Grandeurs opérationnelles d'aujourd'hui et de demain

Institut de radiophysique, CHUV
Andreas Pitzschke
10.01.2020

ARRAD
Association romande de radioprotection

CHUV

Aperçu

1. Introduction aux grandeurs opérationnelles
2. Définition des grandeurs d’aujourd’hui
3. Définition des grandeurs de demain et les implications

Pourquoi définir les grandeurs opérationnelles ?

- Les **limites d'exposition** sont données en termes de **grandeurs de protection** (dose efficace, dose équivalente).
- Le **contrôle** des limites de dose nécessite l'évaluation des valeurs de grandeurs de protection **par mesures**.
- **MAIS**, les grandeurs de protection ne sont généralement **pas mesurables**.
- Les mesures **nécessitent** un étalonnage des instruments en termes de **grandeurs mesurables**.

↓

Grandeurs opérationnelles

Les grandeurs opérationnelles d'aujourd'hui

Où pouvons-nous trouver des informations ?

Ordonnance du DFI
sur la dosimétrie individuelle et la dosimétrie de l'environnement
(Ordonnance sur la dosimétrie)

814.501.43

ISO 4037-3:2019
Radioprotection — Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons — Partie 3: Étalonnage des dosimètres de zone et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence

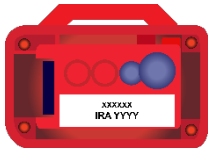
IEC 62387:2012

Radiation protection instrumentation - Passive integrating dosimetry systems for personal and environmental monitoring of photon and beta radiation

Les grandeurs opérationnelles d'aujourd'hui

Individuelle :

$H_p(10)$ et $H_p(0.07)$



Environnement :

H*(10) et H'(0.07)

???

Annexe 14
(art. 44)

Coefficients de conversion pour la dosimétrie de l' ???

ment

a. Coefficients de conversion pour le rayonnement photon

Coefficients de conversion pour le passage du *kerma* dans l'air à l'équivalent de dose ambiant *H(10)**

Source Qualité	Energie moyenne (keV)	*h**(10) (Sv/Gy)
N – 60	48	1,59
Am – 241	59	1,74
N – 80	65	1,73
N – 100	83	1,71
N – 120	100	1,64
N – 150	118	1,58
N – 200	164	1,46
N – 250	208	1,39
N – 300	250	1,35
Cs – 137	662	1,20
Co – 60	1250	1,16
Ti (cible)	5140	1,11

Références: ICRP 74, ISO 4037-3

???

Ordonnance sur la dosimétrie

Définitions d'aujourd'hui

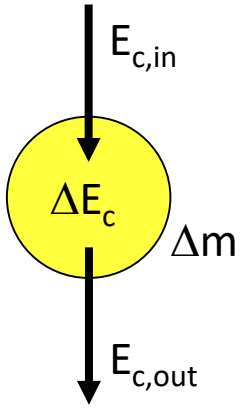
- Dose efficace ***E*** :
  - Explication : Dose aux organes
  - Unité : Sv (ou mSv)
  - Qui : Service de dosimétrie

$$E = \underbrace{E_{\text{int}}}_{=0} + E_{ext} \approx H_p(10) = h_p(10) \cdot K_a$$

- Coefficient de conversion ***$h_p(10)$*** :
  - Explication : Passage des propriétés d'un champs de radiation à la dose aux organes
  - Unité : Sv/Gy
  - Qui : ICRU et ICRP

???

- Kerma dans l'air ***K_a*** :
  - Explication : Transfert d'énergie cinétique dans un volume
  - Unité : Gy
  - Qui : Laboratoire d'étalonnage



ICRU : International commission on radiation units and measurements
ICRP : International commission on radiological protection

Coefficients de conversion

$$E \approx H_p(10) = K_a\, h_p(10)$$

$$E \approx H^*(10) = K_a\, h^*(10)$$

Les inconvénients d'aujourd'hui

Imprécisions dans le calcul des coefficients de conversions :

- **ICRU sphère** consiste d'un matériel équivalent au tissu humain qui est **non-existant**

- **Dose équivalente, H_T,** définit comme la dose absorbée **dans l'eau** (pas tissu) multiplié par un facteur de qualité, Q

- **Approximation du kerma:** sphère se trouve dans le vide → particules secondaires externes ne sont pas considérés

Les inconvénients d'aujourd'hui

Inconsistance dans l'utilisation des grandeurs :

- Mélange entre les effets stochastiques et déterministes :
  - Dose efficace, dose équivalente et équivalent de dose : **effets stochastiques** → unité Sv
  - Dose absorbée par un tissu ou organe : **effets déterministe** → unité Gy

- Limites de dose au **cristallin** et aux **extrémités** :
  - Données en terme de dose équivalente → unité Sv
  - MAIS pour limiter les effets déterministes → unité Gy ?

Définitions de demain : Projet ICRU/ICRP* (2017)

Idées de base:

Remplacer la **sphère ICRU** par les **fantômes 3D** ICRP

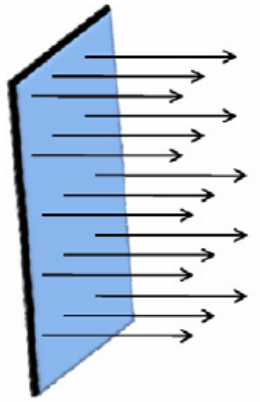
distinguer les
effets **stochastiques**
des **réactions tissulaires**

uniquement estimés par
la **dose efficace, E**
exprimée en **Sv**

uniquement estimées par
la **dose absorbée, D**
exprimée en **Gy**

*Draft Joint Report of ICRU and ICRP for Consultation: Operational Quantities for External Radiation Exposure

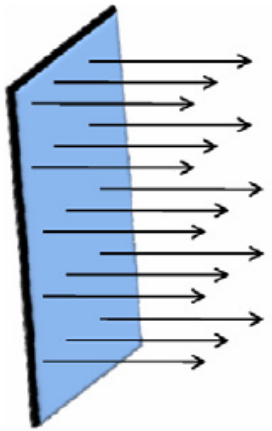
Nouveau fantôme



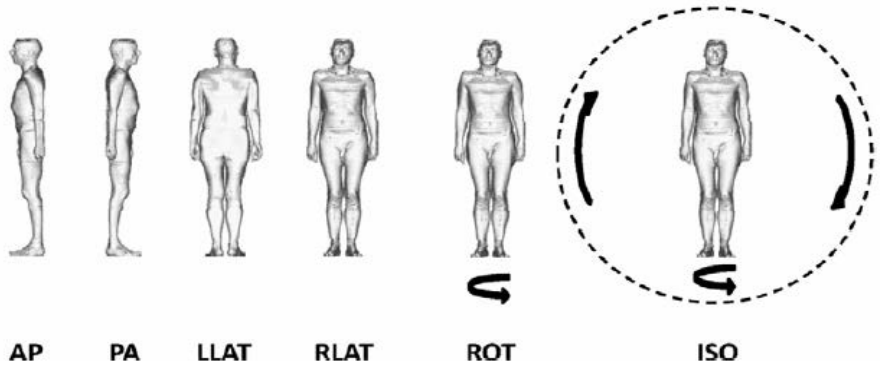
K_a

sphère ICRU

$$E \approx H^*(10) = K_a\, h^*(10)$$



Φ

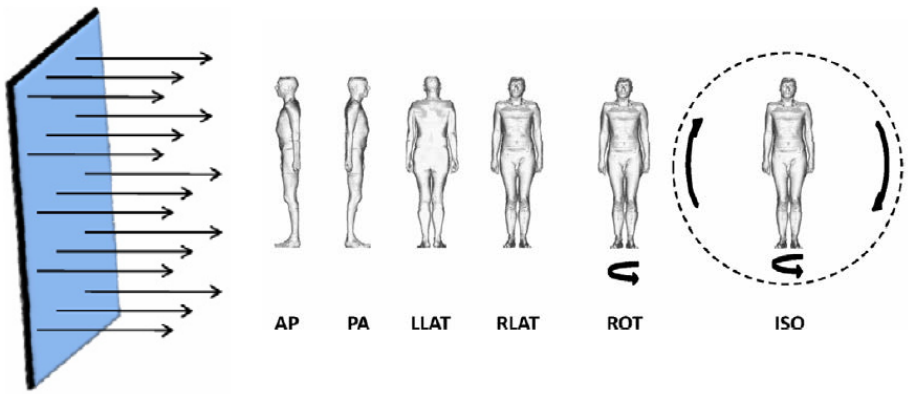


fantômes 3D ICRP

$$E = E_{max} \approx \Phi\, \max(h_p)$$

Φ = fluence de particules = nombre de particule traversant une surface en cm^2

Nouveaux coefficients de conversion

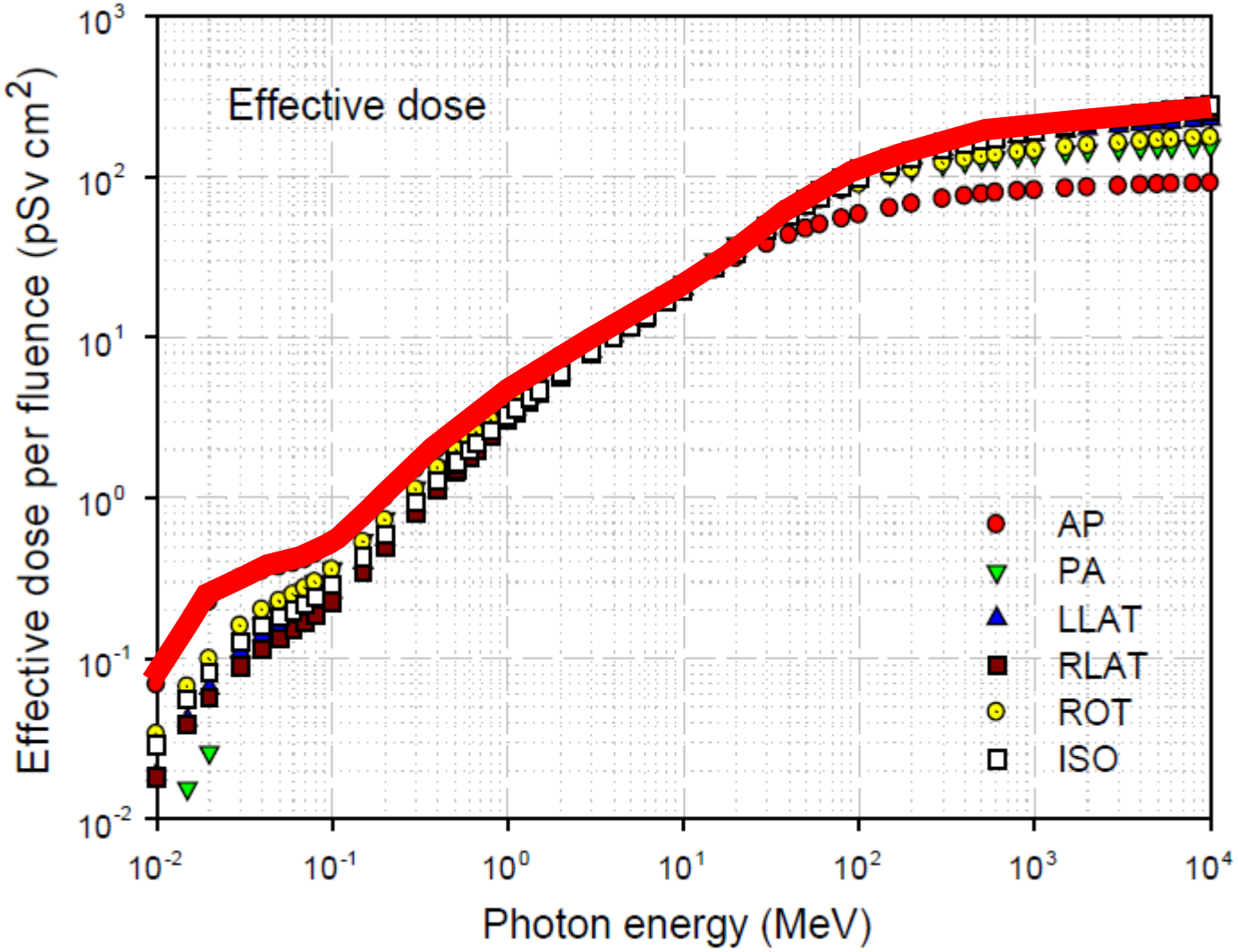


Simulation réalisée pour
chaque géométrie d'irradiation

(AP, PA, LLAT, RLAT, ROT, ISO)

Dose efficace = E_{max}

(géométrie donnant la valeur maximale)



Comparaison avec **situation actuelle** pour le cas des **photons**

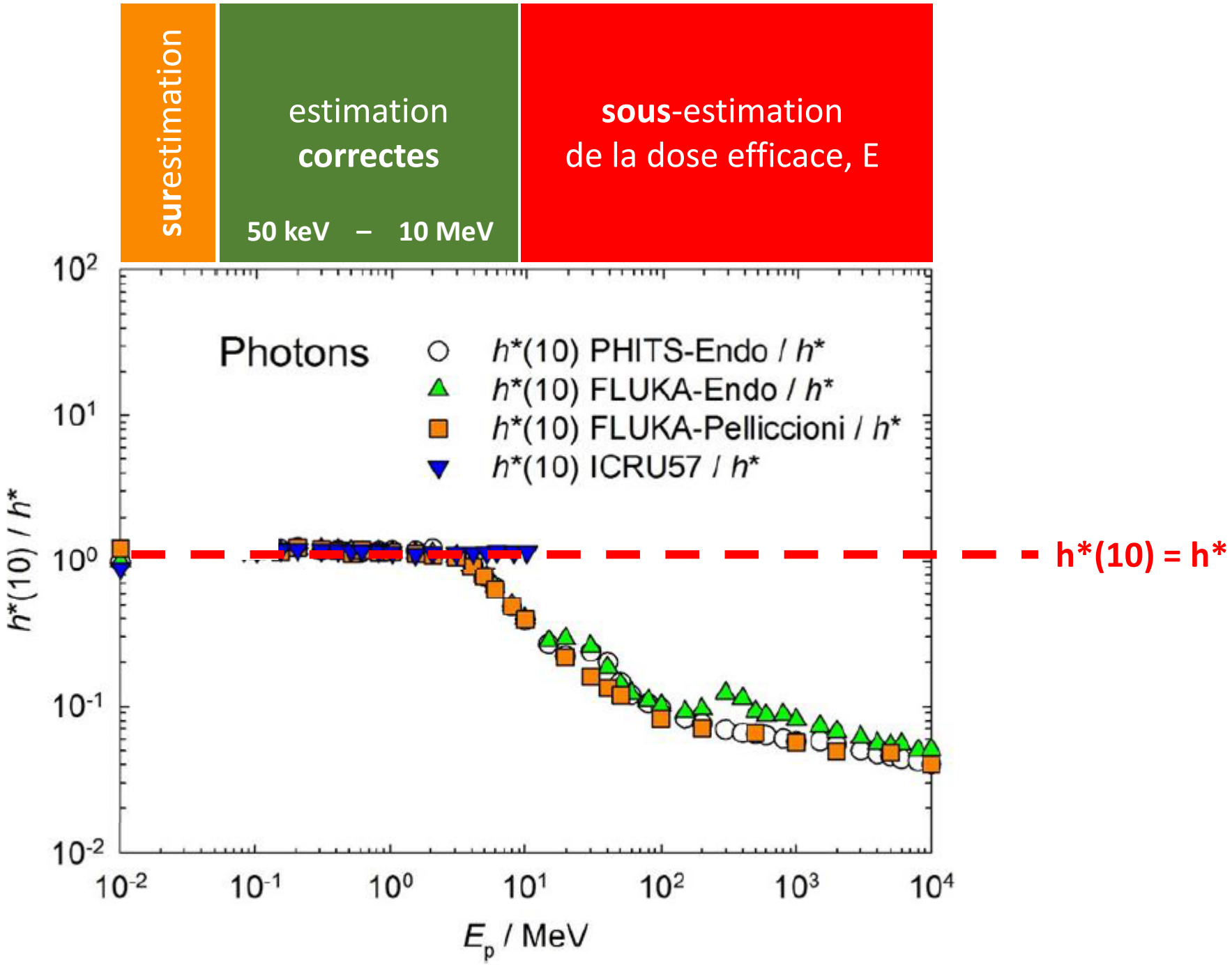
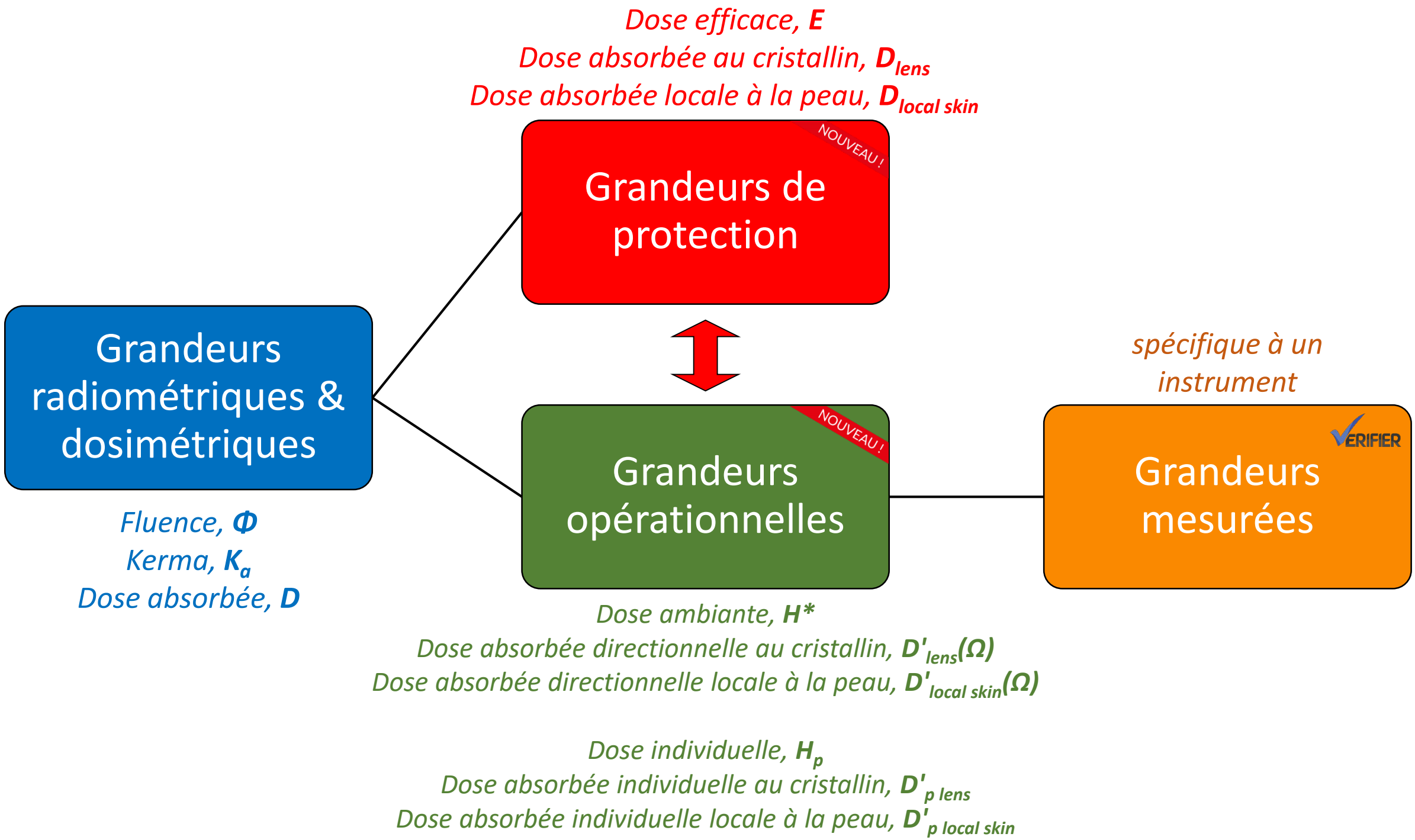
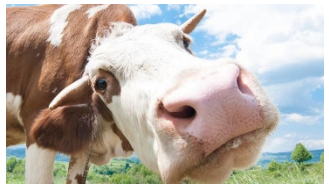


Figure 4.1 du draft ICRU/ICRP


Dose efficace, E
Dose absorbée au cristallin, D lens
Dose absorbée locale à la peau, D local skin
NOUVEAU !
Grandeurs de protection
Grandeurs radiométriques & dosimétriques
Fluence, Φ
Kerma, K a
Dose absorbée, D
NOUVEAU !
Grandeurs opérationnelles
spécifique à un instrument
VERIFIER
Grandeurs mesurées
Dose ambiante, H*
Dose absorbée directionnelle au cristallin, D' lens(Ω)
Dose absorbée directionnelle locale à la peau, D' local skin(Ω)
Dose individuelle, H p
Dose absorbée individuelle au cristallin, D' p lens
Dose absorbée individuelle locale à la peau, D' p local skin

Die eierlegende Wollmilchsau

1/4 =

1/4  =

1/4 =

1/4 =

Les inconvénients de demain

Mesure et étalonnage :

- Sphère ICRU (non-existant) remplacée par un fantôme 3D ICRP (non-existant)

  → **pas de simplification**

RP opérationnel :

- aujourd'hui : surestimation de la dose jusqu'à un facteur de 2 – 5 (ray. X diffusé)

  → très conservateur, mais pratique pour un champ de radiation inhomogène
- demain : valeur de dose plus réaliste

  → **manque de conservatisme** augmente les exigences à la dosimétrie individuelle

Impact économique :

- Renouvellement des instruments de RP ?!
- Renouvellement des dosimètres personnels !

  → systèmes actuels ne replissèrent plus les exigences légales (ODosim, IEC 62387)

  → dosimètres multi-détecteurs couteux

Merci pour votre attention !