



**FAUNE, FLORE, DENRÉES
ET RADIOACTIVITÉ**
17-18 NOVEMBRE 2021

JOURNÉES TECHNIQUES DE LA
SECTION ENVIRONNEMENT



DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

**Pertinence de l'utilisation des organismes de référence dans l'évaluation
du risque radiologique sur la faune et la flore**

18/11/2021

Benoit CHARRASSE – CEA - Laboratoire de Modélisation des Transferts dans l'Environnement (LMTE)

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - www.cea.fr

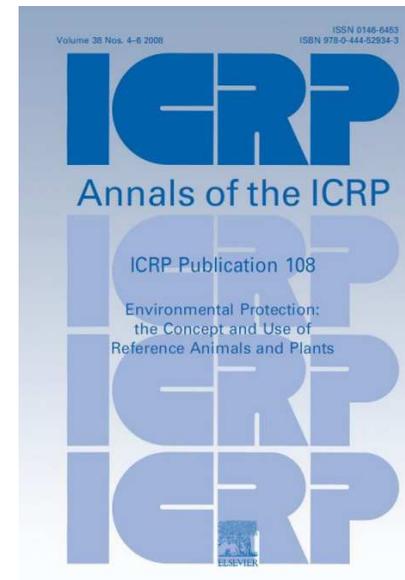
Objectifs de la CIPR / AIEA :

« *maintenir la biodiversité, [...] assurer la préservation des espèces et [...] protéger la santé et le statut des habitats naturels, des communautés et des écosystèmes* »

→ Système développé en cohérence avec celui pour l'homme



Les approches reposent sur le principe fondateur d'**organismes de référence**



IAEA Safety Standards
for protecting people and the environment

Prospective Radiological
Environmental Impact
Assessment for
Facilities and Activities

Jointly sponsored by
IAEA UN environment

General Safety Guide
No. GSG-10

IAEA
International Atomic Energy Agency



Approche ERICA (UE) : 13 organismes de référence / écosystèmes (3)



Ecosystème terrestre

Lichen/bryophyte
Herbacées (herbe CIPR)
Buisson
Arbre (pin CIPR)
Annélide (ver de terre CIPR)
Arthropode - détritivore
Insecte volant (abeille CIPR)
Mollusque - gastéropode
Mammifère - petit – en terrier (rat CIPR)
Mammifère – grand (cerf CIPR)
Oiseau (canard CIPR)
Reptile
Amphibien (grenouille CIPR)

Ecosystème aux douces

Phytoplancton
Plante vasculaire
Zooplancton
Mollusque - gastéropode
Mollusque - bivalve
Crustacé
Larve d'insecte
Poisson benthique
Poisson pélagique (truite CIPR)
Amphibien (grenouille CIPR)
Oiseau (canard CIPR)
Mammifère
Reptile

Ecosystème marin

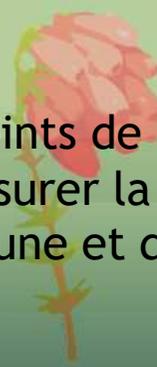
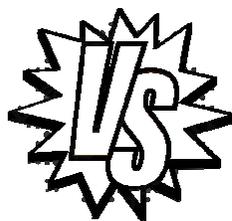
Phytoplancton
Plante vasculaire - Algue (algue CIPR)
Zooplancton
Ver polychète
Mollusque bivalve
Crustacé (Crabe CIPR)
Larve d'insecte
Poisson benthique (poisson plat CIPR)
Poisson pélagique
Oiseau (canard CIPR)
Mammifère
Reptile
Anémone / corail

CIPR / AIEA : 12 organismes de référence (RAP pour Reference Animals and Plants)

Au niveau national (Code de l'environnement 411-1), **attention particulière pour les espèces protégées** (visées par arrêtés ministériels)

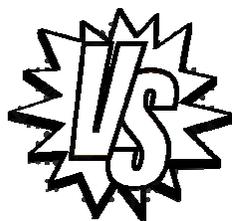


Au niveau national (Code de l'environnement 411-1), **attention particulière pour les espèces protégées** (visées par arrêtés ministériels)



RO / RAP :
points de référence génériques pour
assurer la protection de l'ensemble de la
faune et de la flore sauvages

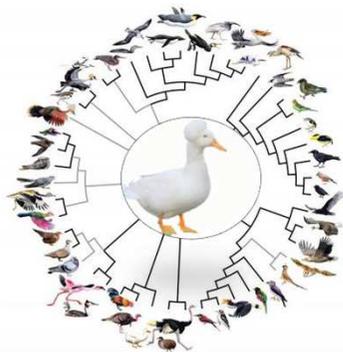
Au niveau national (Code de l'environnement 411-1), **attention particulière pour les espèces protégées** (visées par arrêtés ministériels)



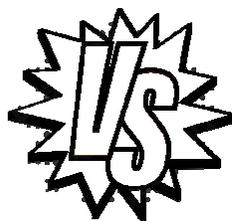
RO / RAP :
points de référence génériques pour
assurer la protection de l'ensemble de la
faune et de la flore sauvages

Question pragmatique :

L'utilisation des RO / RAP pour les calculs dosimétriques dans une évaluation des risques démontre-t-elle réellement que toutes les espèces (appartenant au même groupe) des différents écosystèmes cibles sont protégées ?



Au niveau national (Code de l'environnement 411-1), **attention particulière pour les espèces protégées** (visées par arrêtés ministériels)



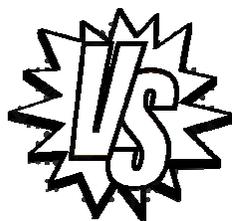
RO / RAP :
points de référence génériques pour
assurer la protection de l'ensemble de la
faune et de la flore sauvages



Défaut OR or RAP

(Ait Bout et al., 2021; Batlle et al., 2011; Brown et al., 2016; Carolan et al., 2011; Kautsky et al., 2016; Lavrentyeva et al., 2016; Robinson et al., 2010; Shishkina et al., 2016; Smith et al., 2010; Vandenhove et al., 2013, Stark et al., 2017)

Au niveau national (Code de l'environnement 411-1), **attention particulière pour les espèces protégées** (visées par arrêtés ministériels)

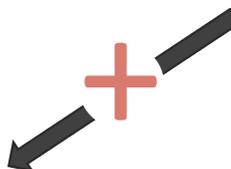


RO / RAP :
points de référence génériques pour
assurer la protection de l'ensemble de la
faune et de la flore sauvages



Identifier les espèces concernées

(Batlle et al., 2016; Charrasse et al., 2019; Jaeschke, B et al., 2013; Posiva, 2014; Torudd and Saetre, 2013, Stark et al., 2017)



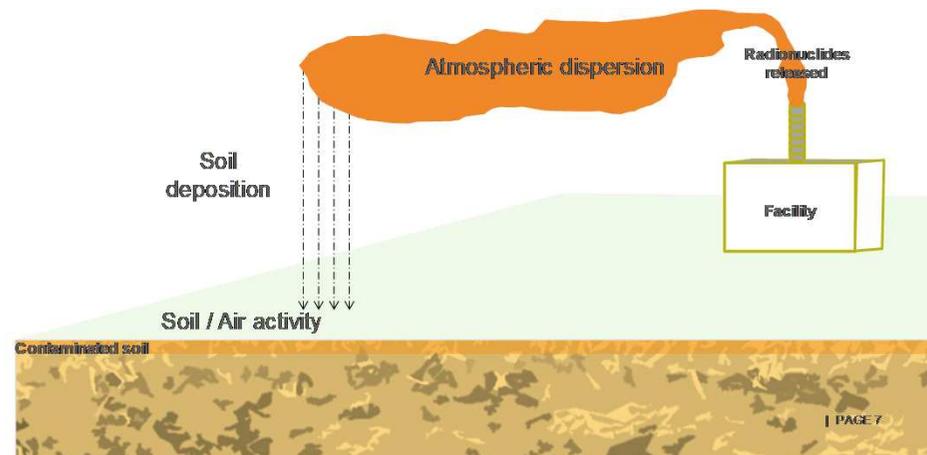
Défaut OR or RAP

(Ait Bout et al., 2021; Batlle et al., 2011; Brown et al., 2016; Carolan et al., 2011; Kautsky et al., 2016; Lavrentyeva et al., 2016; Robinson et al., 2010; Shishkina et al., 2016; Smith et al., 2010; Vandenhove et al., 2013, Stark et al., 2017)

Concentration dans le milieu

Facteur de transfert ou Concentration ratio* (CR)

Concentration dans l'organisme



*ICRP, 2008; 2009; WTD; www.wildlifetransferdatabase.org/,
Coplestone et al., 2013, Beresford et al, 2016

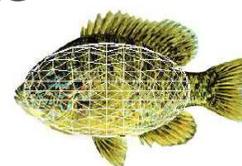
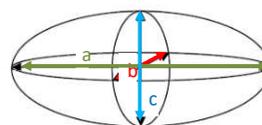
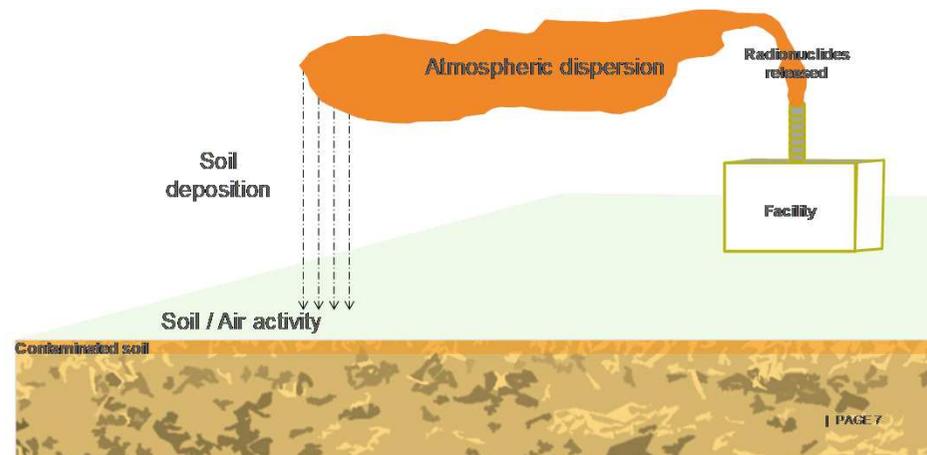
Concentration dans le milieu

Facteur de transfert ou Concentration ratio* (CR)

Concentration dans l'organisme

Coefficient de dose (int/ext)

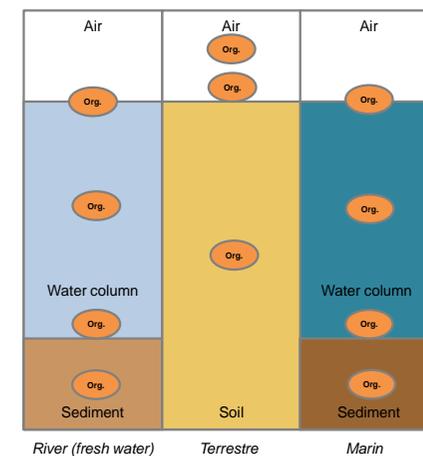
Débit de dose



Forme de l'ellipsoïde

Poids

Habitat



*ICRP, 2008; 2009; WTD; www.wildlifetransferdatabase.org/,
Coplestone et al., 2013, Beresford et al, 2016

Concentration dans le milieu

Facteur de transfert ou Concentration ratio* (CR)

Concentration dans l'organisme

Coefficient de dose (int/ext)

Débit de dose

Forme de l'ellipsoïde
Poids
Habitat

Hypothèses pour les espèces menacées / protégées ou les espèces mal caractérisées :



Même
CR



*ICRP, 2008; 2009; WTD; www.wildlifetransferdatabase.org/,
Coppstone et al., 2013, Beresford et al, 2016

Concentration dans le milieu

Facteur de transfert ou Concentration ratio* (CR)

Concentration dans l'organisme

Coefficient de dose (int/ext)

Débit de dose

Hypothèses pour les espèces menacées / protégées ou les espèces mal caractérisées :



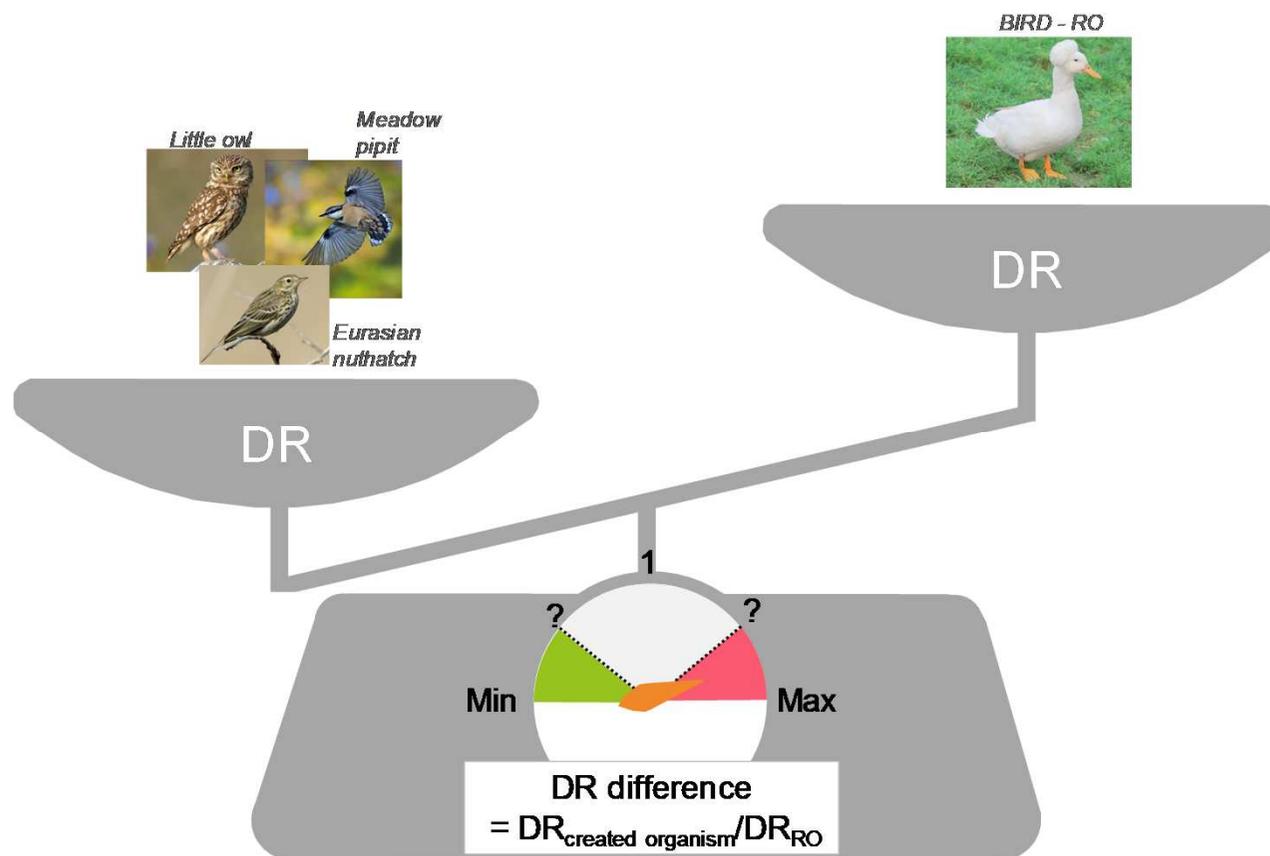
Même
CR



Question se résume:
Quel est l'influence de la diversité des tailles et des formes de l'ellipsoïde + Diversité d'habitat

*ICRP, 2008; 2009; WTD; www.wildlifetransferdatabase.org/,
Coppstone et al., 2013, Beresford et al, 2016

Objectif Estimer la différence de débit de dose maximale entre des organismes hypothétiques (réels) et les Organismes de Référence pour des rejets chroniques atmosphériques



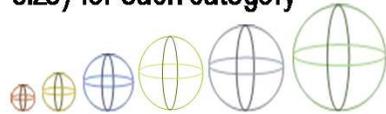
Objectif Estimer la différence de débit de dose maximale entre des organismes hypothétiques (réels) et les Organismes de Référence pour des rejets chroniques atmosphériques

Méthodologie

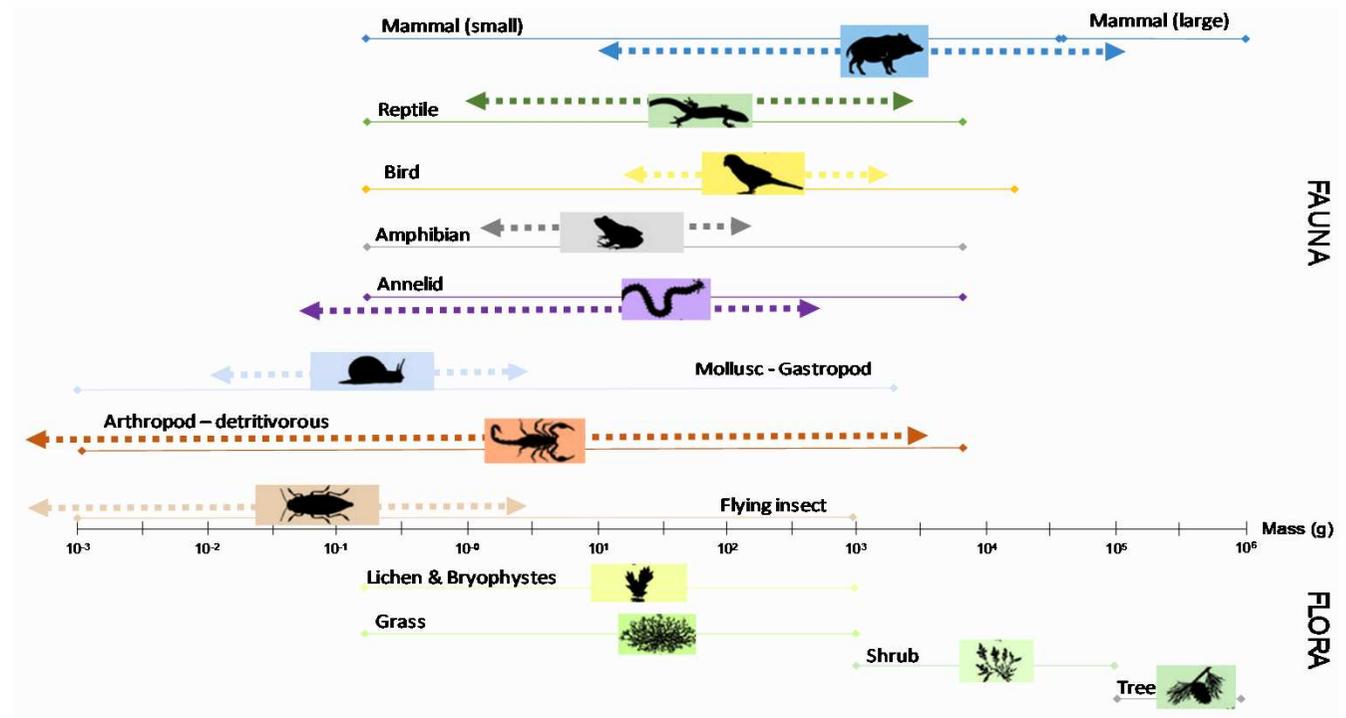
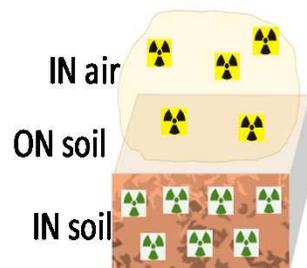
Step 1- a

Hypothetical organisms

Extreme shape (min and max size) for each category



Different habitats (in soil, on soil, in air)



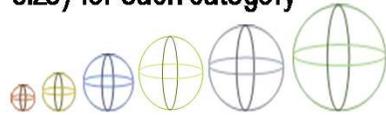
Objectif Estimer la différence de débit de dose maximale entre des organismes hypothétiques (réels) et les Organismes de Référence pour des rejets chroniques atmosphériques

Méthodologie

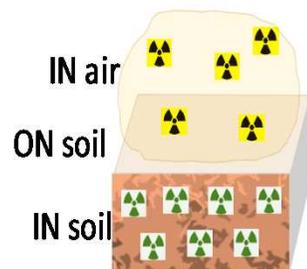
Step 1- a

Hypothetical organisms

Extreme shape (min and max size) for each category

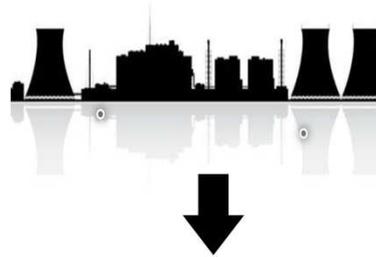


Different habitats (in soil, on soil, in air)



Step 1- b

Compilation of source term pattern for different facilities – Chronic atmospheric release



Exposure scenario

Release time
Soil bulk density
Deposition coefficient

92 radionucléides



Nuclear Power Plant (NPP)

^{110m}Ag $^{242,243,244}\text{Cm}$ $^{85,85m,87,88}\text{Kr}$ $^{122,124,125}\text{Sb}$
 ^{241}Am ^{51}Cr $^{141,144}\text{Ce}$ $^{131m,133,135,135m,138}\text{Xe}$
 ^{41}Ar ^{14}C ^{140}Ba $^{57,58,60}\text{Co}$ $^{55,59}\text{Fe}$ $^{103,106}\text{Ru}$ ^{35}S ^{65}Zn ^{95}Zr
 $^{129,131,132,133,135}\text{I}$ $^{134,137}\text{Cs}$ ^3H $^{238,239,240}\text{Pu}$ $^{89,90}\text{Sr}$ ^{95}Nb



Waste disposal

^{241}Am $^{238,239,240}\text{Pu}$
 ^{14}C ^3H $^{125,129,131}\text{I}$
 ^{60}Co ^{137}Cs $^{85,85m,87,88}\text{Kr}$ ^{90}Sr



Fuel fabrication, reprocessing plants

^{241}Am ^{60}Co $^{129,131}\text{I}$ $^{210,214}\text{Pb}$ ^{125}Sb
 ^{14}C $^{242,243,244}\text{Cm}$ $^{210,218}\text{Po}$ ^{90}Sr
 ^{144}Ce $^{134,137}\text{Cs}$ ^{85}Kr $^{228,230,232}\text{Th}$
 $^{238,239,240,241}\text{Pu}$ ^3H ^{237}Np ^{106}Ru ^{99}Tc



Radiopharmaceutical facilities and hospitals

^{198}Au ^{22}Na ^{32}P ^{89}Sr ^{99m}Tc
 ^{14}C ^{67}Ga ^{111}In ^{201}Tl ^{223}Ra
 ^{47}Ca ^3H $^{123,129,131}\text{I}$ ^{133}Xe ^{90}Y
 ^{169}Er ^{177}Lu ^{99}Mo ^{153}Sm ^{186}Re



Research center

^{241}Am $^{131m,133,135,135m,138}\text{Xe}$
 ^{41}Ar $^{238,241}\text{Pu}$ ^{232}Th
 ^{60}Co ^{90}Sr ^{137}Cs ^{125}Sb $^{234,235,238}\text{U}$
 ^{14}C ^{242}Cm ^3H ^{106}Ru $^{129,131}\text{I}$



Decommissioning

^{108m}Ag
 ^{110m}Ag ^{137}Cs
 ^{14}C ^{60}Co ^{239}Pu ^3H



Norm activity

^{214}Bi
 $^{220,222}\text{Rn}$
 ^{40}K ^{232}Th
 $^{234,235,238}\text{U}$
 $^{226,228}\text{Ra}$

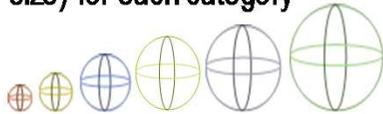
Objectif Estimer la différence de débit de dose maximale entre des organismes hypothétiques (réels) et les Organismes de Référence pour des rejets chroniques atmosphériques

Méthodologie

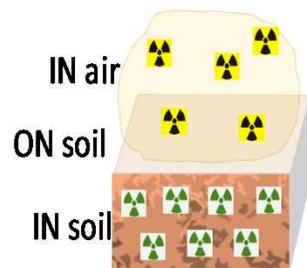
Step 1- a

Hypothetical organisms

Extreme shape (min and max size) for each category

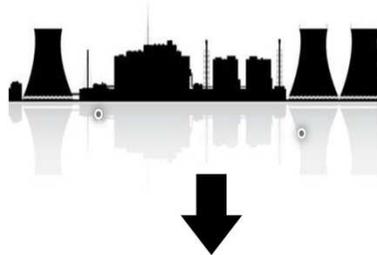


Different habitats (in soil, on soil, in air)



Step 1- b

Compilation of source term pattern for different facilities – Chronic atmospheric release



Exposure scenario

Release time
Soil bulk density
Deposition coefficient

Dépôt : 30, 50 et 100 ans

Vitesse de déposition : 100, 500 et 100 m/j

Densité (sol) : 1000, 1300 et 3000 Kg/m³

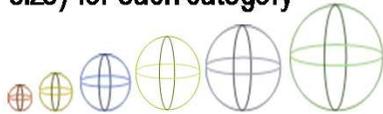
Objectif Estimer la différence de débit de dose maximale entre des organismes hypothétiques (réels) et les Organismes de Référence pour des rejets chroniques atmosphériques

Méthodologie

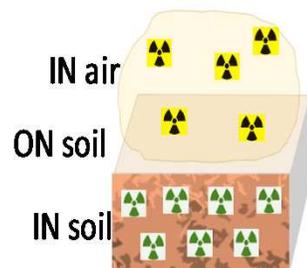
Step 1- a

Hypothetical organisms

Extreme shape (min and max size) for each category

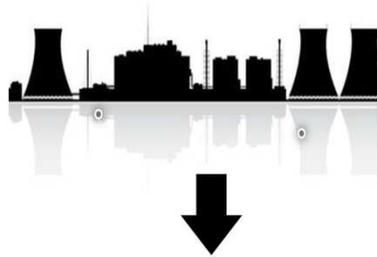


Different habitats (in soil, on soil, in air)



Step 1- b

Compilation of source term pattern for different facilities – Chronic atmospheric release



Exposure scenario

Release time
Soil bulk density
Deposition coefficient

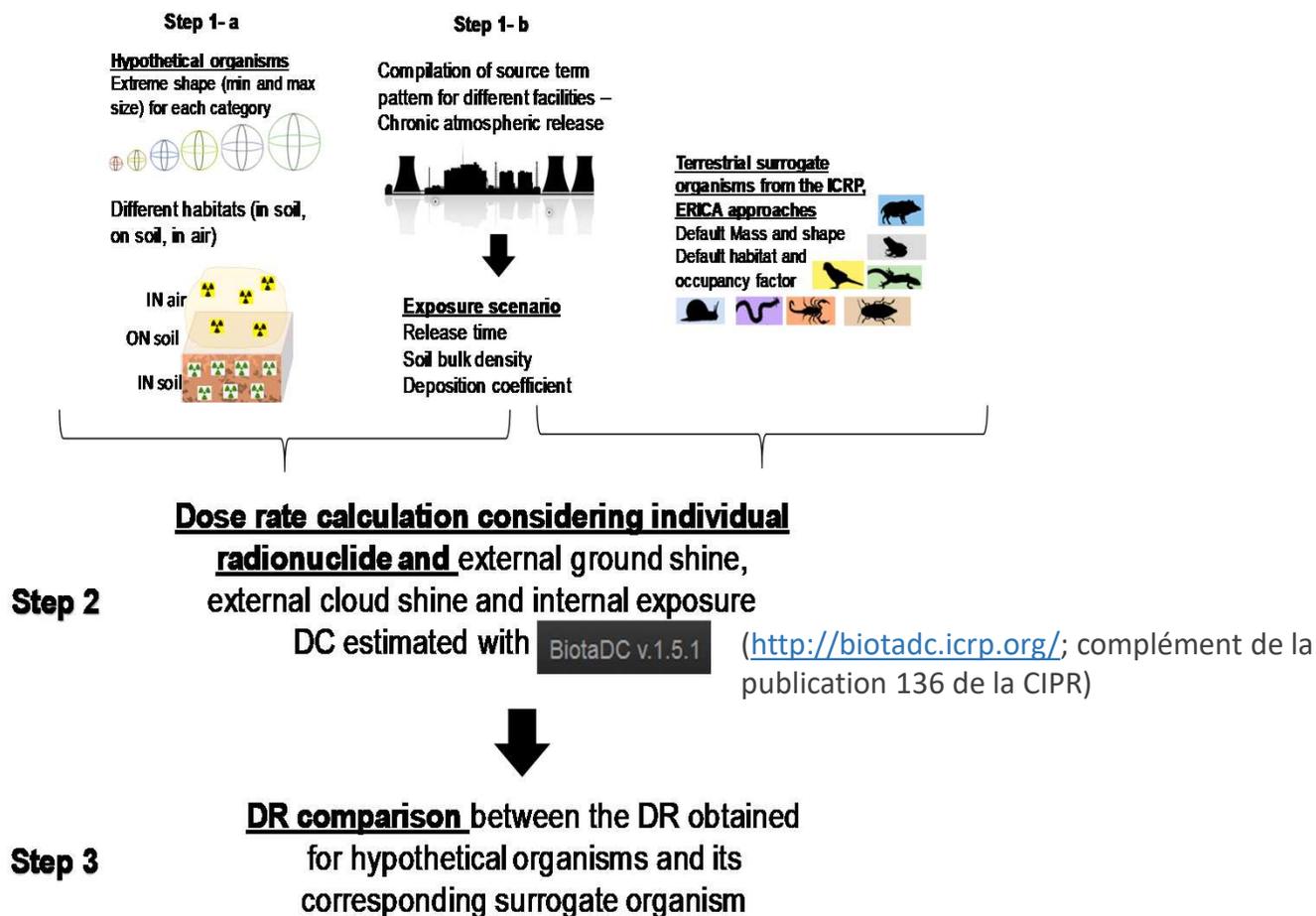
Terrestrial surrogate organisms from the ICRP, ERICA approaches

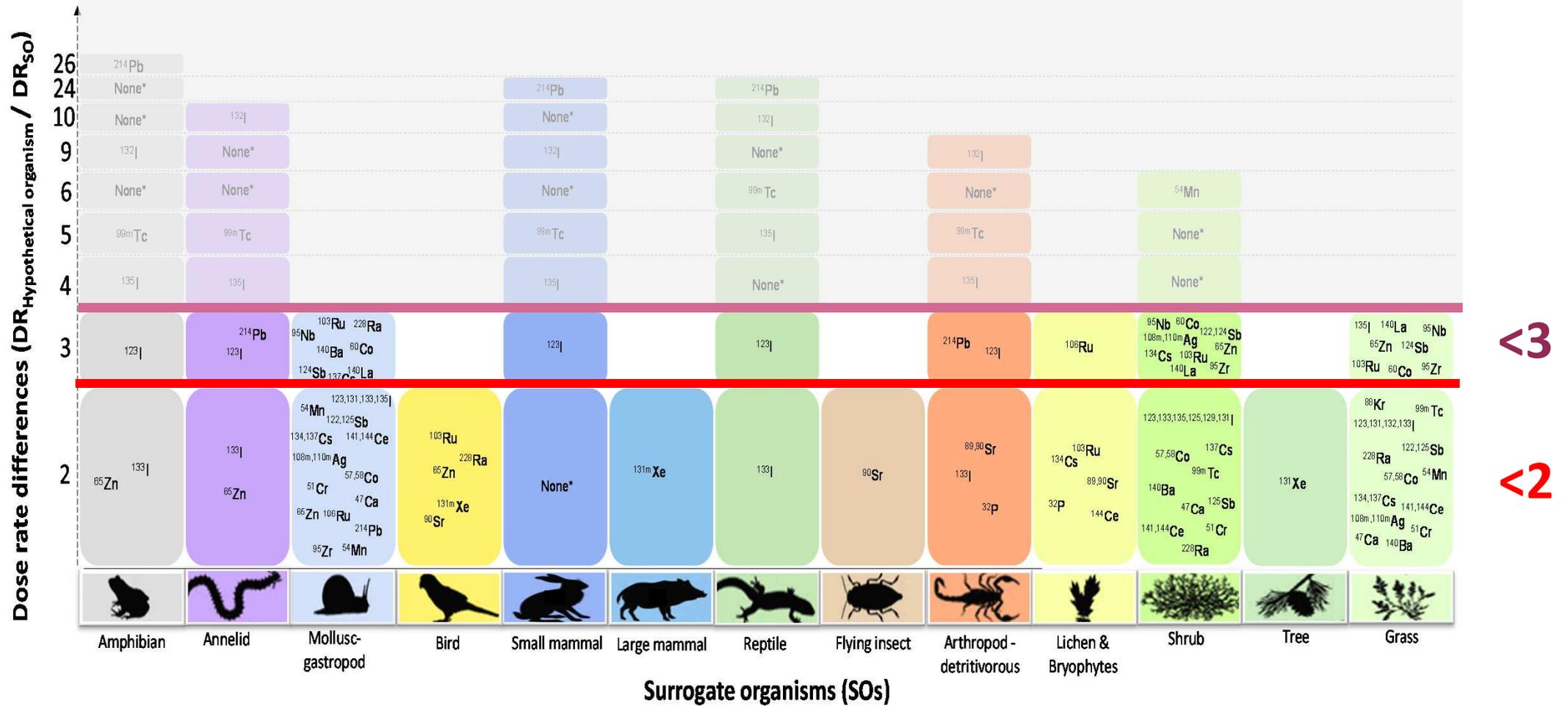
Default Mass and shape
Default habitat and occupancy factor



Objectif Estimer la différence de débit de dose maximale entre des organismes hypothétiques (réels) et les Organismes de Référence pour des rejets chroniques atmosphériques

Méthodologie

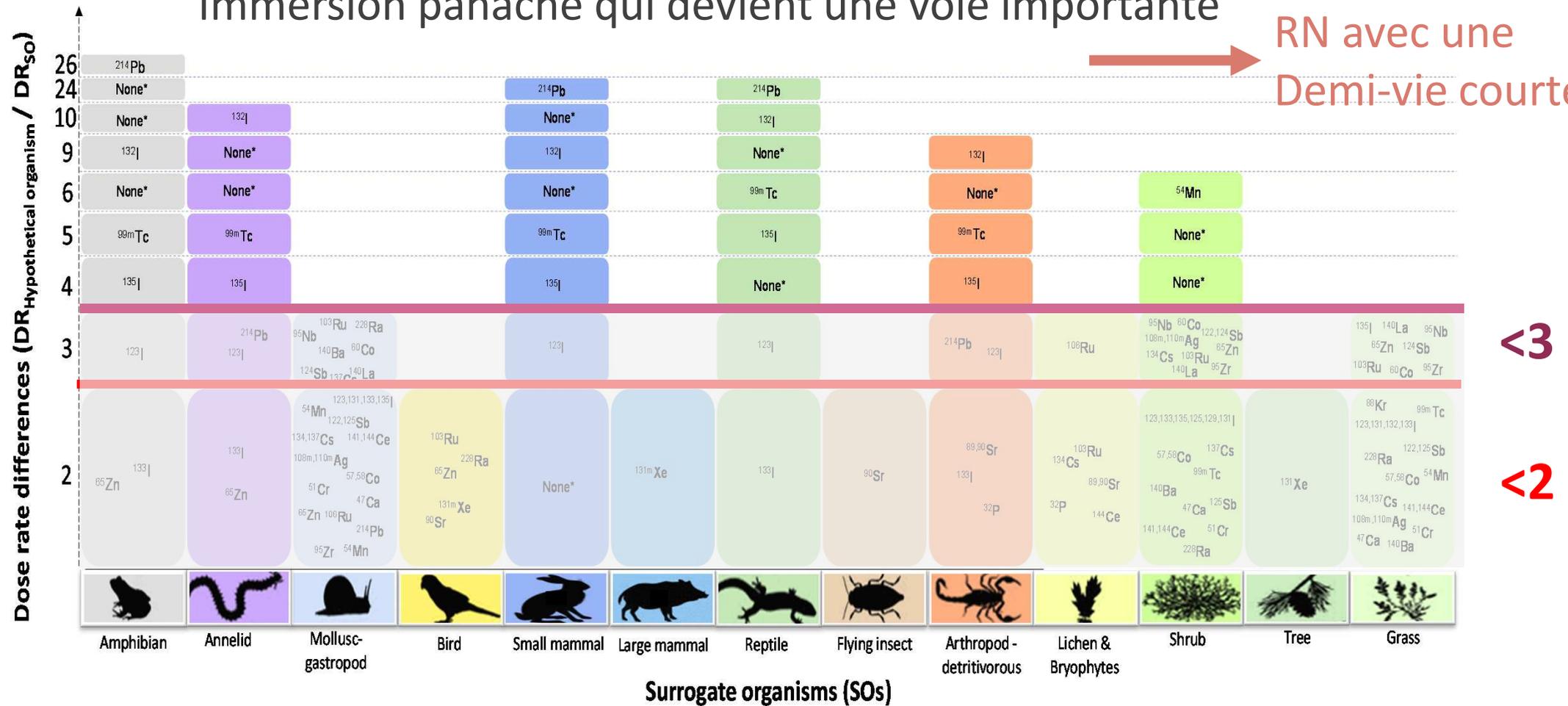




*None for no radionuclide in this range of dose rate difference

Immersion panache qui devient une voie importante

RN avec une
Demi-vie courte



« Question pragmatique :

L'utilisation des RO / RAP pour les calculs dosimétriques dans une évaluation des risques démontre-t-elle réellement que toutes les espèces (appartenant au même groupe) des différents écosystèmes cibles sont protégées ? »

« Question pragmatique :

L'utilisation des RO / RAP pour les calculs dosimétriques dans une évaluation des risques démontre-t-elle réellement que toutes les espèces (appartenant au même groupe) des différents écosystèmes cibles sont protégées ? »

OUI, dans la grande majorité des cas, avec à un facteur 2/3

Une attention particulière pour les RN à vie courte si ils contribuent majoritairement à la dose



A la condition que les CR / facteurs de transferts utilisés soient identiques entre espèce « réelle » et « organisme de référence »

« Question pragmatique :

L'utilisation des RO / RAP pour les calculs dosimétriques dans une évaluation des risques démontre-t-elle réellement que toutes les espèces (appartenant au même groupe) des différents écosystèmes cibles sont protégées ? »

OUI, dans la grande majorité des cas, avec à un facteur 2/3

Une attention particulière pour les RN à vie courte si ils contribuent majoritairement à la dose



A la condition que les CR / facteurs de transferts utilisés soient identiques entre espèce « réelle » et « organisme de référence »



La plus grande incertitude repose sur les CR (Johansen et al, 2012; Stark et al, 2015)

→ Travail issue du WG3 du programme MODARIA II de l'AIEA → soumis au *Journal of Radioprotection* RP (Edition spéciale)

Science of the Total Environment 658 (2019) 189–198

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

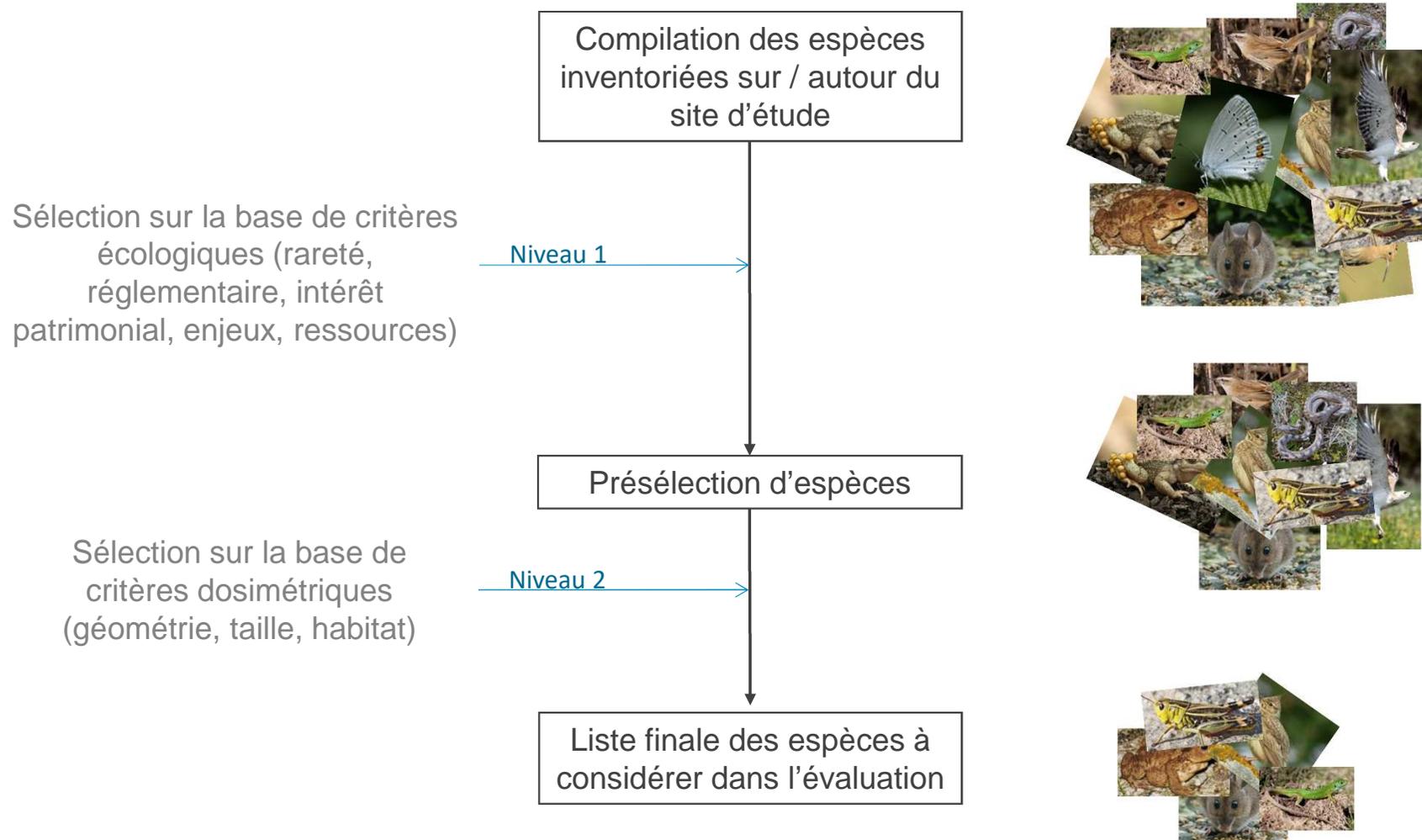
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Does the use of reference organisms in radiological impact assessments provide adequate protection of all the species within an environment?



Benoit Charrasse ^{a,*}, Amanda Anderson ^b, Juan C. Mora ^c, Justin Smith ^d, Emilie Cohenny ^a, Ari T.K. Ikonen ^e, Ville Kangasniemi ^e, Benjamin Zorko ^f, Yuri Bonchuk ^g, Léa Beaumelle ^h, Nipun Gunawardena ⁱ, Valeria Amado ^j, Lodovit Liptak ^k, Elisabeth Leclerc ^l, Diego Telleria ^m

Sélection d'espèces (critères « enjeux écologiques » + « critères dosimétriques ») | 400 esp.



Science of the Total Environment 658 (2019) 189–198

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

ELSEVIER



Does the use of reference organisms in radiological impact assessments provide adequate protection of all the species within an environment?

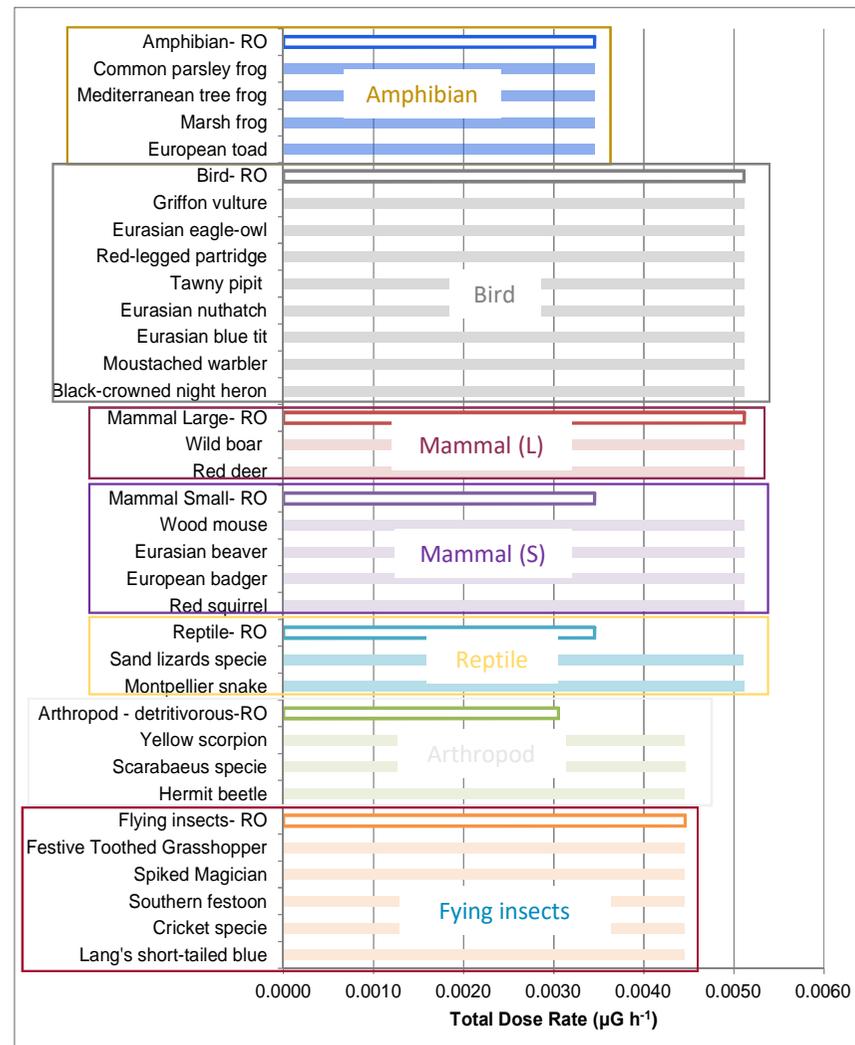
Benoit Charrasse ^{a,*}, Amanda Anderson ^b, Juan C. Mora ^c, Justin Smith ^d, Emilie Cohenny ^a, Ari T.K. Ikonen ^e, Ville Kangasniemi ^e, Benjamin Zorko ^f, Yuri Bonchuk ^g, Léa Beaumelle ^h, Nipun Gunawardena ⁱ, Valeria Amado ^j, Lodovit Liptak ^k, Elisabeth Leclerc ^l, Diego Telleria ^m

Sélection d'espèces (critères « enjeux écologiques » + « critères dosimétriques ») | 400 esp.



28 espèces

→ Différence de débit de dose (Réel/RO) < 2





DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

Merci pour votre attention 😊

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - www.cea.fr

DC interne

