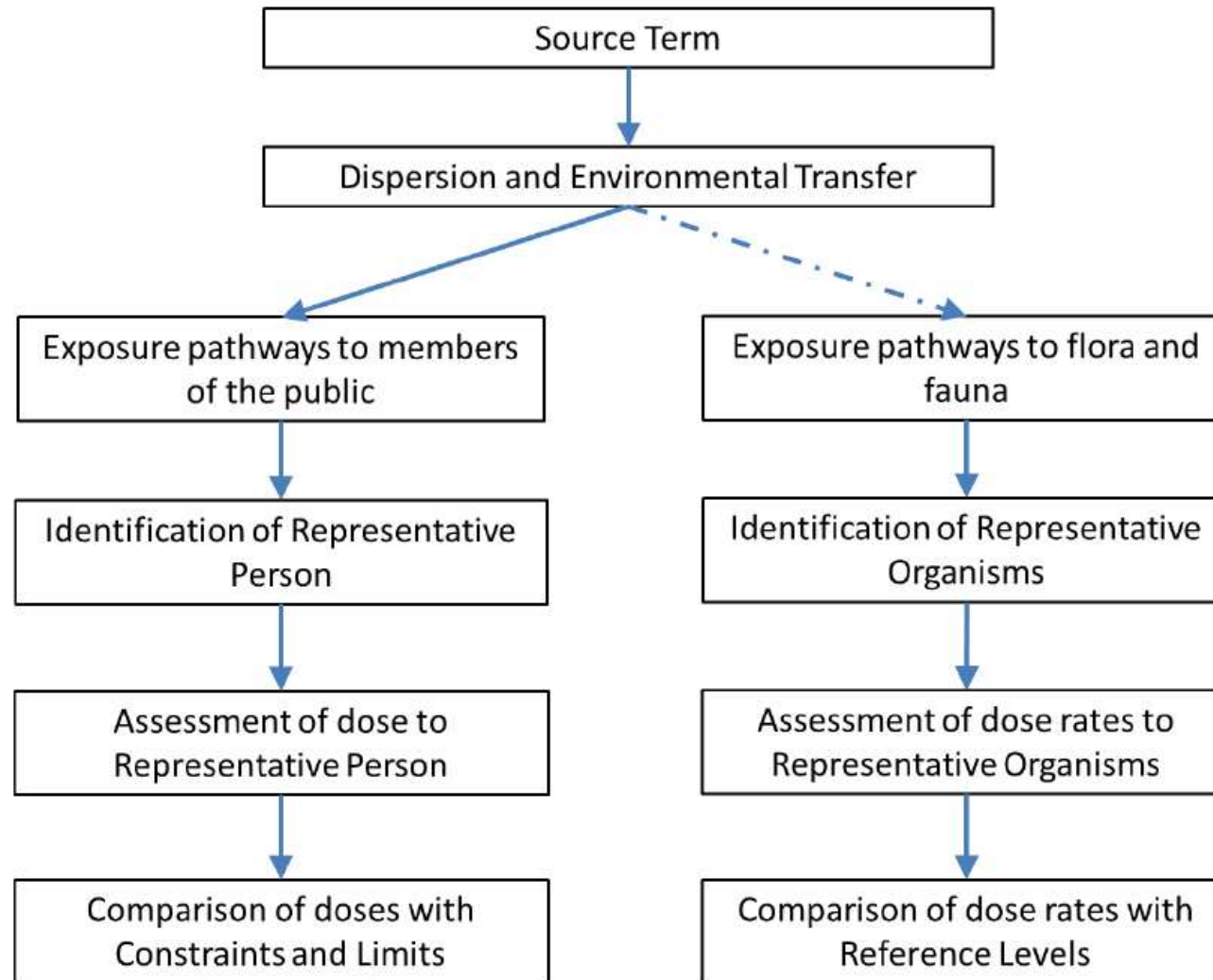
Max. concentrations of radionuclides in air, water and 'soil'



Authorised Release Rate(s)

Nouveau guide de l'AIEA en cours de finalisation DS427

“Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities”



L'AIEA propose un 1^{er} exemple d'application de l'approche de la CIPR

- Procédure de l'AIEA pour évaluer l'impact radiologique des matériaux “candidats” au dumping en mer, en connection avec la convention de Londres (1972 Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter)
- Première application internationale de l'approche CIPR pour démontrer la protection de la flore et la faune

*Determining the suitability of materials
for disposal at sea under the
London Convention and London Protocol:
A Radiological Assessment Procedure*

*2013 Edition, including an assessment procedure for
protection of people and the environment*

Final Draft IAEA-TECDOC

Submitted in March 2013 by IAEA for consideration by the Contracting Parties to the LC/LP and approval during the Consultative Meeting in October 2013.

Au final...

- Un système robuste compatible avec celui développé pour la radioprotection de l'homme et avec celui développé pour la protection de l'environnement pour d'autres dangers
- Considérer l'environnement en tant que tel est approprié à la demande sociétale et facilite la communication au sein des parties prenantes
- L'approche développée est simple à appliquer à partir des connaissances collectées pour les RAPs, mais peut traiter des situations complexes en mettant en œuvre les organismes représentatifs
- Le mandat 2013-2017 du C5 est dédié à:
 - La consolidation du système
 - L'élargissement et la consolidation des fondements scientifiques
 - L'amélioration de l'applicabilité de l'approche

Les membres du C5



Carl-Magnus Larsson, Australia, Chair
Kathryn A. Higley, USA, Vice-Chair
Almudena Real, Spain, Secretary
David Copplestone, UK
Jacqueline Garnier-Laplace, France
Jianguo Li, China
Kazuo Sakai, Japan
Per Strand, Norway
Alexander Ulanovsky, Germany
Jordi Vives I Batlle, Belgium

*Je suis membre du comité 5 de la CIPR ...
Je suis là pour vous protégerrrrrrr...!!!*

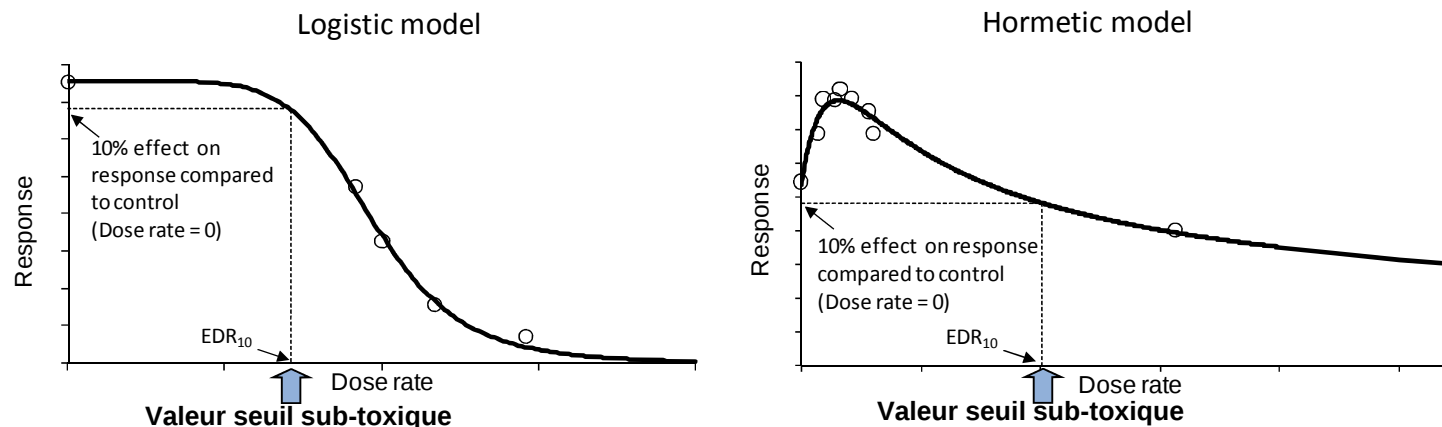




D'autres analyses des effets ont été proposées dans la littérature scientifique (construction des relations dose-effets, SSD par groupe taxonomiques); elles ont démontré par exemple que la radiosensibilité interespèces couvrait six ordres de grandeurs. Ces approches seront utilisées pour établir les liens entre RAP et organisme de référence

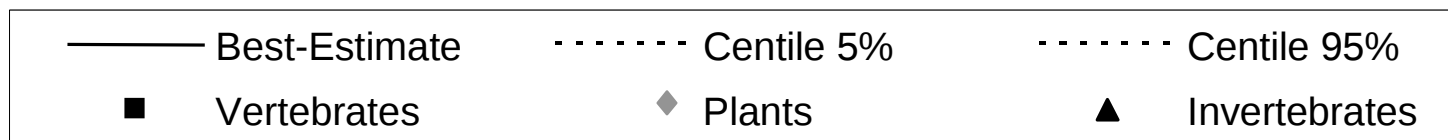
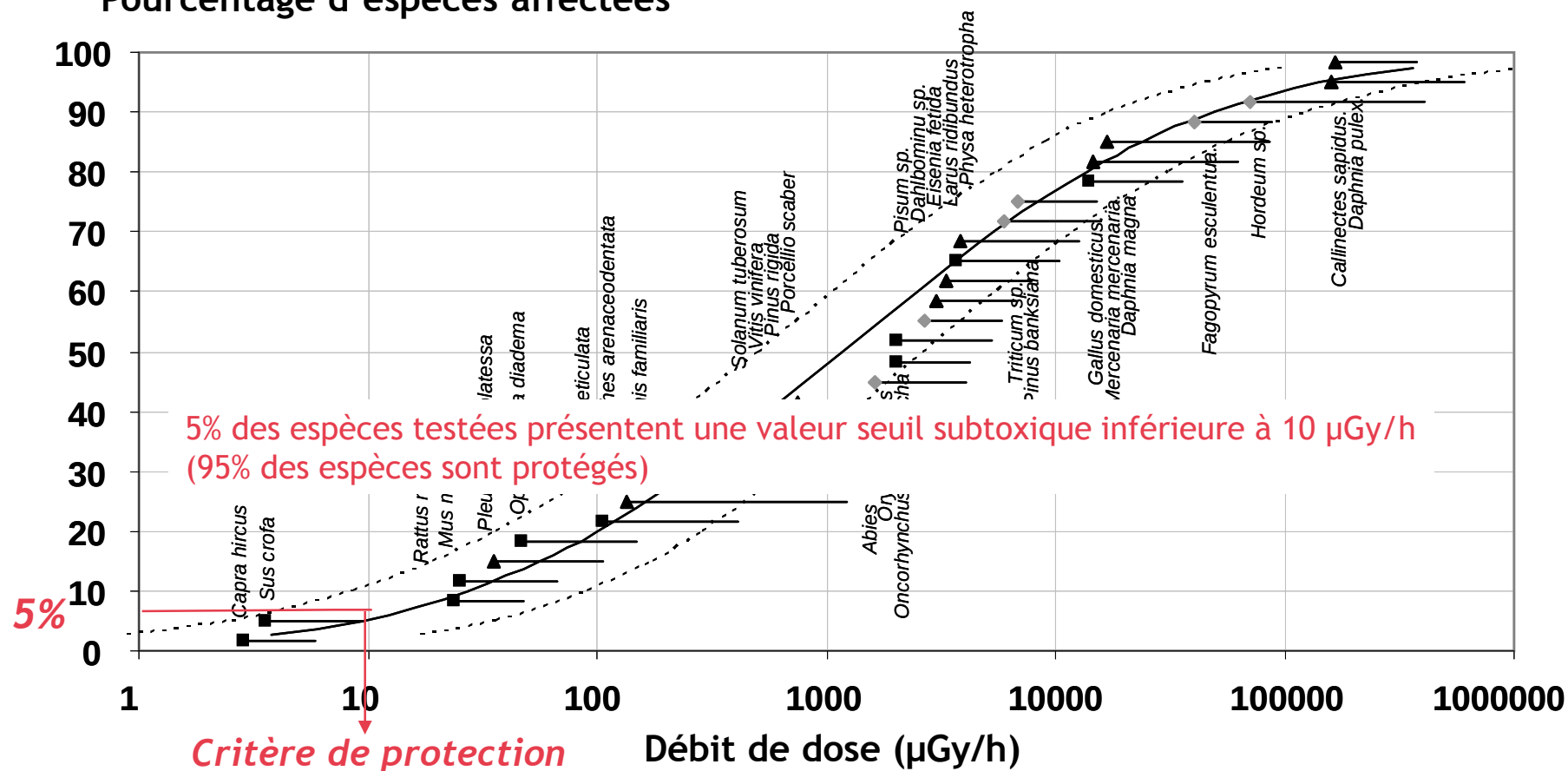
Reconstruction de plus de 250 relations dose-réponse chez une trentaine d'espèces et divers effets pertinents sur le plan de leur interprétation en termes de conséquences écologiques pour l'exposition chronique et 1000 en aigu sur xx espèces

La radiosensibilité inter-espèces varie sur 6 ordres de grandeur / 4 ordres de grandeurs en aigu

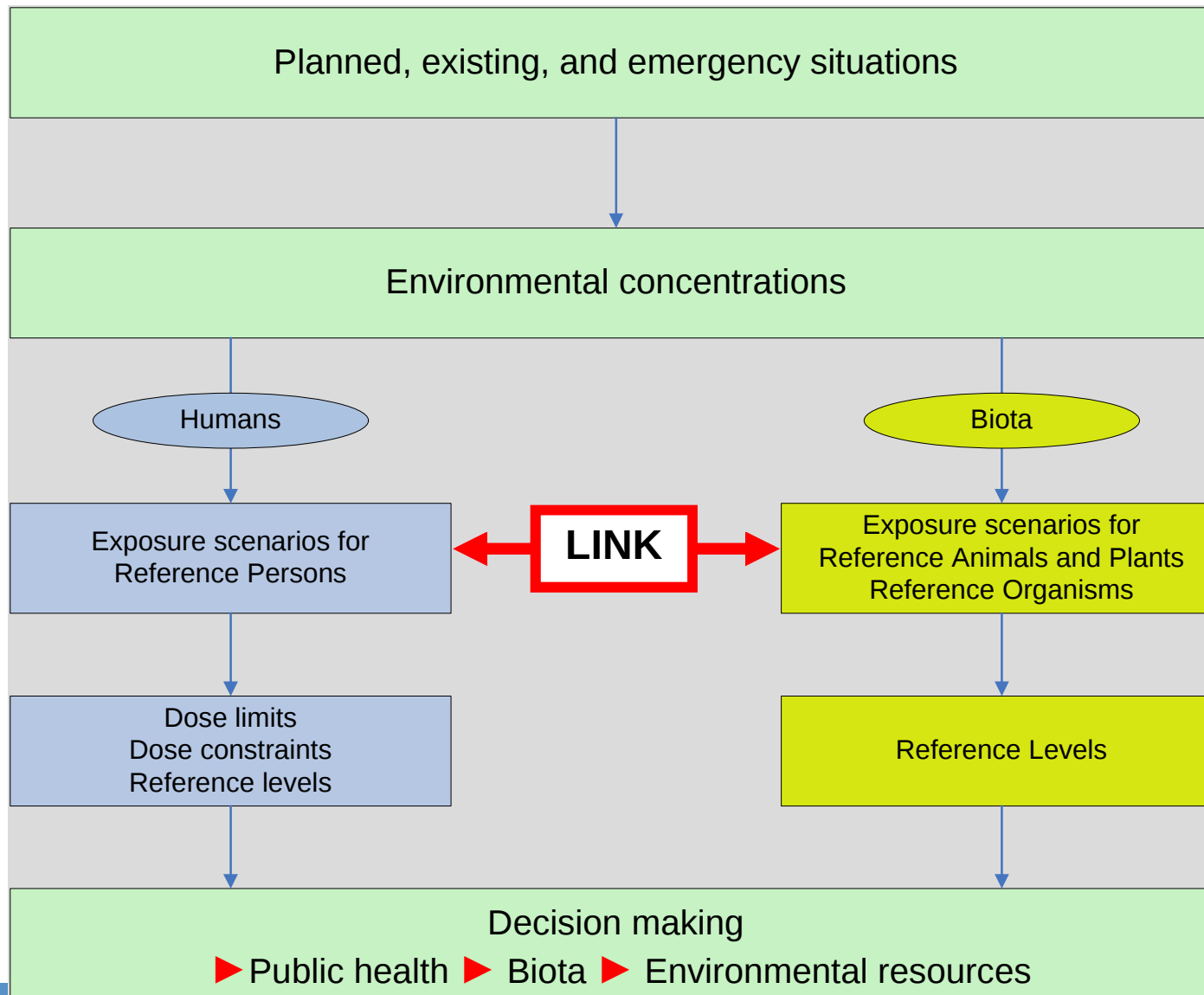


Radiosensibilité des espèces lors d'exposition γ externe chronique

Pourcentage d'espèces affectées



L'AIEA propose un 1^{er} exemple d'intégration



Etat initial du site et de son environnement

■ Le contexte de l'aire d'étude

- géographie physique
- risques naturels et technologiques

■ Climatologie et qualité de l'air

- L'état initial de la qualité de l'air
- Le SRCAE Schéma Régional « Climat, Air, Energie », le PPA (Plan de Protection de l'Atmosphère) et le PNLCC (Plan National de Lutte contre les Changements Climatiques)

■ Les eaux superficielles et souterraines

■ L'état radiologique et chimique du site et de son voisinage

■ Le milieu humain

- La démographie
- L'urbanisme, le bâti et les servitudes
- Activités économiques
- L'ambiance sonore
- Les infrastructures de transport

■ milieu naturel

- état initial « écologie, flore et faune »
- méthodologie des inventaires et leurs précisions

■ paysage et le patrimoine

Etat initial du site et de son environnement

I Deux objectifs clefs

- Établir un référentiel de l'état de l'environnement au moment où l'opération est projetée (qu'il s'agisse d'une création sur un site nouveau ou sur un site déjà occupé par une INB, d'une modification notable, d'un démantèlement et d'une mise à l'arrêt définitif)
- Fournir des éléments aidant à concevoir le projet

I Présenter et hiérarchiser les enjeux environnementaux selon plusieurs critères

- **Les protections réglementaires** : un site classé, une réserve naturelle, une servitude de protection de captage d'eau potable, etc. sont autant d'éléments dotés d'un statut réglementaire qu'il convient de replacer dans une échelle de contraintes en fonction des paramètres pris en compte dans les textes réglementaires,
- **Enjeu d'usage** : un terroir agricole en AOC présentera de fait une valeur d'usage supérieure à un territoire ordinaire. Un cours d'eau sans valeur écologique ou d'usage sera moins contraignant qu'un cours d'eau jouant au contraire un rôle écologique (remontée de salmonidés par exemple) ou remplissant une fonction d'usage (alimentation en eau potable, loisirs nautiques, etc.).
- La rareté de l'élément étudié est un critère à considérer : une ressource rare (un gisement de matériaux, un site écologique, un aquifère, etc.) sera difficile à remplacer ou à compenser.

Quel contenu type?

I analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents

- de l'installation sur l'environnement, en particulier sur la santé, la salubrité et la sécurité publique, sur le climat, sur la commodité du voisinage du fait des bruits, des vibrations, des odeurs ou des émissions lumineuses, sur les sites, les paysages et les milieux naturels, sur la faune, la flore et les équilibres biologiques, sur les productions agricoles et sur la protection des biens matériels et du patrimoine culturel
- distingue les différentes phases de construction et de fonctionnement, prend en compte les variations saisonnières et climatiques
- présente les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides envisagés ; précise les différents types d'effluents à traiter et leurs origines respectives, leur quantité, leurs caractéristiques physiques, leur composition, tant radioactive que chimique, le procédé de traitement utilisé, les conditions dans lesquelles seront opérés les rejets dans le milieu récepteur ainsi que la composition des effluents à rejeter
- indique les incidences de l'installation sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux (chimiques), y compris de ruissellement
- Vérifie la compatibilité avec les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux et les schémas d'aménagement et de gestion des eaux

Quel contenu type?

I analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents

- présente les rejets d'effluents gazeux dans l'atmosphère, y compris les retombées d'aérosols ou de poussières et leurs dépôts ; indique les incidences de l'installation sur la qualité de l'air et la qualité des sols. incidences de l'installation sur l'environnement appréciées notamment au regard des normes et objectifs de qualité de l'air et valeurs limites
- évalue l'exposition du public aux substances chimiques et radioactives et l'impact sur la santé
- évalue l'impact sur les écosystèmes (faune & flore) et les incidences Natura 2000
- présente les déchets qui seront produits par l'installation, qu'ils soient radioactifs ou non ; mentionne leur volume, leur nature, leur nocivité et les modes d'élimination envisagés (compatibilité avec le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR) du code de l'environnement