

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

# Les Travaux du Comité 2 de la CIPR

F. Paquet / E. Blanchardon

# *L'organisation de la CIPR*

COMMISSION PRINCIPALE

```
graph TD; CP[COMMISSION PRINCIPALE] --- C1[Comité 1]; CP --- C2[Comité 2]; CP --- C3[Comité 3]; CP --- C4[Comité 4]; CP --- C5[Comité 5]; C1 --- GT[GROUPES DE TRAVAIL]; C2 --- GT; C3 --- GT; C4 --- GT; C5 --- GT;
```

**Comité 1**

Effets  
des  
rayonnements

**Comité 2**

Dosimétrie

**Comité 3**

Protection  
en  
médecine

**Comité 4**

Application  
des  
recommandations

**Comité 5**

Protection  
de  
l'environnement

GROUPES DE TRAVAIL

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

## *Développe des outils pour le calcul de dose*

- **Définit les grandeurs dosimétriques**
- **Produit les coefficients de dose pour l'évaluation des expositions internes et externes**
- **Développe des modèles biocinétiques et dosimétriques de référence**
- **Développe des données de référence pour les travailleurs et les membres du public**

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

## ***Produit des recommandations***

- ***Emet des documents de doctrine (Cf. Publication 103)***
- ***Emet des documents techniques en s'appuyant sur des “Task Groups”***
  - **TG on Dose Calculation (DOCAL)**
  - **TG on Internal Dosimetry (INDOS)**
  - **TG on Radiation Exposures of Astronauts in Space**
  - **TG on the Human Alimentary Tract Model (HAT)**

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

## ***Assure une contribution à d'autres TG***

- **Epidémiologie après exposition aux émetteurs alpha (C1)**
- **Doses résultant de l'exposition à des radiopharmaceutiques (C3)**
- **Dosimétrie pour les espèces non-humaines (C5)**

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

## **Les éléments de doctrine : le document fondateur du comité 2**

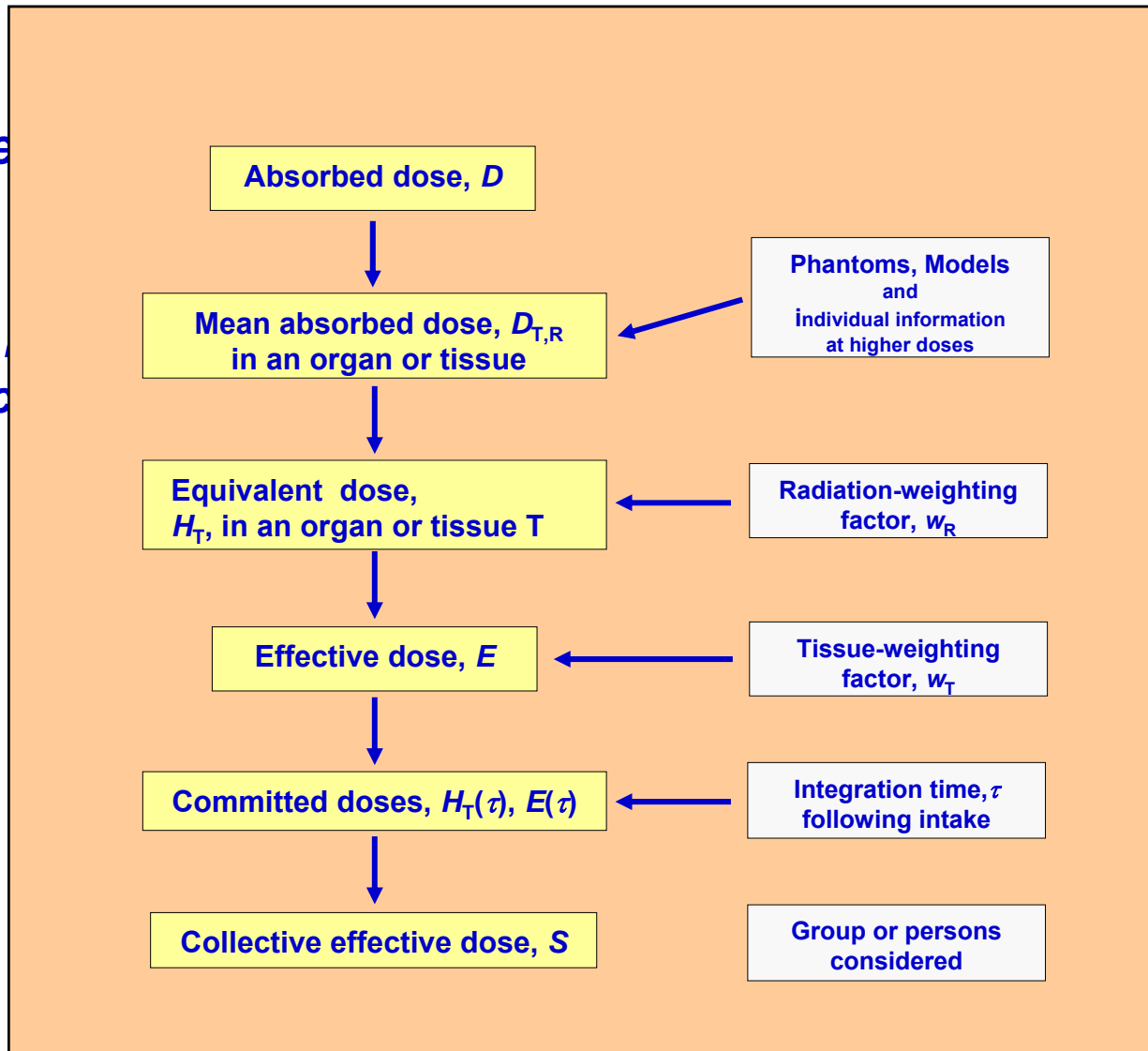
- **Décrit les quantités utilisées en Radioprotection**  
(Fluence  Dose collective)

# Le Comité 2

## “Doses from Radiation Exposure”

Le Document

- Décrit (Fluence)



# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

## *Le Document Fondateur du Comité 2*

- *Décrit les quantités utilisées en Radioprotection  
(Fluence → Dose efficace)*
- *Décrit applications pratiques des quantités dosimétriques  
(Dose engagée, personne de référence, exposition professionnelle,  
médicale ou pour les membres du public, dose collective)*
- *Décrit incertitudes et “jugements” en radioprotection*



# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

*Le Document Fondateur du Comité 2*

**3 Points clés**

## **1. Utilisation de la dose efficace**

- *Concept mal interprété. Utilisation abusive pour calculs retrospectifs.*
- *Calcul basé sur valeurs de référence (travailleur adulte ou public à différents ages) et non sur valeurs individuelles (sexe, masse, physiologie, sensibilité individuelle). Donne dose pour une personne de référence.*
- *Doit servir à des fins de management, pour démonstration de conformité lorsque les doses sont largement en dessous des limites préconisées.*

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

*Le Document Fondateur du Comité 2*

**3 Points clés**

## **1. Utilisation de la dose efficace (suite)**

- *Ne doit pas être utilisée en cas d'accident, de façon rétrospective (utiliser valeurs individuelles)*
- *Ne doit pas être utilisée lorsque les doses reçues risquent de provoquer des effets déterministes*
- *Ne doit pas être utilisée pour l'évaluation des doses en épidémiologie*

*Dans ces derniers cas utiliser la dose absorbée aux organes avec les RBE adéquats.*

***Le C2 va faire de nouvelles recommandations***

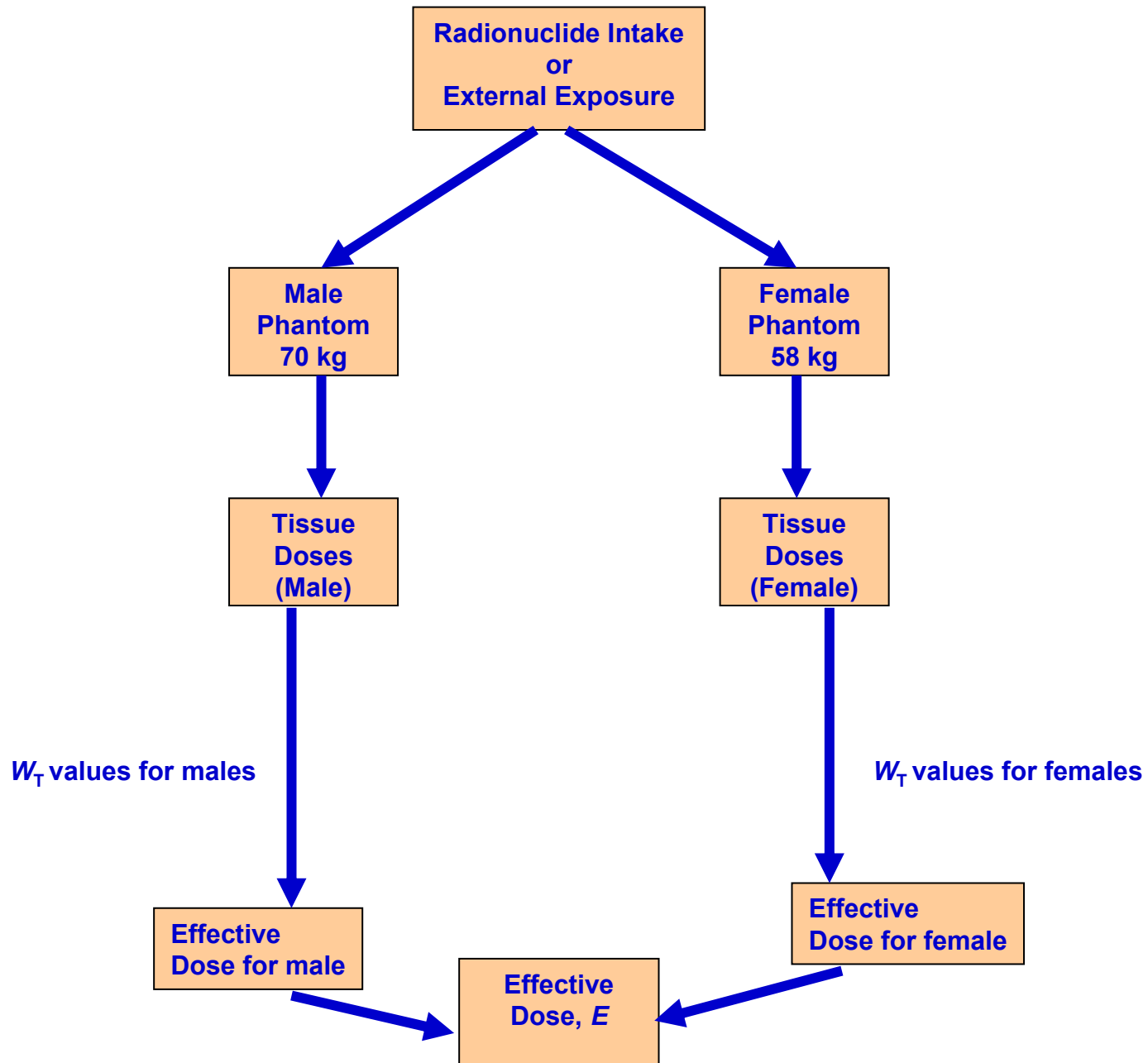
# Le Comité 2

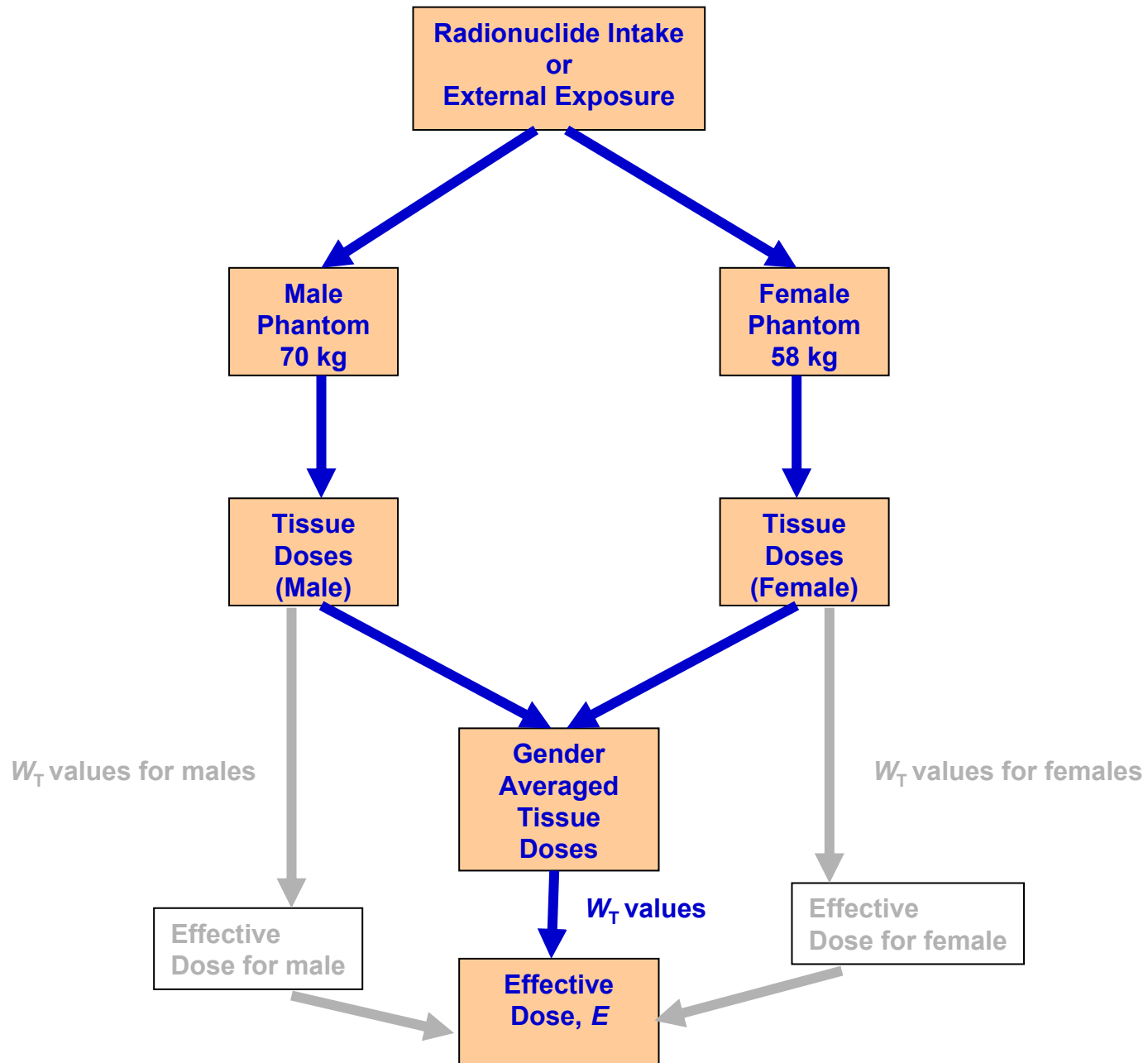
*“Doses from Radiation Exposure”*

*Le Document Fondateur du Comité 2*

**3 Points clés**

**2. Moyenne des doses Hommes/Femmes**





# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

*Le Document Fondateur du Comité 2*

**3 Points clés**

## **3. Les incertitudes**

*Clarifier la notion d'incertitude. La distinguer de la variabilité.*

*Définition des sources d'incertitudes*

- *Hétérogénéité du dépôt d'énergie à faibles doses*
- *Hétérogénéité de distribution des RN*
- *Localisation des cellules cibles pour cancer*
- *Validité des modèles biocinétiques (données animales)*
- *Incorporation des RN à partir de la chaîne alimentaire*
- *RBE sur animaux et études in vitro*
- ...

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

*Travaux au sein des “Task Groups”*

*Pilotés par des  
membres du C2*

**TG on Dose calculation (DOCAL)**

**TG on Internal Dosimetry (INDOS)**

**TG on Radiation Exposures of Astronauts in Space**

**TG on the Human Alimentary Tract Model (HAT)**

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

## **Travaux au sein des “Task Groups”**

*Pilotés par des  
membres du C2*

TG on Dose calculation (DOCAL)

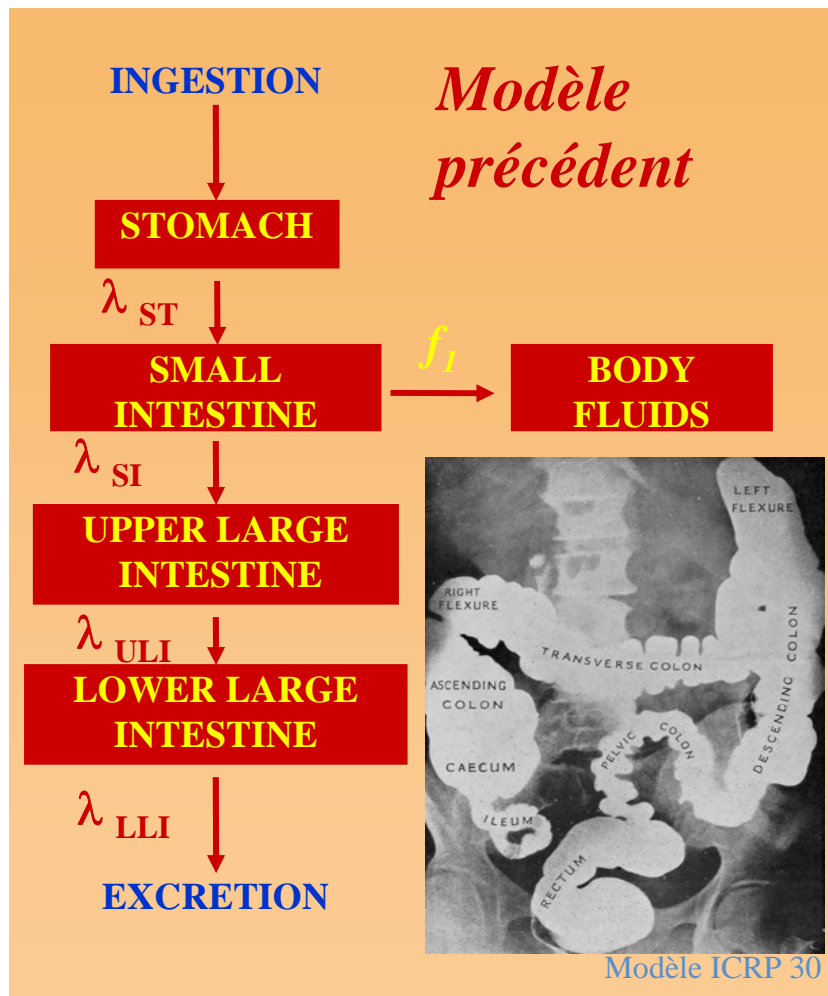
TG on Internal Dosimetry (INDOS)

TG on Radiation Exposures of Astronauts in Space

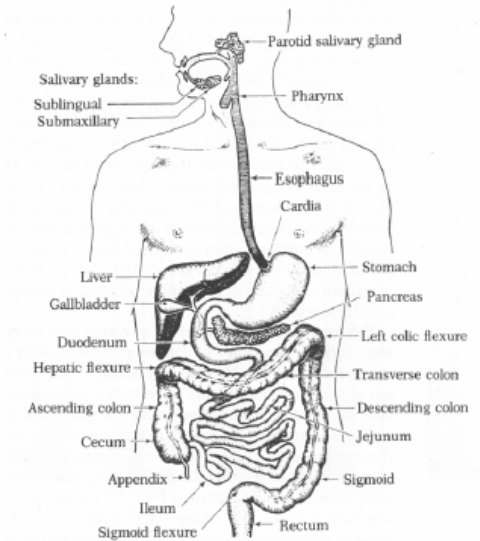
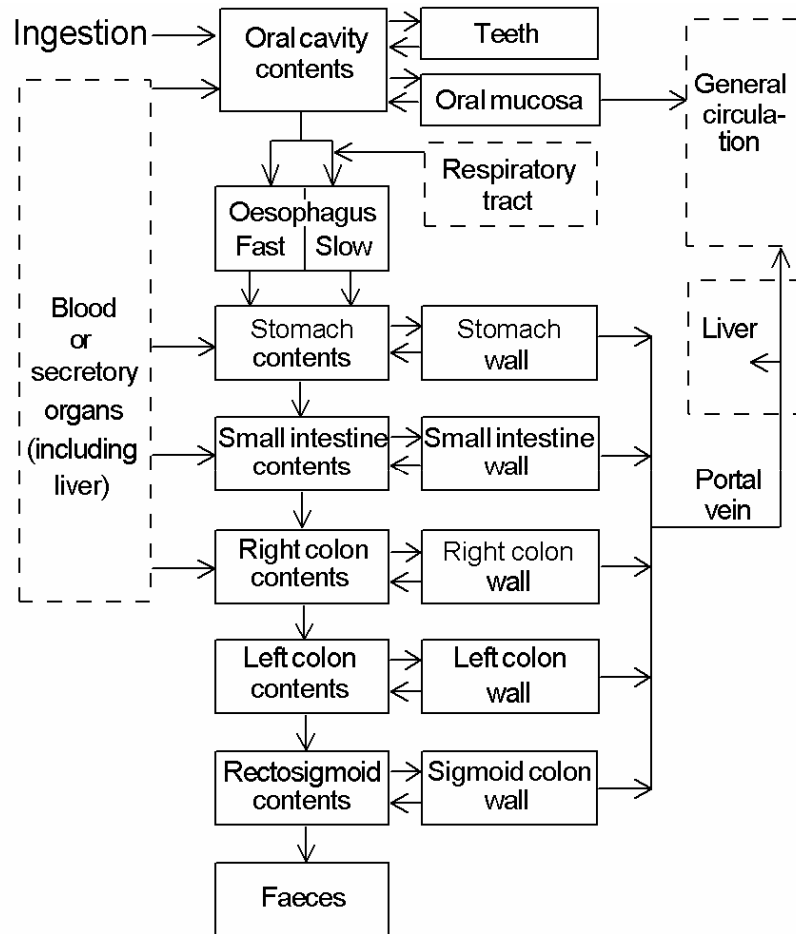
**TG on the Human Alimentary Tract Model (HAT)**



## TG on the Human Alimentary Tract Model (HAT)



# Human Alimentary Tract Model



ICRP 100, 2006

# Le Comité 2

## *“Doses from Radiation Exposure”*

### *Travaux au sein des “Task Groups”*

*Pilotés par des  
membres du C2*

TG on Dose calculation (DOCAL)

**TG on Internal Dosimetry (INDOS)**

TG on Radiation Exposures of Astronauts in Space

TG on the Human Alimentary Tract Model (HAT)

# Le Comité 2

## TG on Internal Dosimetry (INDOS)

### *Objectifs*

*Développement de modèles biocinétiques pour les RN entrant dans le corps par inhalation, ingestion ou blessure*

*Préparation des rapports décrivant les modèles développés et, en concertation avec DOCAL, les coefficients de dose pour la plupart des radionucléides auxquels sont exposés les travailleurs et les membres du public (y compris les embryons, foetus et nouveaux nés)*

# Le Comité 2

## TG on Internal Dosimetry (INDOS)

Préparation du document “Occupational intake of radionuclides”  
*(Révision des publications 30 (1982), 54 (1988), 68 (1995), 78 (1997))*

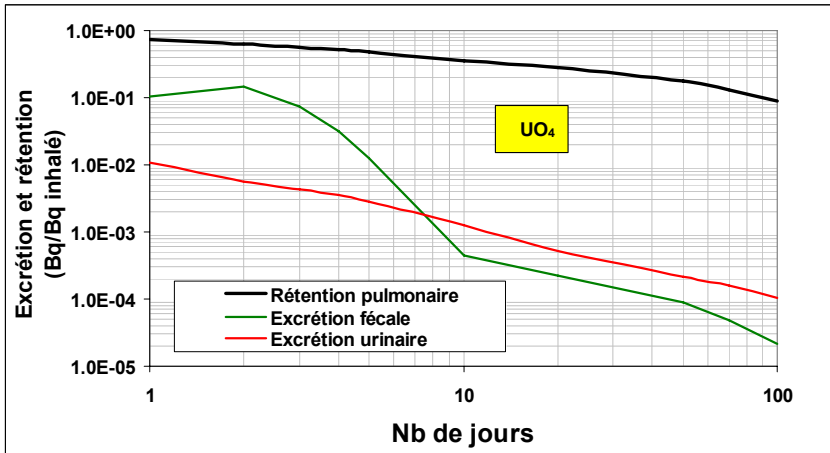
### Partie 1 en 2011

*Description des modèles biocinétiques et dosimétriques de référence*

*Révision du modèle respiratoire*

*Interprétation des analyses radiotoxicologiques*

# Calcul rétrospectif de dose



Quantité mesurée (Bq)  
(organes ou excréta)

Incorporation (Bq)

Dose per unit content  
indépendant du DAMA et  
de la solubilité

DPUI (Bq/Sv)  
Dépend de DAMA  
Solubilité,..

Dose (Sv)

# Le Comité 2

## TG on Internal Dosimetry (INDOS)

Préparation du document “Occupational intake of radionuclides”

*(Révision des publications 30 (1982), 54 (1988), 68 (1995), 78 (1997))*

### Partie 1 en 2011

*Description des modèles biocinétiques et dosimétriques de référence*

*Révision du modèle respiratoire*

*Interprétation des analyses radiotoxicologiques*

*Description biocinétiques et coefficients de dose pour 33 éléments*

*H, C, S, Ca, Fe, Co, Ni, Zn, Se, Sr, Zr, Ni, Mo, Tc, Ru, Ag, Sb, Te, I, Cs, Ba, Ce, Pb, Po, Ra, Th, U, Np, Pu, Am, Cm + Cf, Ir*

### Partie 2 en 2014

# Le Comité 2

## TG on Internal Dosimetry (INDOS)

### Préparation du document “Public intake of radionuclides”

*(Révision des publications 67 (1993), 69 (1995), 71 (1995), 72 (1996))*

#### Partie 1 en 2012

*Description des modèles biocinétiques et dosimétriques de référence*

*Description biocinétiques et coefficients de dose pour 31 éléments*

*H, C, S, Ca, Fe, Co, Ni, Zn, Se, Sr, Zr, Ni, Mo, Tc, Ru, Ag, Sb, Te, I, Cs, Ba, Ce, Pb, Po, Ra, Th, U, Np, Pu, Am, Cm*

#### Partie 2 en 2014



# Le Comité 2

## TG on Internal Dosimetry (INDOS)

Préparation du document “dosimetry after wound exposure” en 2013

Préparation document “Dose to embryo and fetus” en 2015  
(révision ICRP 88, 2002)

Préparation document “Doses to infant from ingestion of mother milk”  
en 2015  
(révision ICRP 95, 2004)

# Le Comité 2

*“Doses from Radiation Exposure”*

***Travaux au sein des “Task Groups”***

*Pilotés par des  
membres du C2*

**TG on Dose Calculation (DOCAL)**

TG on Internal Dosimetry (INDOS)

TG on Radiation Exposures of Astronauts in Space

TG on the Human Alimentary Tract Model (HAT)

# TG on dose calculation (DOCAL)

*Développement de méthodes pour le calcul de doses résultant de sources externes et internes de radiations*

**Données de décroissance radioactive (2008)**

**Modèles anatomiques et dosimétriques de référence (2008)**

*Irradiation externe*

**Coefficients de conversion du kerma dans l'air en dose absorbée dans un organe (2009)**

*Irradiation interne*

**Fractions spécifiques d'énergie absorbée (SAFs, 2009)**

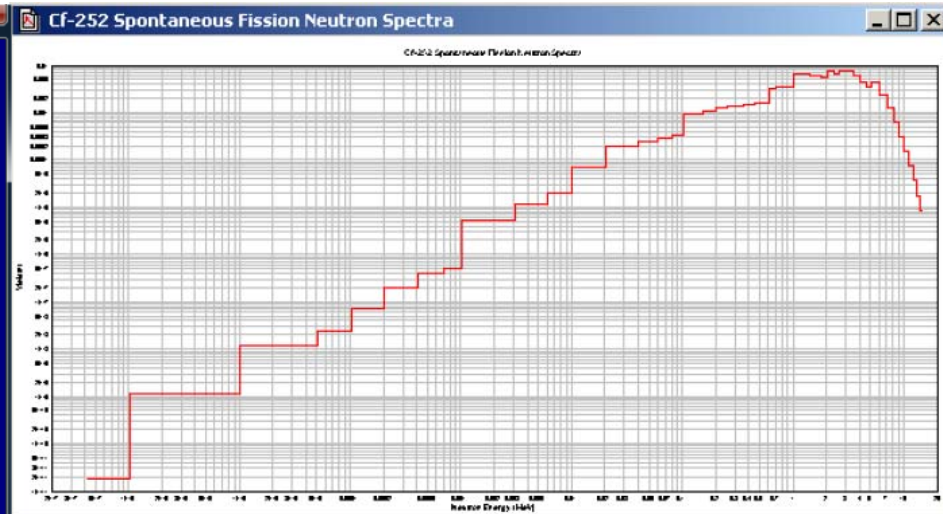
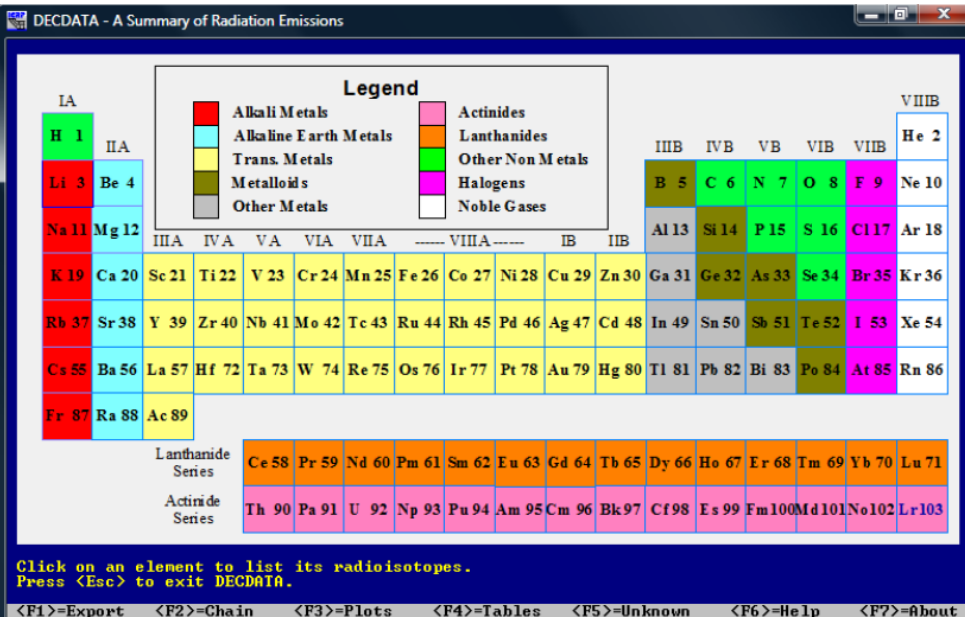
**Implémentation des modèles biocinétiques**

**Coefficients de dose efficace engagée (2011)**

**Prévision des grandeurs radiotoxicologiques mesurables (2011)**

# TG on dose calculation (DOCAL)

## Decay Data: Energies and Intensities of Emissions



A. Endo (JAEA) et K.F. Eckerman (ORNL)

Révision de la publication CIPR 38 avec CD et logiciel (2008)

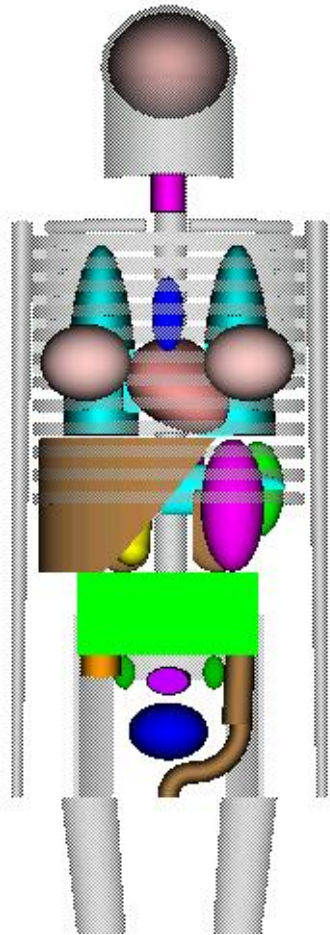
Schémas de décroissance, énergie et rendement des radiations émises pour 1252 radioisotopes (dont 330 périodes < 10 min) de 97 éléments

Spectres  $\beta$ , Auger- CK (136) et neutrons (28)

Débit de kerma dans l'air

# TG on dose calculation (DOCAL)

*ICRP reference computational phantoms of the adult male and female*



Des fantômes voxels pour représenter l'homme de référence de la CIPR

A partir d'images CT de personnes réelles

Dimensions et densités de 140 organes/tissus ajustées aux valeurs de la CIPR 89

Publication avec CD (2008)



M. Zankl (Helmholtz)

# TG on dose calculation (DOCAL)

## ICRP reference computational phantoms of the adult male and female

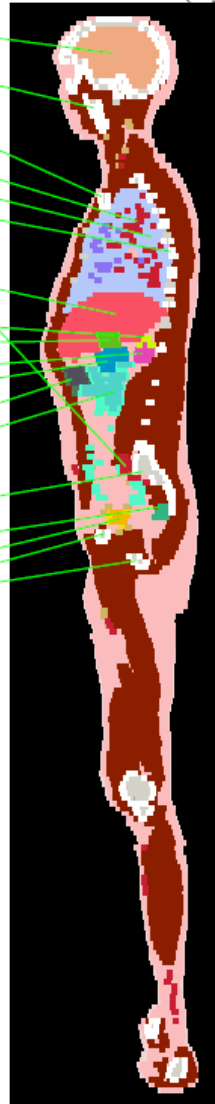
Row no. 85 (coronar)



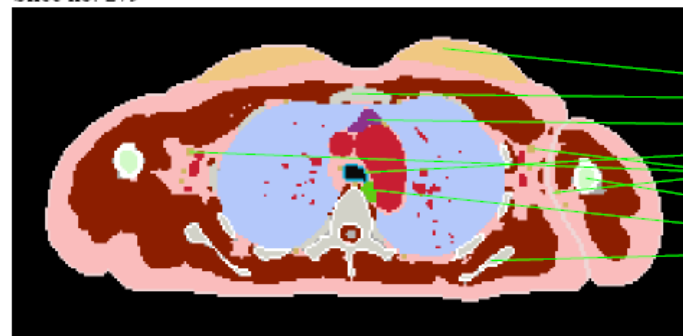
- Brain
- Mandible
- Clavicles
- Ribs
- Lungs, blood
- Lungs, tissue
- Thoracic spine
- Blood vessels, trunk
- Liver
- Spleen
- Adrenals
- Gall bladder
- Kidneys
- Pancreas
- Transverse colon, right
- Small intestine
- Lumbar spine
- Sacrum
- Sigmoid colon
- Urinary bladder
- Pelvis

**ICRP-AM**

Column no. 109 (sagittal)

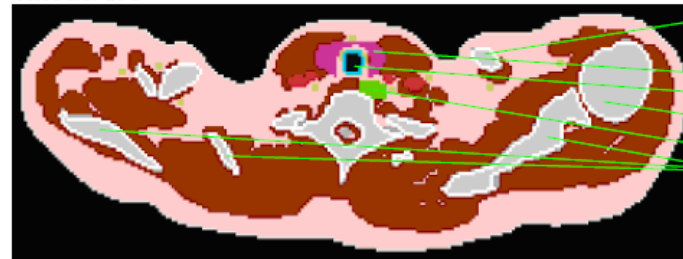


Slice no. 279



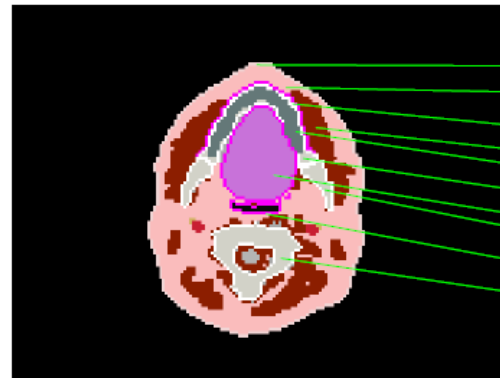
- Breast, adipose tissue
- Sternum
- Thymus
- Trachea
- Lymphatic nodes
- Humerus, upper half
- Oesophagus
- Scapulae

Slice no. 296



- Clavicles
- Thyroid
- Trachea
- Humerus, upper half
- Oesophagus
- Scapulae

Slice no. 313



**ICRP-AF**

- Skin, head
- Residual (adipose) tissue, head
- Oral mucosa
- Muscle, head
- Teeth
- Cranium
- Tongue
- Mandible
- ET<sub>2</sub>
- Cervical spine



# TG on dose calculation (DOCAL)

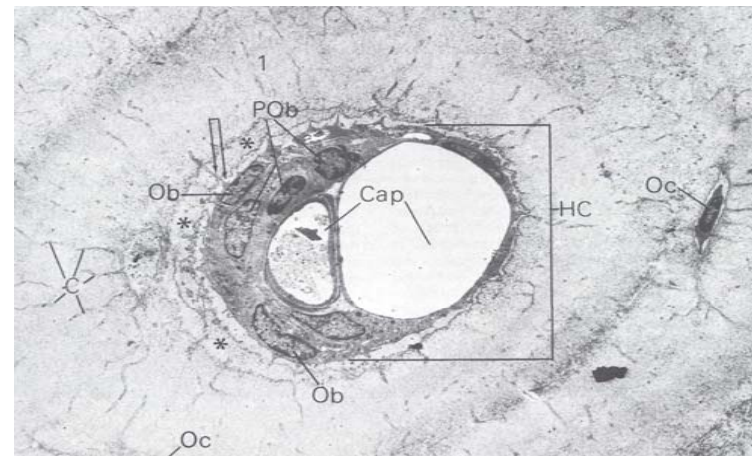
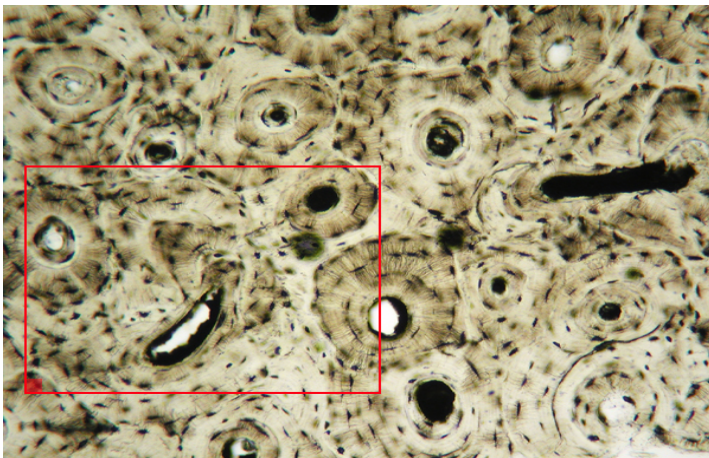
## *Dosimétrie du squelette*

Cellules cibles pour l'induction de cancers osseux réparties sur une couche de 50  $\mu\text{m}$  (au lieu de 10  $\mu\text{m}$  dans la publication CIPR 30) à partir de la surface

de l'os trabéculaire

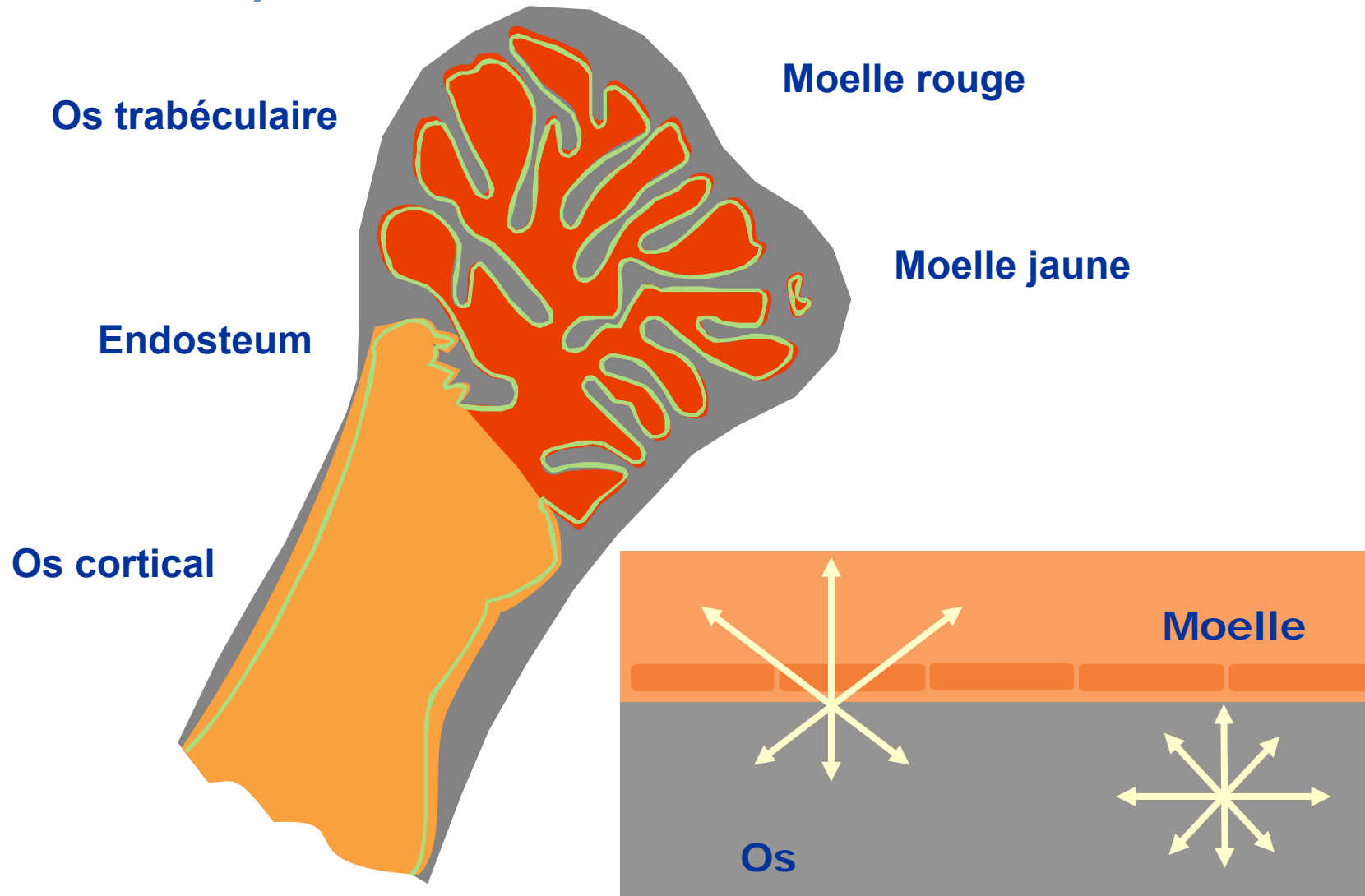
des cavités médullaires de l'os cortical, hors système Haversien

Cellules cibles pour l'induction de leucémies sont dans toute la moelle rouge de l'os spongieux



# TG on dose calculation (DOCAL)

## *Dosimétrie du squelette*





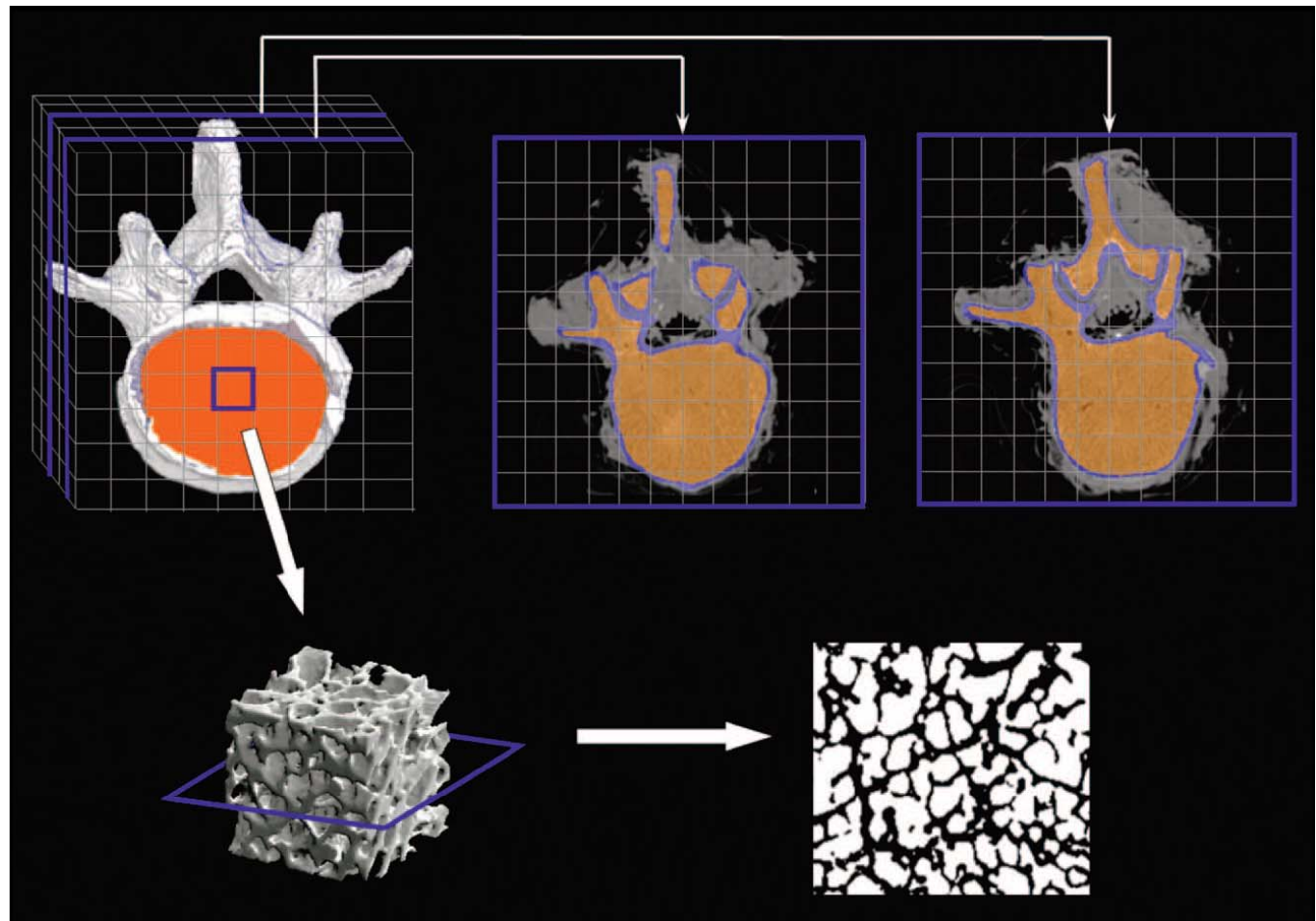
# TG on dose calculation (DOCAL)

## *Dosimétrie du squelette*

Transport des électrons secondaires dans chaque région du squelette à partir d'images  $\mu$ CT

Modèle PIRT

Paired-Image  
Radiation  
Transport



W.E. Bolch (UF)

# TG on dose calculation (DOCAL)

## *Fantômes pédiatriques*

nouveau-né, 1, 5, 10 et 15 ans  
hybrides NURBS-voxel

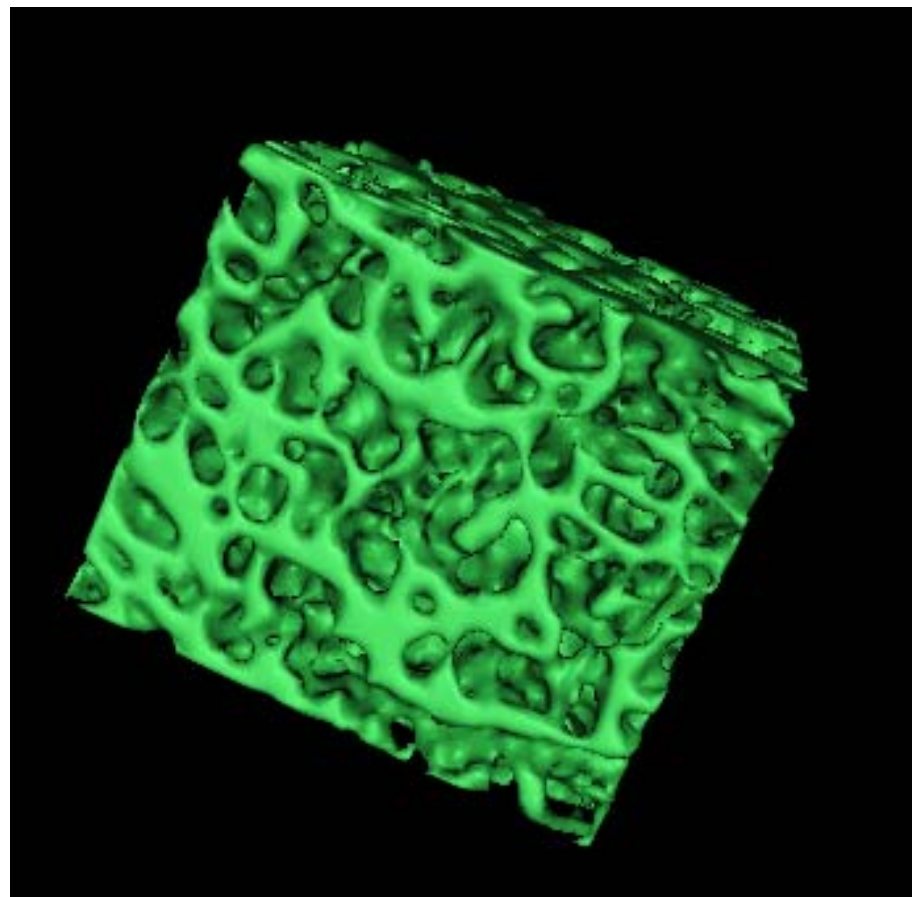
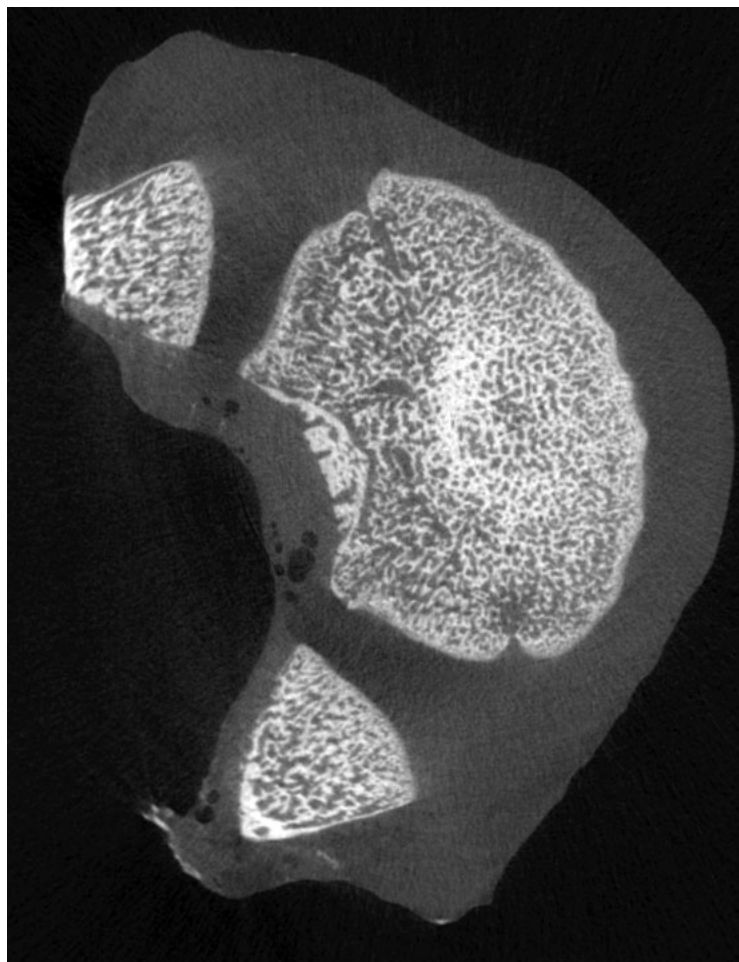
dosimétrie du public (C2) et GT  
radiopharmaceutiques (C3)



W.E. Bolch (UF)

# TG on dose calculation (DOCAL)

## *Fantômes pédiatriques*



W.E. Bolch (UF)

**Image  $\mu$ CT de la vertèbre L2 d'un nouveau-né de 4 jours et reconstruction 3D de l'os trabéculaire et de la moelle**

# TG on dose calculation (DOCAL)

## *Irradiation externe*

Révision de la publication CIPR 74 (2009)

Coefficients de conversion du kerma dans l'air en dose équivalente aux organes, dose à la peau, dose efficace

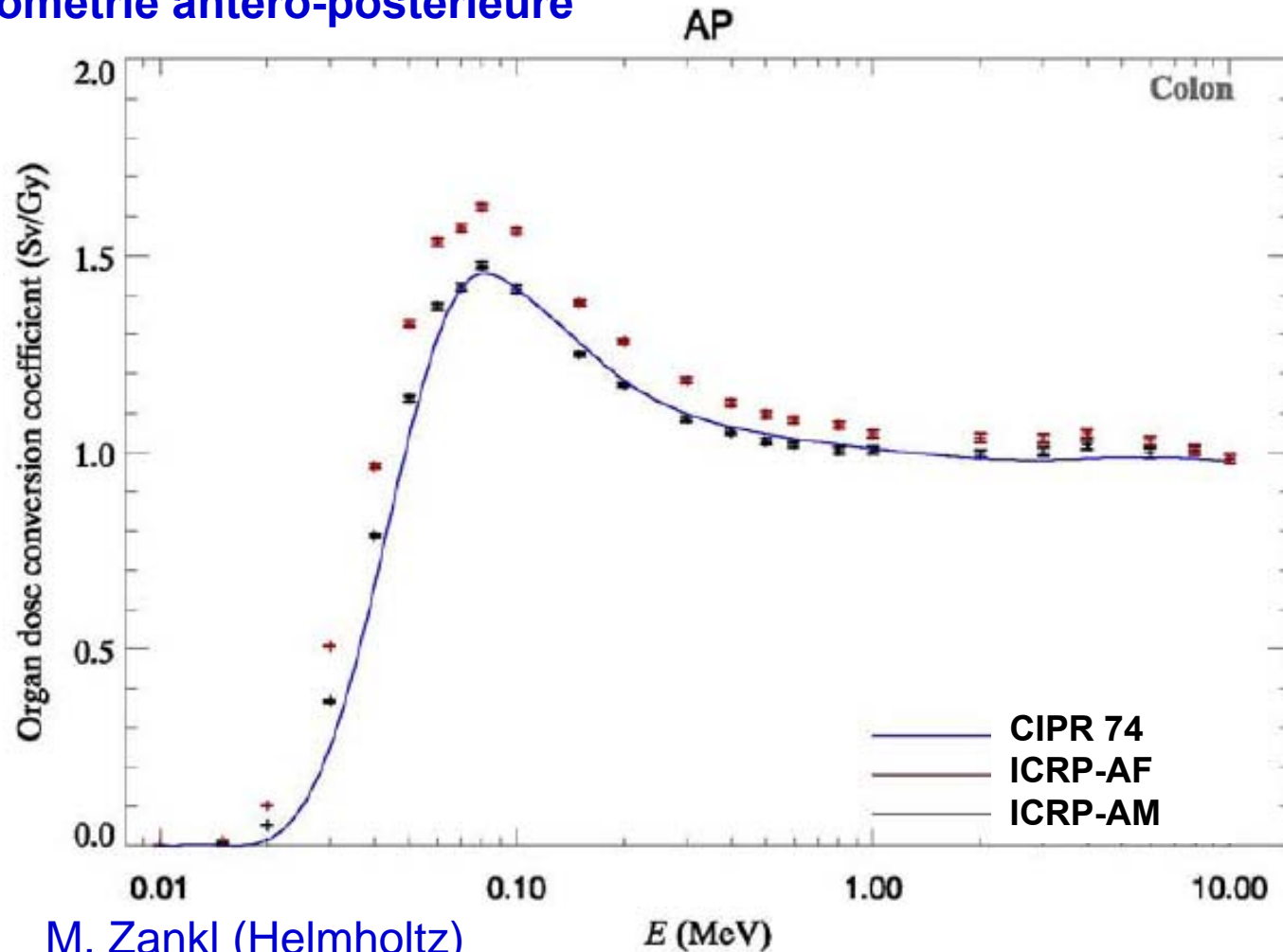
Photons (10 keV - 1 GeV), neutrons (thermiques - 10 GeV), électrons (10 keV - 10 MeV) + positrons, muons, protons pour les personnels naviguant + 27 ions lourds pour les spationautes

Géométries standards AP, PA, LLAT, RLAT, ISO, ROT, submersion dans un nuage, sol contaminé

# TG on dose calculation (DOCAL)

## *Irradiation externe*

Coefficient de conversion en dose au colon pour des photons de 10 keV - 10 MeV en géométrie antéro-postérieure



M. Zankl (Helmholtz)

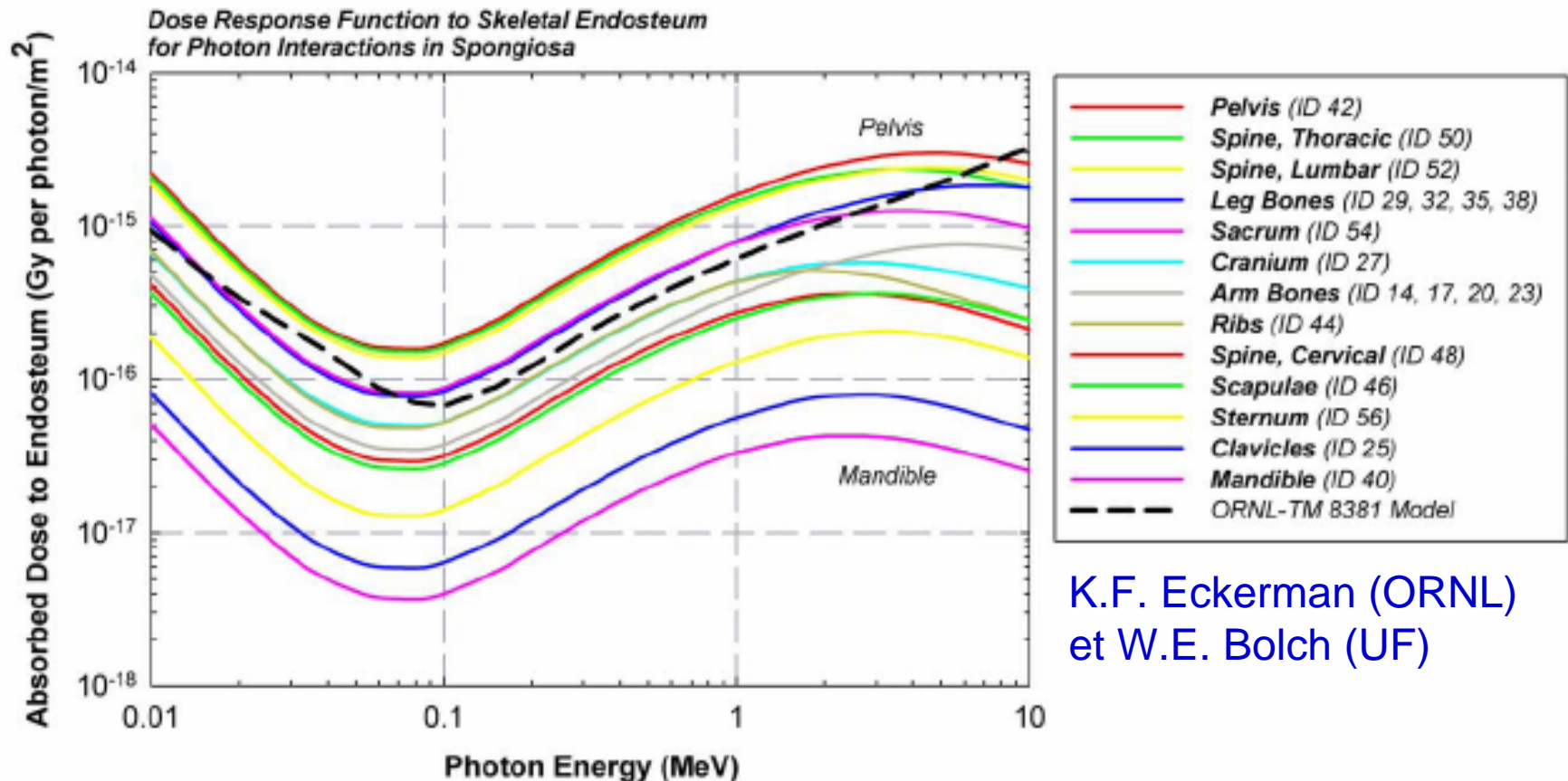


# TG on dose calculation (DOCAL)

## Dosimétrie du squelette

### Fonctions de réponse de la fluence à la dose dans le squelette

$$\frac{D(T)}{\Psi(E)} = \frac{1}{m(T)} \sum_r m(r) \sum_i \int_0^\infty \phi(T \leftarrow r; E_i^E) (i/\rho)_r n_r(E_i^E) E_i^E dE_i^E$$



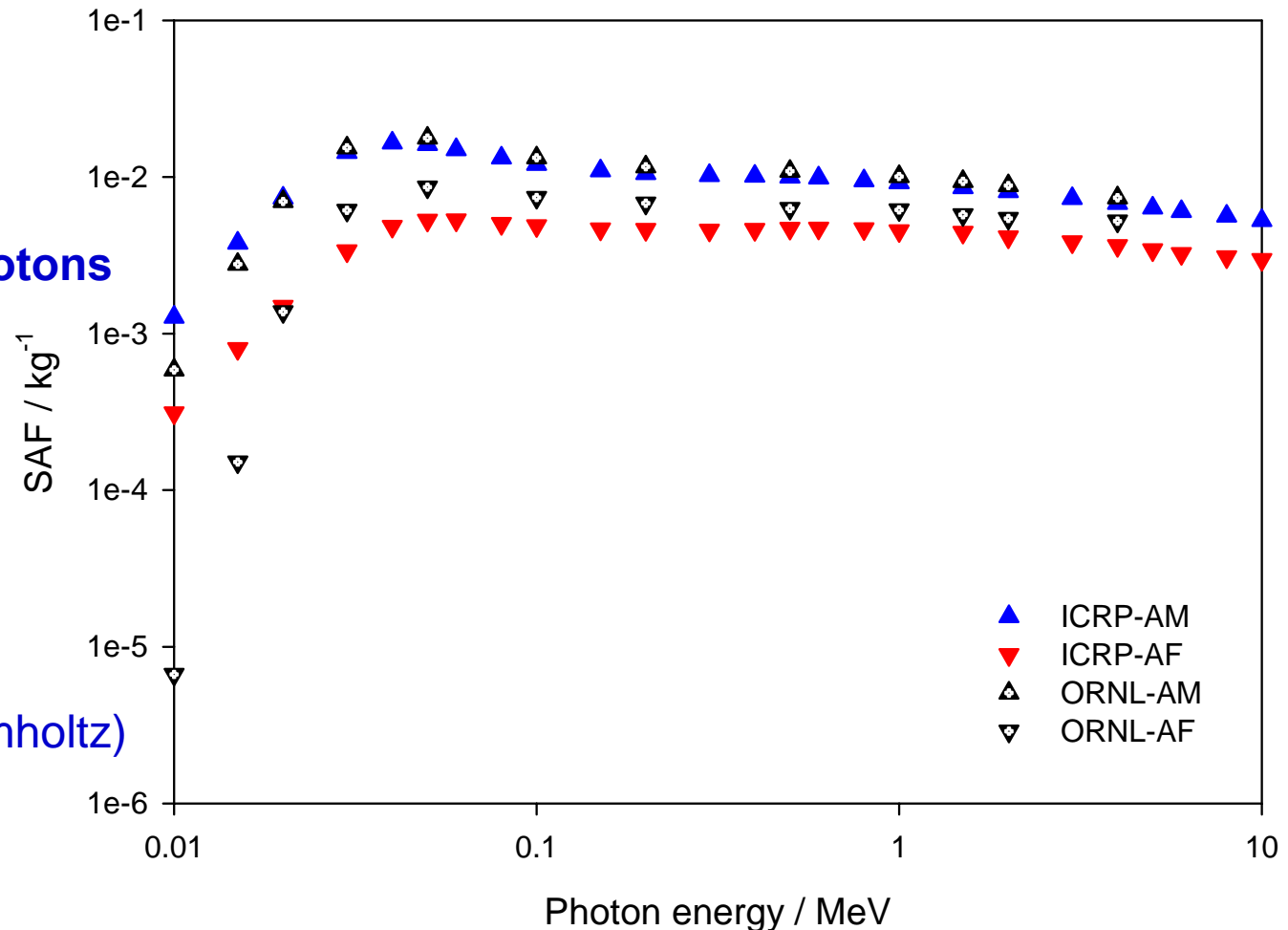
K.F. Eckerman (ORNL)  
et W.E. Bolch (UF)

# TG on dose calculation (DOCAL)

## Irradiation interne

Fraction spécifique absorbée (SAF) dans une région cible de l'énergie émise dans une région source

SAF(colon ← foie), photons

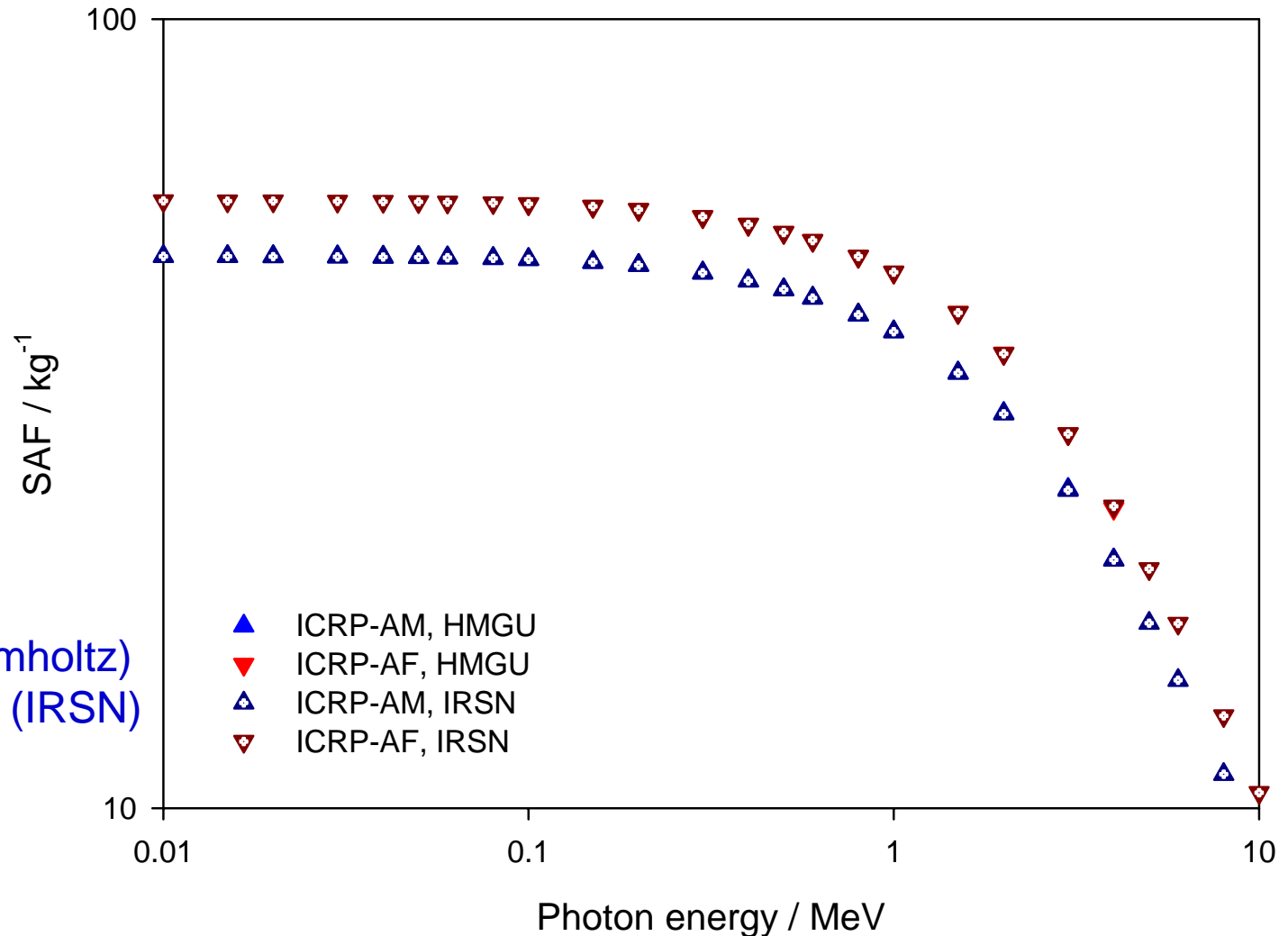


M. Zankl (Helmholtz)

# TG on dose calculation (DOCAL)

*Irradiation interne*

SAF (thyroïde ← thyroïde), électrons



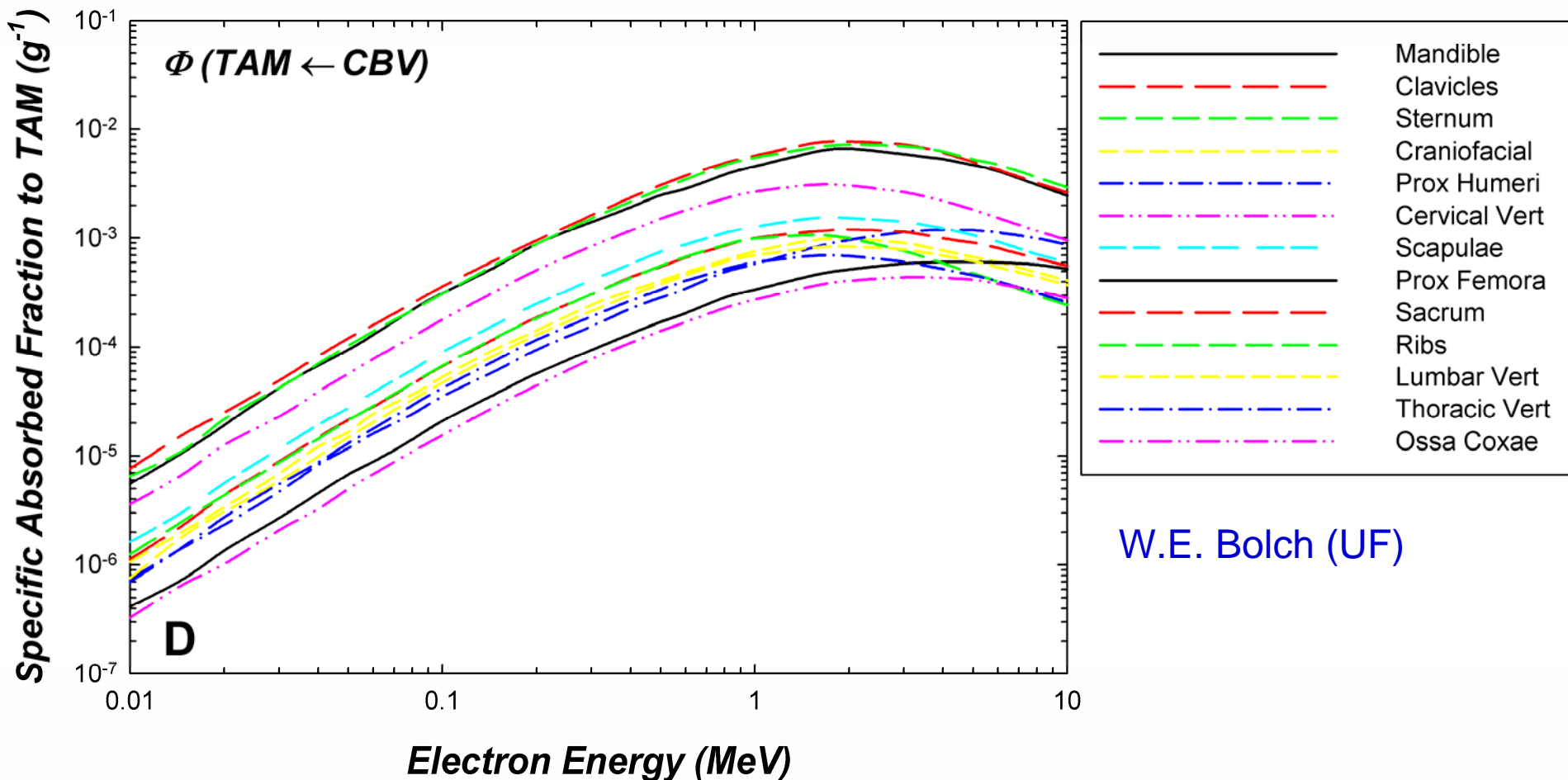
M. Zankl (Helmholtz)  
et A. Desbrée (IRSN)



# TG on dose calculation (DOCAL)

## Dosimétrie du squelette

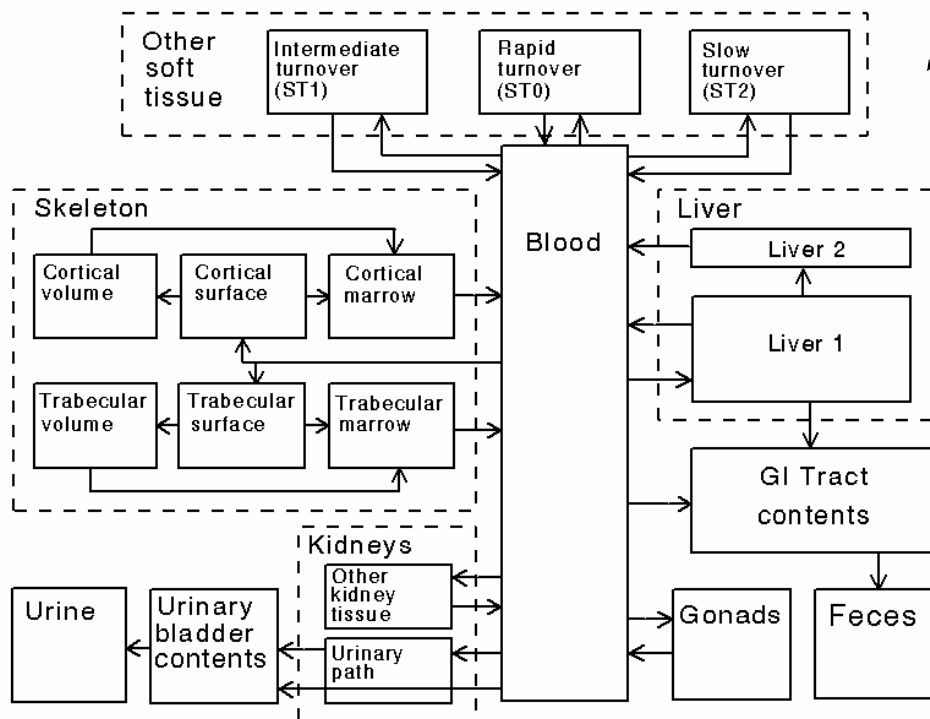
SAF (moelle rouge ← volume de l'os cortical), électrons



# TG on dose calculation (DOCAL)

## Irradiation interne

### Implémentation des modèles biocinétiques



### énergie spécifique efficace

$$SEE(T \leftarrow S) = \sum_R Y_R \cdot E_R \cdot w_R \cdot SAF(T \leftarrow S)_R$$

### débit de dose équivalente

$$\dot{H}_T = \sum_S q_S \cdot SEE(T \leftarrow S)$$

### coefficient de dose efficace engagée

$$e(50) = \sum_T w_T \int_{50ans} \frac{\dot{H}_T^{fém}(t) + \dot{H}_T^{masc}(t) dt}{2}$$

### grandeurs radiotoxicologiques

Exposition professionnelle (2011), du public (2012), par plaie (2013), du fœtus et via le lait maternel (2015)

# Le Comité 2

## Dernières publications

*Publication 88* . Doses to the embryo and fetus from intakes of radionuclides by the mother. Ann. ICRP 31 (1-3) 2001. Elsevier Science Ltd., Oxford.

*Supporting Guidance 3* . Guide for the practical application of the ICRP Human Respiratory Tract Model. Ann. ICRP 32 (1-2) 2002. Elsevier Science Ltd., Oxford.

*Publication 89* . Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: reference values. Ann. ICRP 32 (3-4) 2002. Elsevier Science Ltd., Oxford.

*Publication 95* . Doses to infants from ingestion of radionuclides in mothers' milk. Ann. ICRP 34 (3-4) 2004. Elsevier Science Ltd., Oxford.

*Publication 100* . Human Alimentary Tract Model for radiological protection. Ann. ICRP 36(1-2) 2006. Elsevier Science Ltd., Oxford.