FORMATION AUTOUR DE CODES OPERATIONNELS DE RADIOPROTECTION ET PEDAGOGIE PAR L'ERREUR

SOCHAUX , 1ER FEVRIER 2018

ALAIN VIVIER *(CEA SACLAY / INSTN)*
GERALD LOPEZ *(AREVA NC LA HAGUE)*
MARC LESTANG (EDF/UNIE GPEX *ST DENIS)*

Ce n'est pas l'homme qui prend l'erreur

C'est l'erreur qui prend l'homme

RENAUD +/- 30 %

Créateurs de Dosimex et enseignants, jouer de ces codes en formation était pour nous incontournable.

Créateurs de Dosimex et enseignants, jouer de ces codes en formation était pour nous incontournable.

Il restait à en écrire les partitions !

Créateurs de Dosimex et enseignants, jouer de ces codes en formation était pour nous incontournable.

Il restait à en écrire les partitions !

Créateurs de Dosimex et enseignants, jouer de ces codes en formation était pour nous incontournable.

Il restait à en écrire les partitions !

SI OBJECTIF = UTILISATION DES CODES

$\Rightarrow$

Dérouler les manuels avec des petites applications numériques quelconques.

MAIS DOSIMEX C'EST

MAIS DOSIMEX C'EST

- PACK OPERATIONNEL

MAIS DOSIMEX C'EST

- **PACK OPERATIONNEL**
  - **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**

MAIS DOSIMEX C'EST

❖ **PACK OPERATIONNEL**

- **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**
- **Dosimex-B : dose bêta**

MAIS DOSIMEX C'EST

❖ **PACK OPERATIONNEL**

- **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**
- **Dosimex-B : dose bêta**
- **Dosimex-N : dose neutron**

MAIS DOSIMEX C'EST

❖ **PACK OPERATIONNEL**

- **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**
- **Dosimex-B : dose bêta**
- **Dosimex-N : dose neutron**
- **Dosimex-I : exposition interne, transfert atmosphérique**

MAIS DOSIMEX C'EST

❖ **PACK OPERATIONNEL**

- **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**
- **Dosimex-B : dose bêta**
- **Dosimex-N : dose neutron**
- **Dosimex-I : exposition interne, transfert atmosphérique**
- **Dosimex-MN : dose patient médecine nucléaire (radiopharmaceutiques)**

MAIS DOSIMEX C'EST

❖ **PACK OPERATIONNEL**

- **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**
- **Dosimex-B : dose bêta**
- **Dosimex-N : dose neutron**
- **Dosimex-I : exposition interne, transfert atmosphérique**
- **Dosimex-MN : dose patient médecine nucléaire (radiopharmaceutiques)**

❖ **PACK PEDAGOGIQUE :**

MAIS DOSIMEX C'EST

- **PACK OPERATIONNEL**
  - **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**
  - **Dosimex-B : dose bêta**
  - **Dosimex-N : dose neutron**
  - **Dosimex-I : exposition interne, transfert atmosphérique**
  - **Dosimex-MN : dose patient médecine nucléaire (radiopharmaceutiques)**

- **PACK PEDAGOGIQUE :**
  - **IRM photon**
  - **IRM particules chargées**
  - **Coefficients ICRU 57**
  - **Serious game**

MAIS DOSIMEX C'EST

- **PACK OPERATIONNEL**
  - **Dosimex-GX : dose gamma et générateur X**
  - **Dosimex-B : dose bêta**
  - **Dosimex-N : dose neutron**
  - **Dosimex-I : exposition interne, transfert atmosphérique**
  - **Dosimex-MN : dose patient médecine nucléaire (radiopharmaceutiques)**

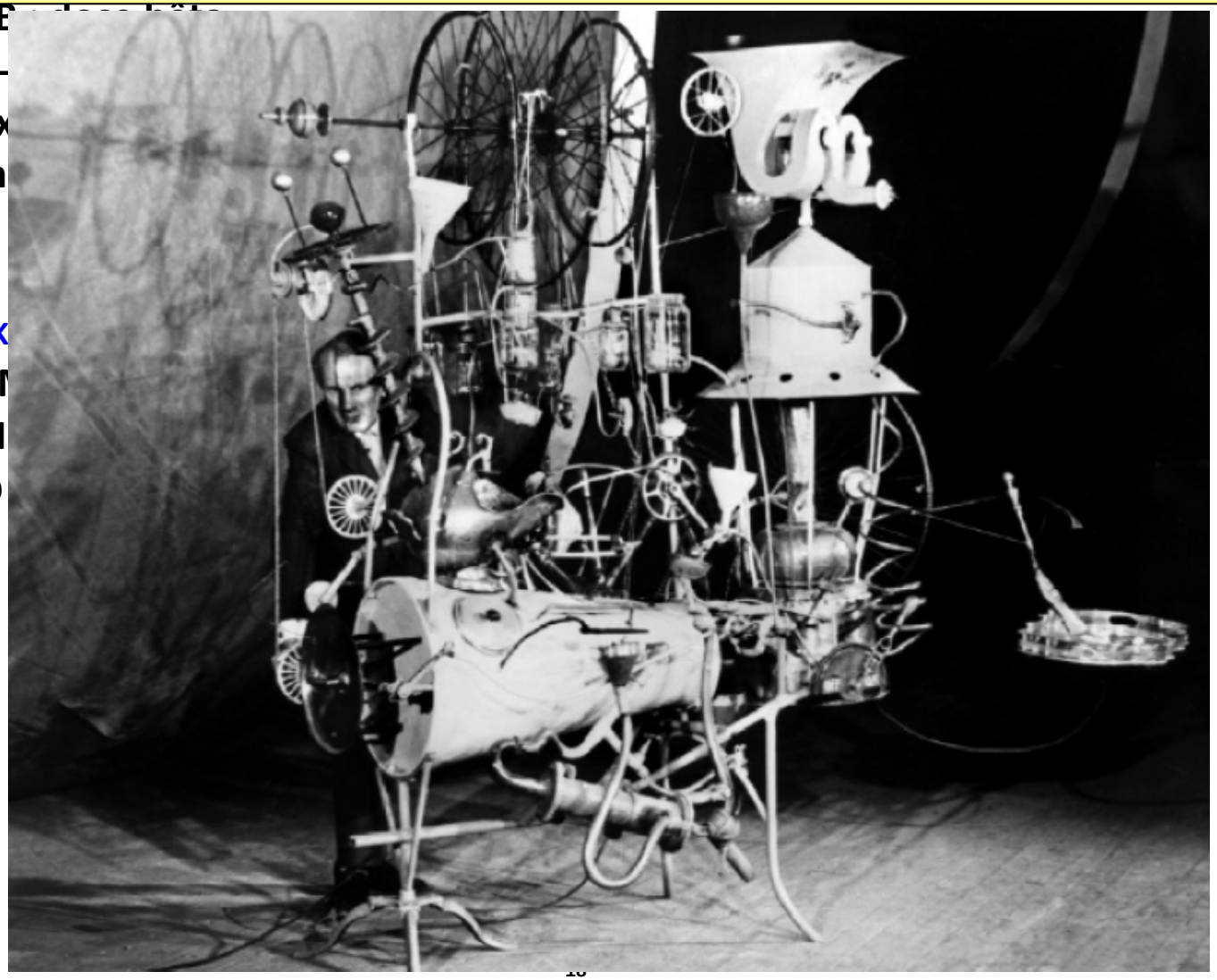
- **PACK PEDAGOGIQUE :**
  - **IRM photon**
  - **IRM particules chargées**
  - **Coefficients ICRU 57**
  - **Serious game**

600 pages de manuels!

⇒ **Dérouler les manuels = usine à gaz**

- **P**
  - **D**
    - **Dosimex-E**
      - **Dosimex-**
        - **Dosimex**
          - **Dosim**

- **PACK**
  - **IRI**
    - **I**
      - **O**



❖ P

o D

o Dosimex-E

o Dosimex-

o Dosimex

o Dosim

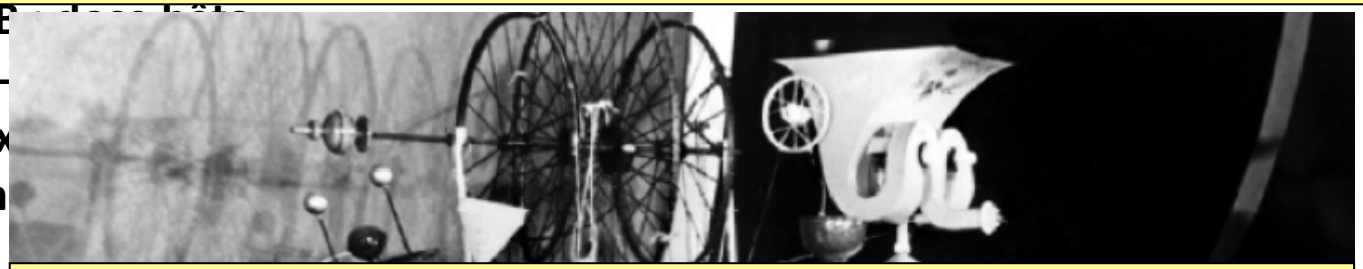
❖ PACK

o IRN

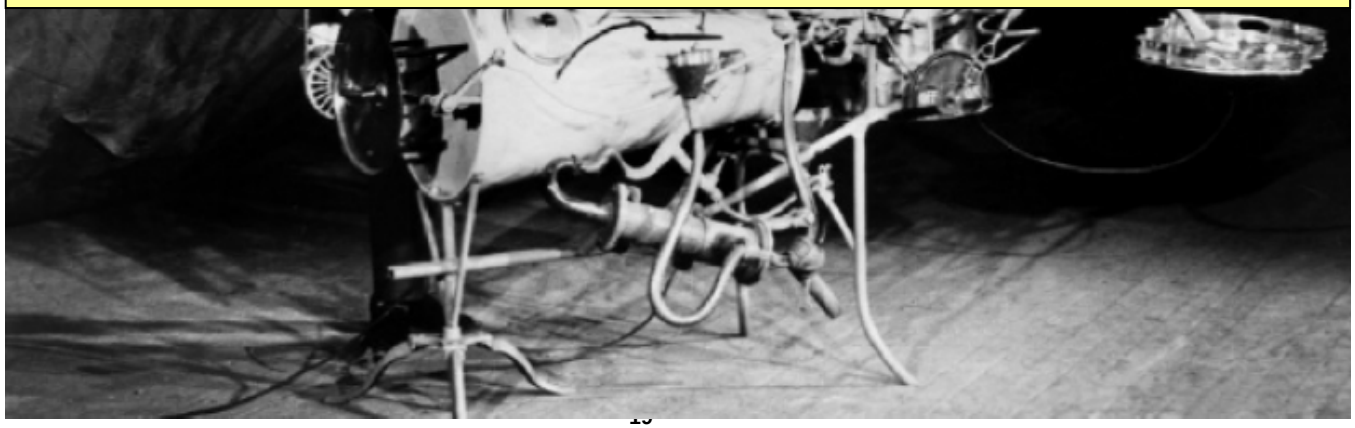
o I

o

⇒ Dérouler les manuels = usine à gaz



Approche plus souple et plus riche :
Jouer des scenarios réalistes complets intégrant naturellement l'utilisation de Dosimex



Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calcul

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calcul

Analyse des résultats

✓ ***En termes RP : écran etc..***

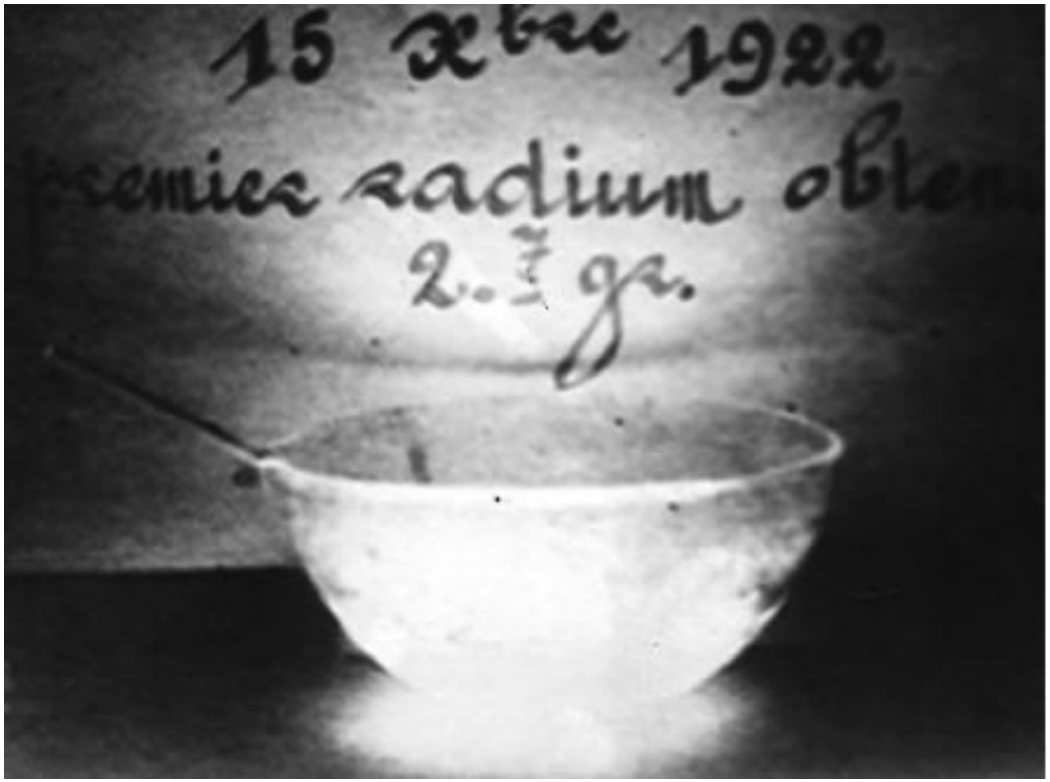
EXEMPLE

TD : *MISSION « MARIE CURIE »*

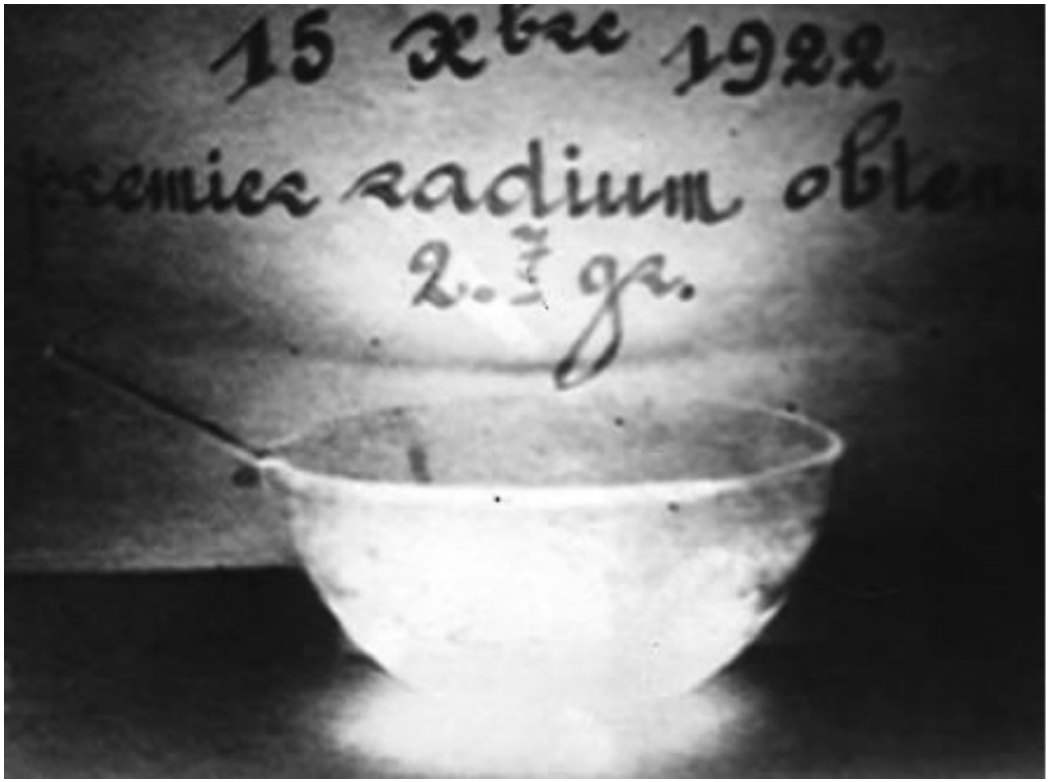
La mission : récupérer au Musée Curie la source de Radium offerte par les femmes américaines à Marie Curie en 1921

Marie Curie avec le Président des États-Unis, M. Harding, à la tête du cortège descendant l'escalier de la Maison Blanche après la cérémonie le 20 mai 1921

Préparation mission à partir de cette photo historique.



Préparation mission à partir de cette photo historique.



Source placée dans un bocal étanche en verre de 10 cm de rayon de 1 cm d'épaisseur

SOMMAIRE DOSIMEX OPERATIONNEL

Lancement initial

Retour sommaire général

Retour tableurs ouverts (cliquez sur les images)

- ✓ DOSIMEX-GX 2.2 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteurs gamma et générateur X, avec option feuille de calcul norme NF C15-160 (protection générateurs X)
  Lien secours Dosimex-GX 2.2

- ✓ DOSIMEX-B 2.0 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteur bêta et électrons monoénergétiques. Prise en compte sources volumiques (bécher, seringue) ou surfaciques (contamination peau)
  Lien secours Dosimex-B 2.0

- ✓ DOSIMEX-N 2.2 : code de calcul de débit de dose Monte-Carlo émetteur neutron (*type Am/Be*) avec protection biologique (eau, polyéthylène, Bore, Cadmium etc.)
  Lien secours Dosimex-N 2.2

- ✓ DOSIMEX-I 2.0 : code de calcul de cinétique d'expositions dans un local suite à une contamination volumique (fuite continue, bouffée..). Calculs de transfert atmosphérique. Calcul mélanges RAI/RAV/RCA Lien secours Dosimex-I 2.0

- ✓ DOSIMEX-MN utilitaire de gestion de données permettant de connaitre les doses absorbées par unité d'activité administrée référencées dans les CIPR 53, 80, 106 et 128 Lien secours Dosimex-MN

Sommaire Dosimex Pédagogique Sommaire Dosimex Mesure Sommaire Annexes

DOSIMEX 2.2 instn edp sciences

SOMMAIRE DOSIMEX OPERATIONNEL

Lancement initial

Retour sommaire général

Retour tableurs ouverts (cliquez sur les images)

- ✓ DOSIMEX-GX 2.2 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteurs gamma et générateur X, avec option feuille de calcul norme NF C15-160 (protection générateurs X)
  Lien secours Dosimex-GX 2.2

- ✓ DOSIMEX-B 2.0 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteur bêta et électrons monoénergétiques. Prise en compte sources volumiques (bécher, seringue) ou surfaciques (contamination peau)
  Lien secours Dosimex-B 2.0

- ✓ DOSIMEX-N 2.2 : code de calcul de débit de dose Monte-Carlo émetteur neutron (*type Am/Be*) avec protection biologique (eau, polyéthylène, Bore, Cadmium etc.)
  Lien secours Dosimex-N 2.2

- ✓ DOSIMEX-I 2.0 : code de calcul de cinétique d'expositions dans un local suite à une contamination volumique (fuite continue, bouffée..). Calculs de transfert atmosphérique. Calcul mélanges RAI/RAV/RCA *Lien secours Dosimex-I 2.0*

- ✓ DOSIMEX-MN utilitaire de gestion de données permettant de connaitre les doses absorbées par unité d'activité administrée référencées dans les CIPR 53, 80, 106 et 128 *Lien secours Dosimex-MN*

Sommaire Dosimex Pédagogique Sommaire Dosimex Mesure Sommaire Annexes

DOSIMEX 2.2 instn edp sciences

SOMMAIRE DOSIMEX OPERATIONNEL

Lancement initial

Retour sommaire général

Retour tableurs ouverts (cliquez sur les images)

✓ DOSIMEX-GX 2.2 déterministe de débit de dose émetteurs g ateur X, avec option feuille de calcul norme N tection générateurs X)

Lien secours Dosimex-GX 2.2

✓ DOSIMEX-B 2.0 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteur bêta et électrons monoénergétiques. Prise en compte sources volumiques (bécher, seringue) ou surfaciques (contamination peau)

Lien secours Dosimex-B 2.0

✓ DOSIMEX-N 2.2 : code de calcul de débit de dose Monte-Carlo émetteur neutron (*type Am/Be*) avec protection biologique (eau, polyéthylène, Bore, Cadmium etc.)

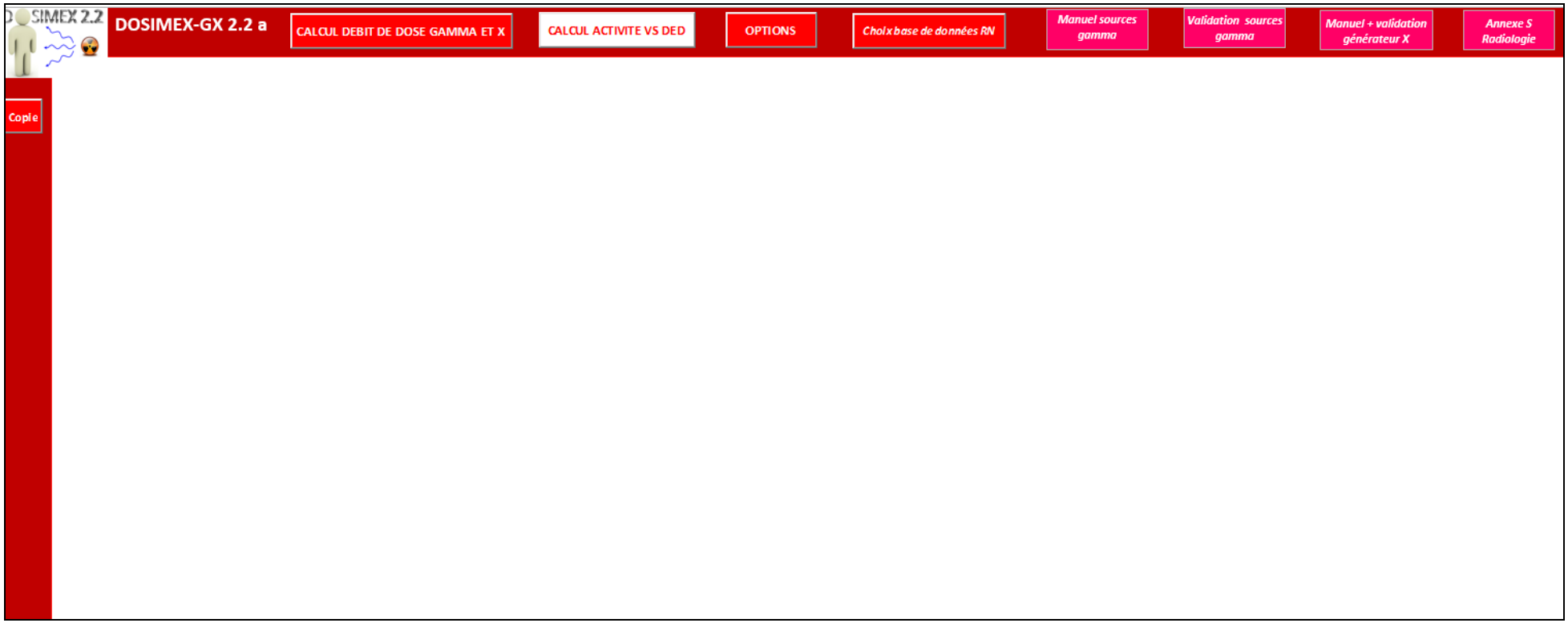
Lien secours Dosimex-N 2.2

✓ DOSIMEX-I 2.0 : code de calcul de cinétique d'expositions dans un local suite à une contamination volumique (fuite continue, bouffée..). Calculs de transfert atmosphérique. Calcul mélanges RAI/RAV/RCA *Lien secours Dosimex-I 2.0*

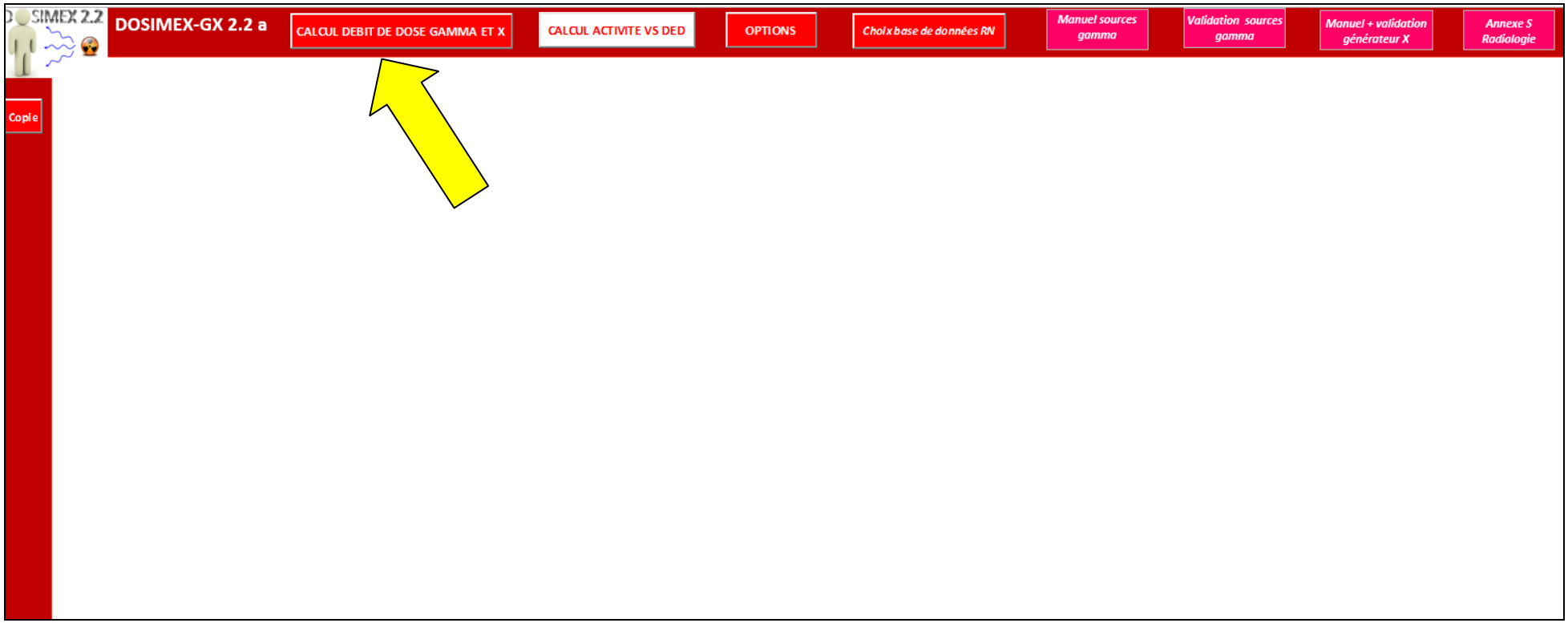
✓ DOSIMEX-MN utilitaire de gestion de données permettant de connaitre les doses absorbées par unité d'activité administrée référencées dans les CIPR 53, 80, 106 et 128 *Lien secours Dosimex-MN*

Sommaire Dosimex Pédagogique Sommaire Dosimex Mesure Sommaire Annexes

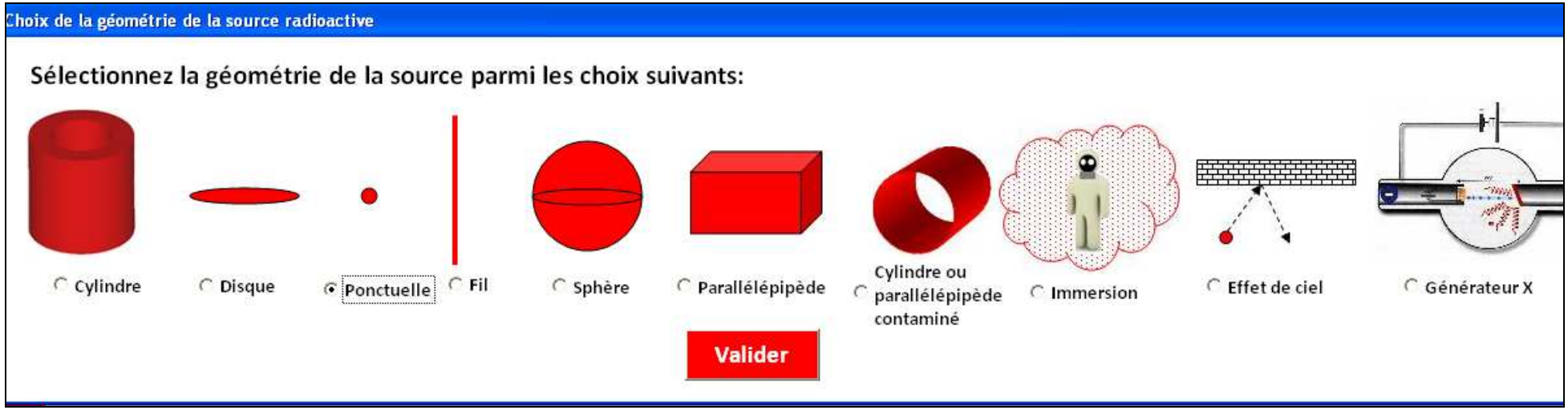
MENU GENERAL



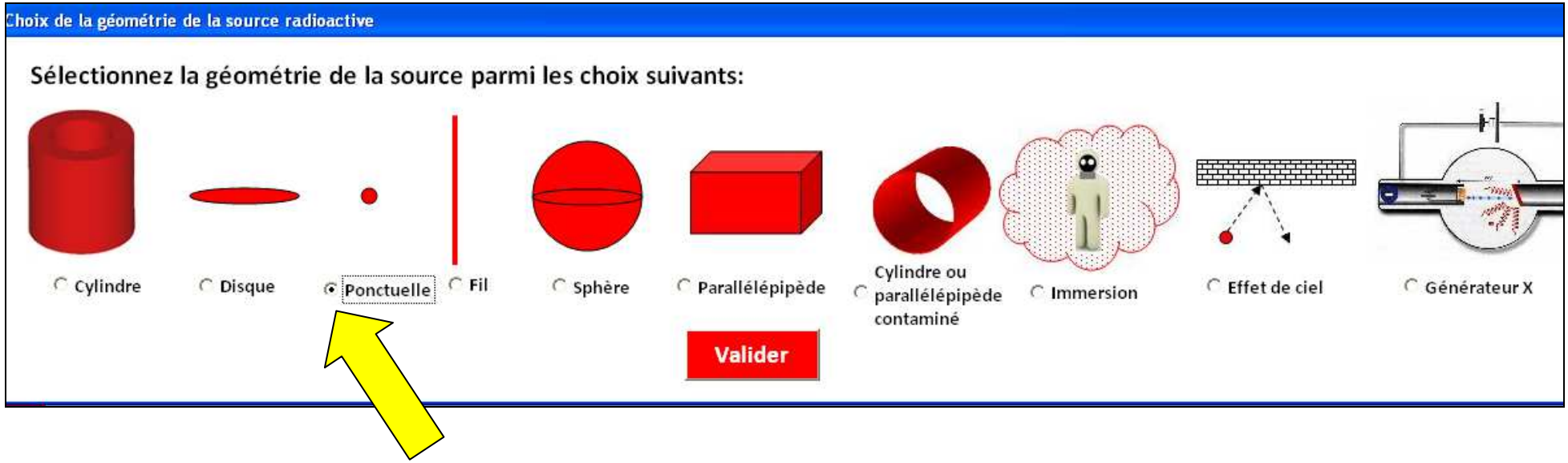
MENU GENERAL



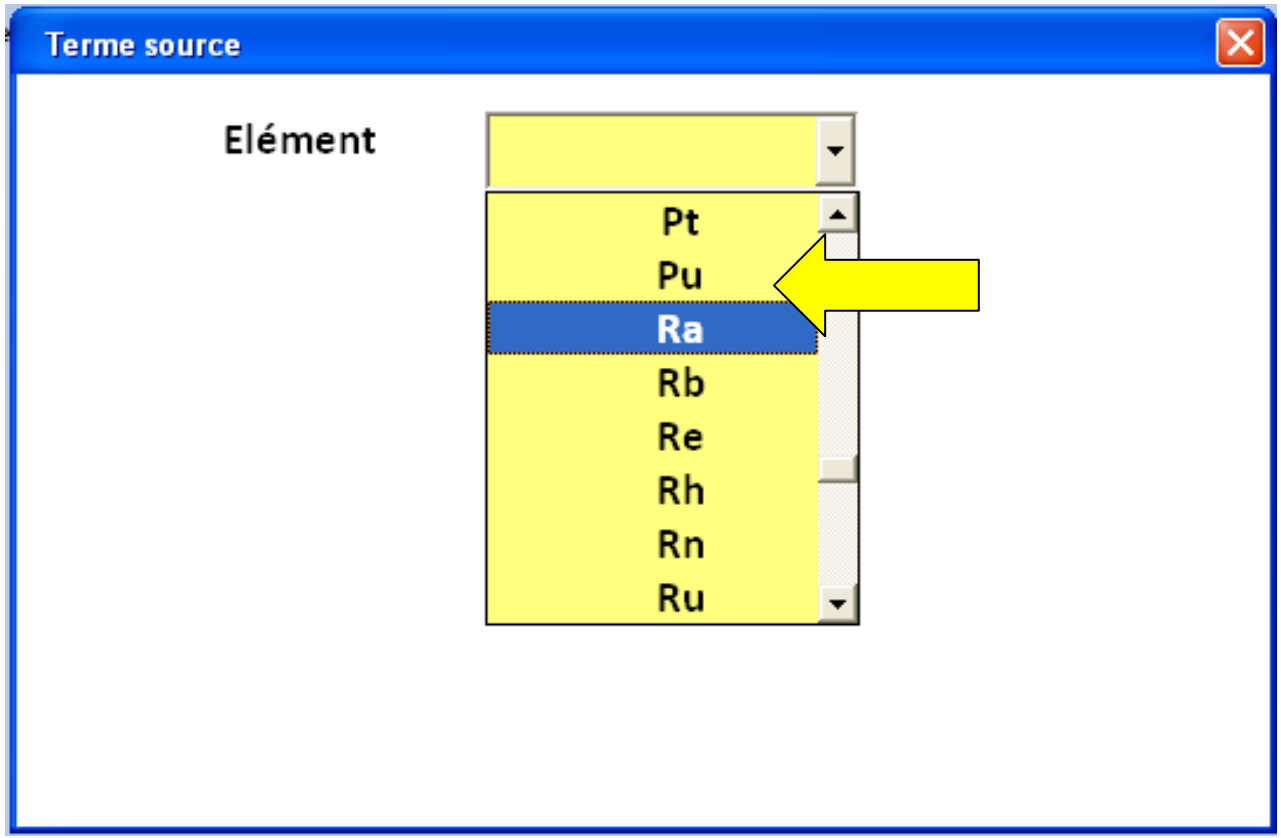
GEOMETRIES POSSIBLES (SOURCES GAMMA ET GENERATEUR X)



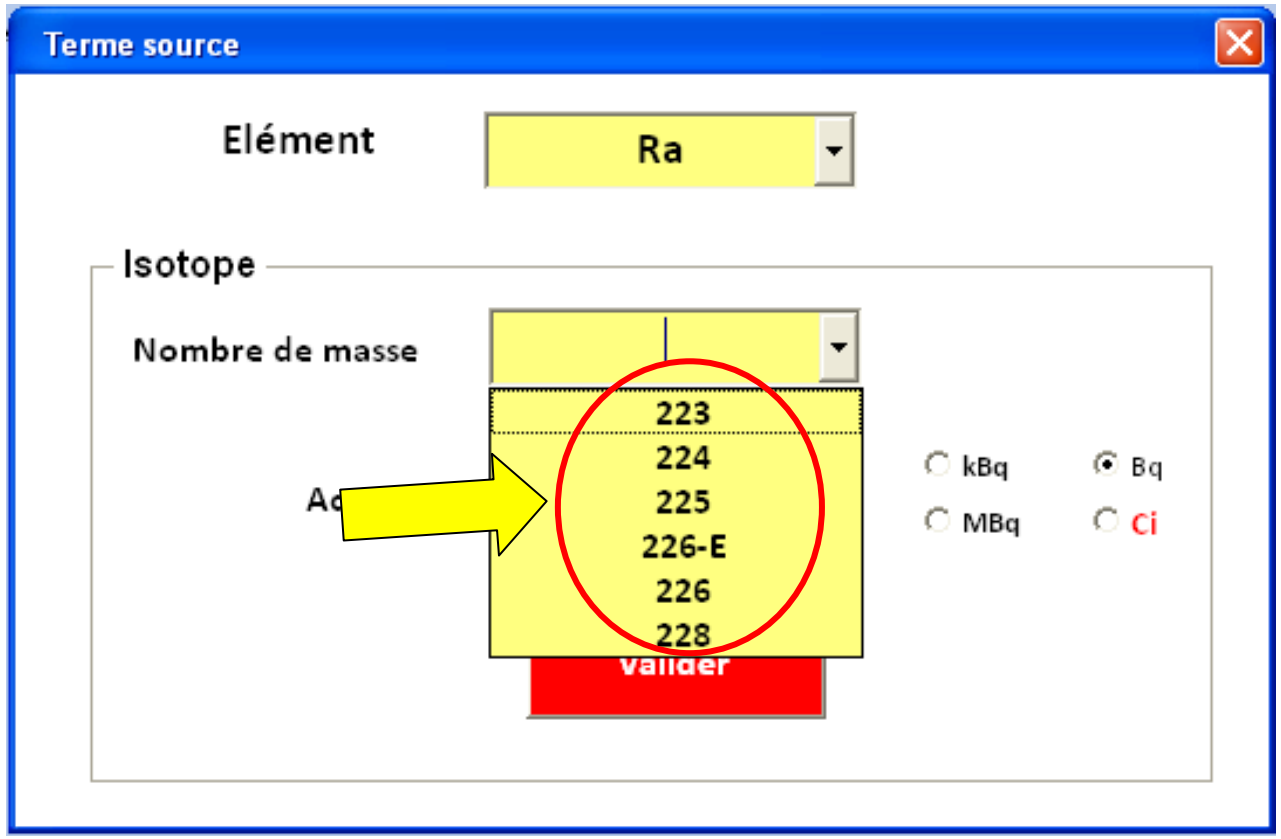
GEOMETRIES POSSIBLES (SOURCES GAMMA ET GENERATEUR X)



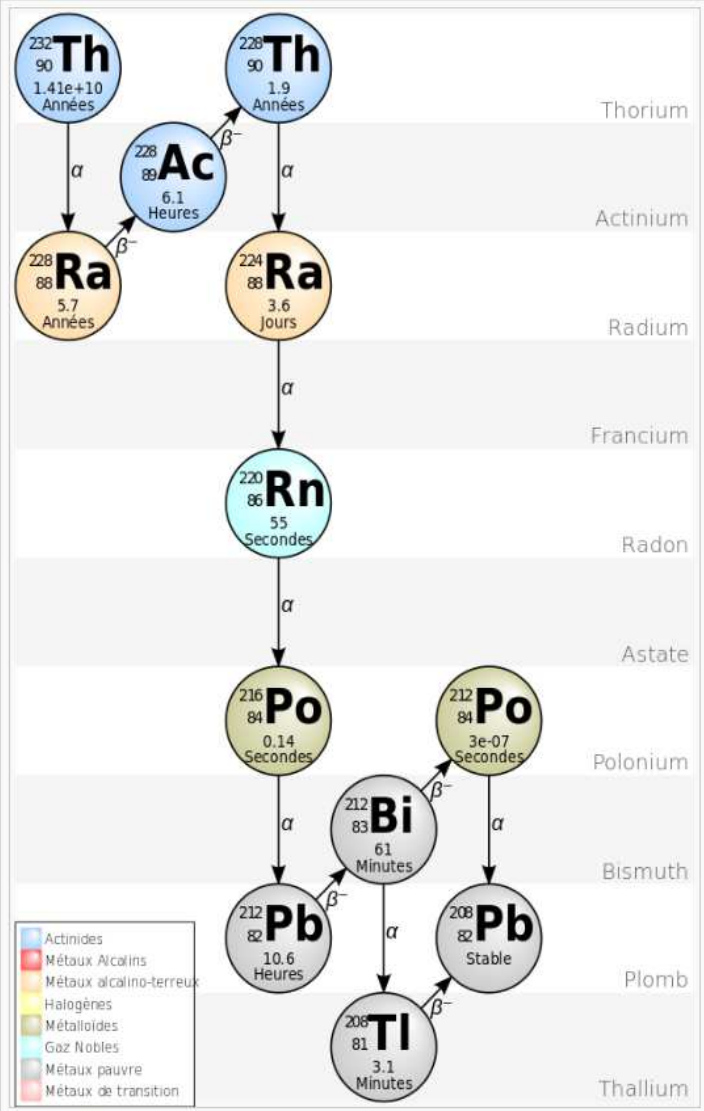
BOITE DE DIALOGUE CHOIX RADIONUCLEIDE(S)



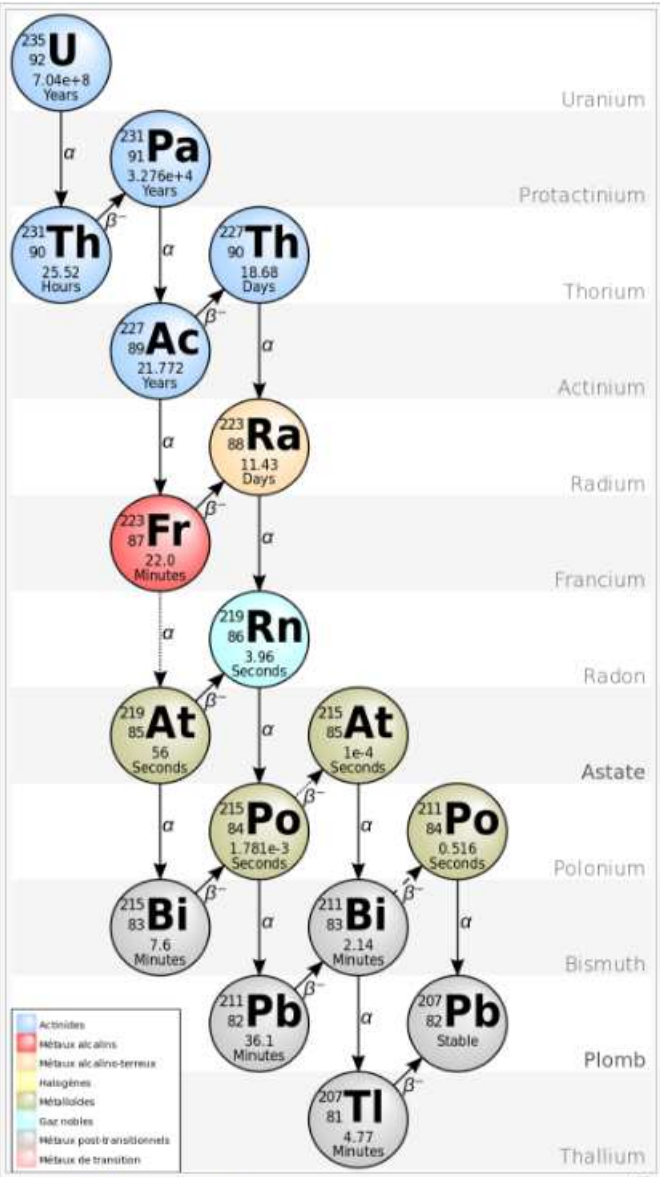
BOITE DE DIALOGUE CHOIX RADIONUCLEIDE(S)



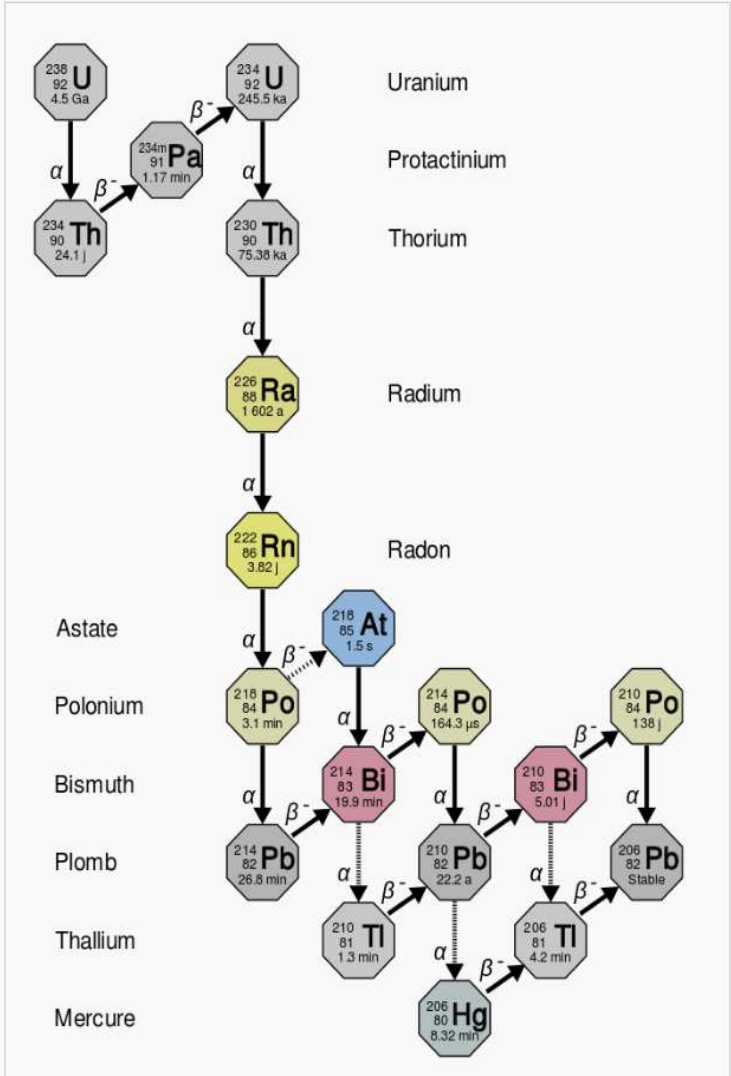
QUEL RADIUM ?



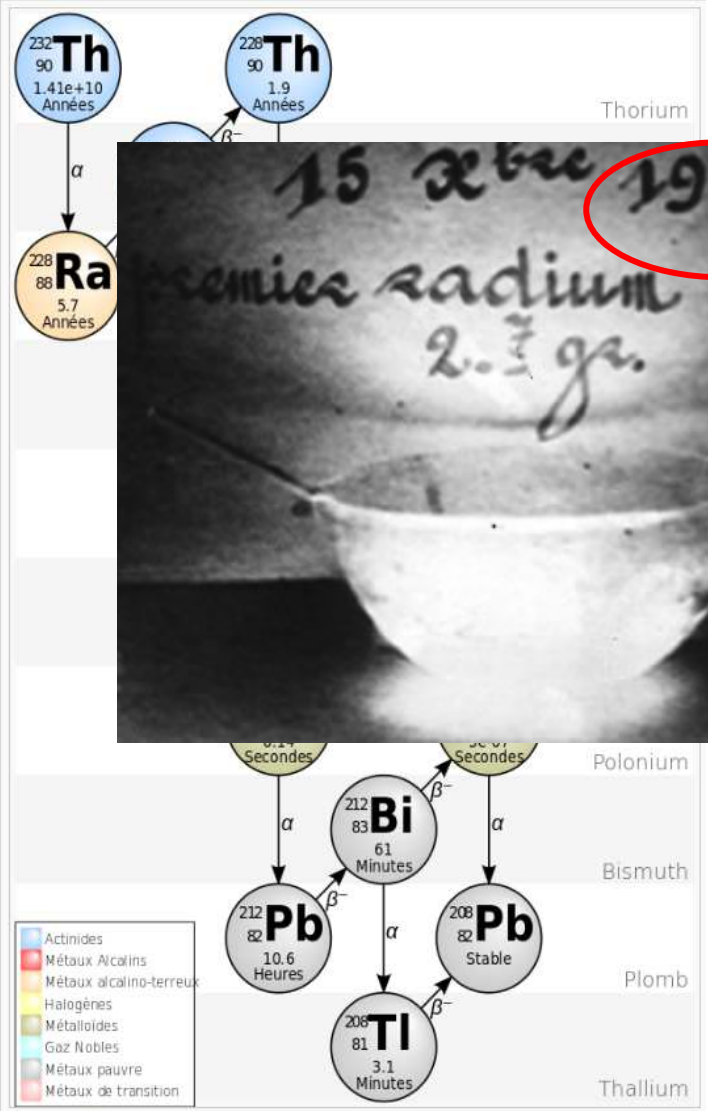
Famille radioactive du thorium



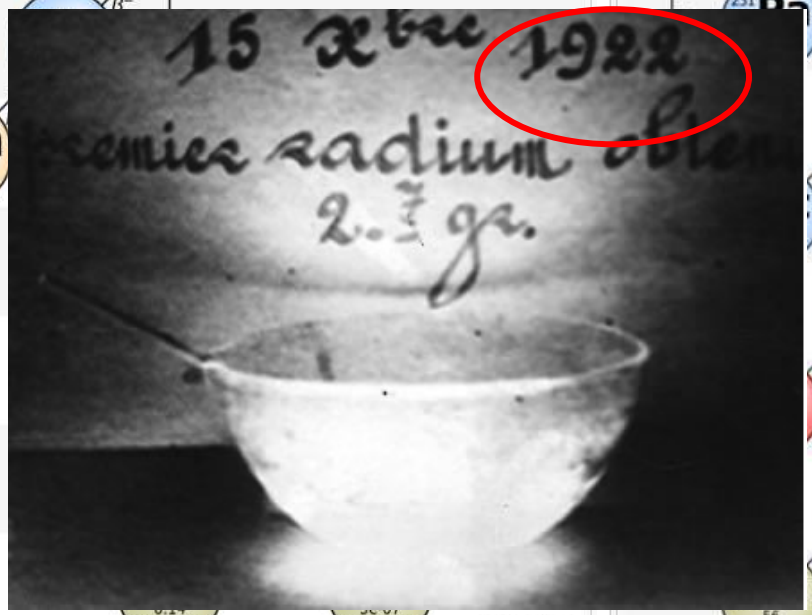
Famille radioactive de l'actinium

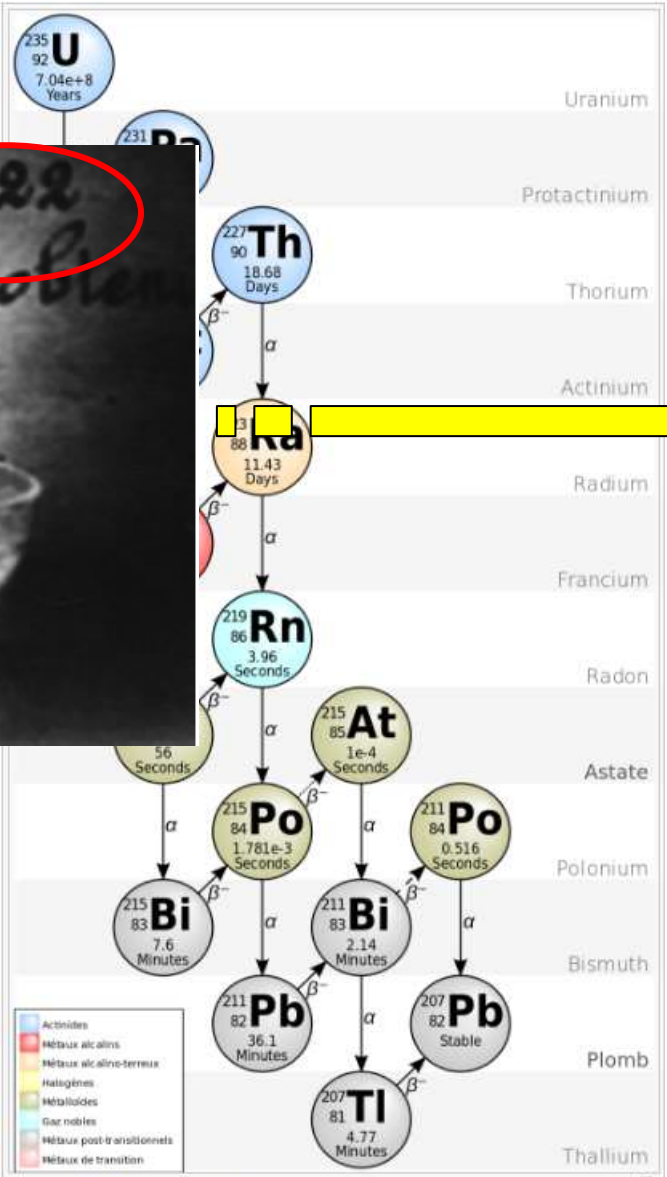


QUEL RADIUM ?

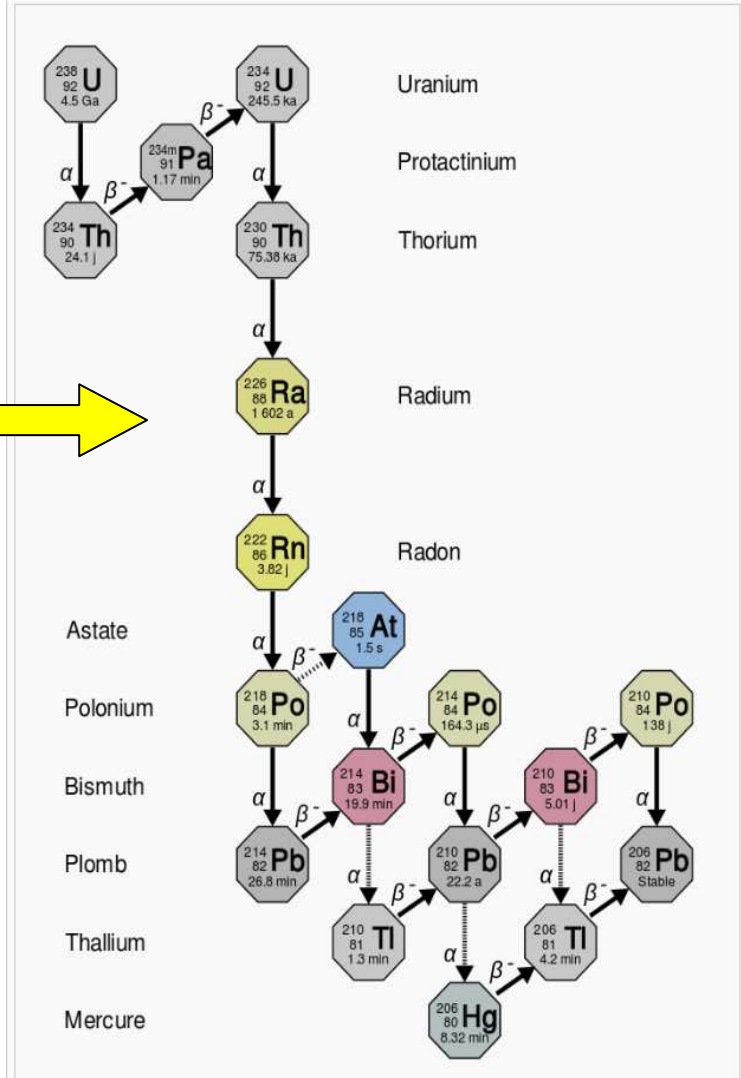


Famille radioactive du thorium

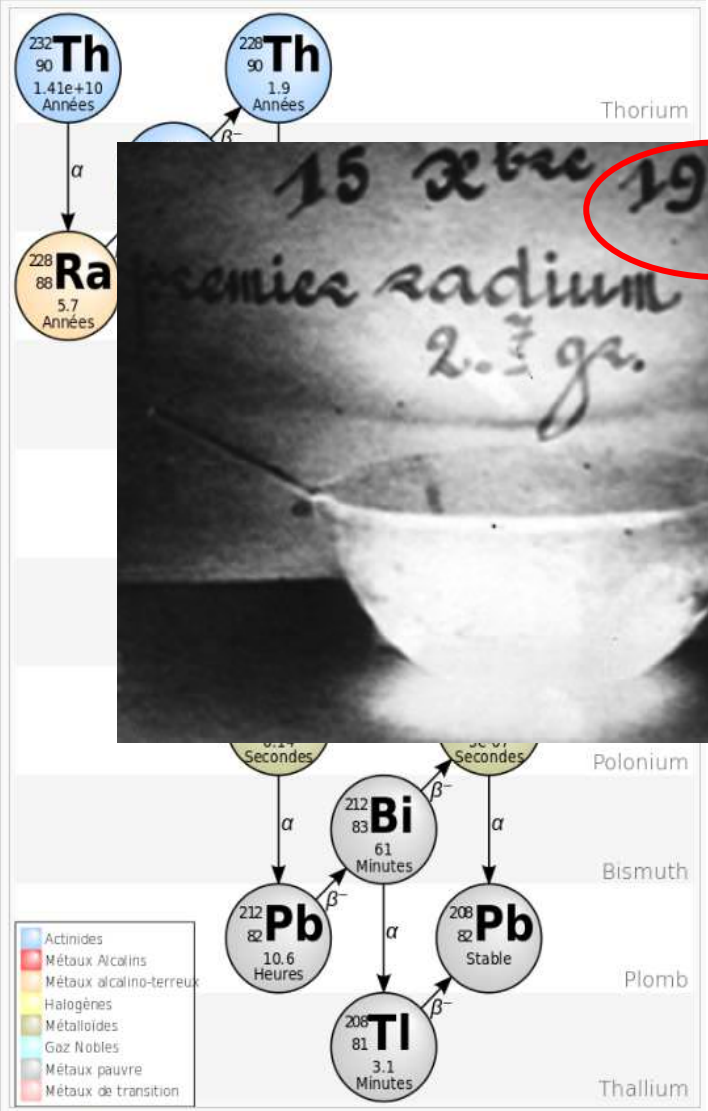




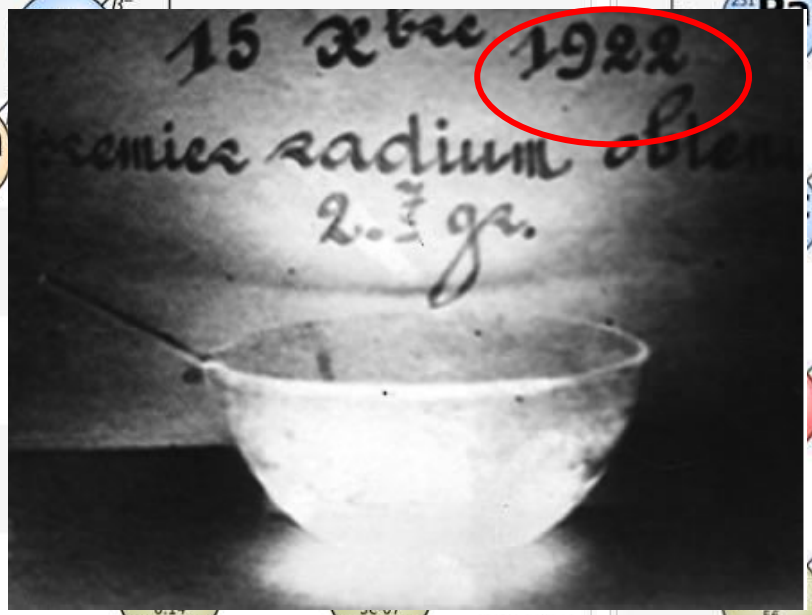
Famille radioactive de l'actinium

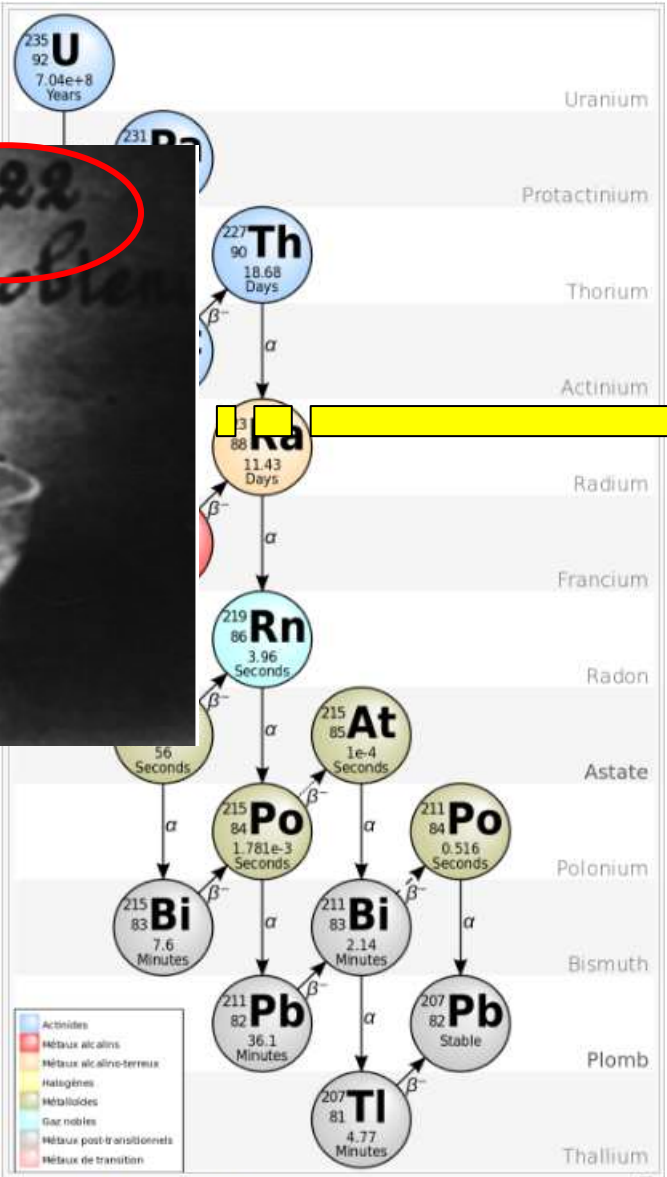


QUEL RADIUM ?

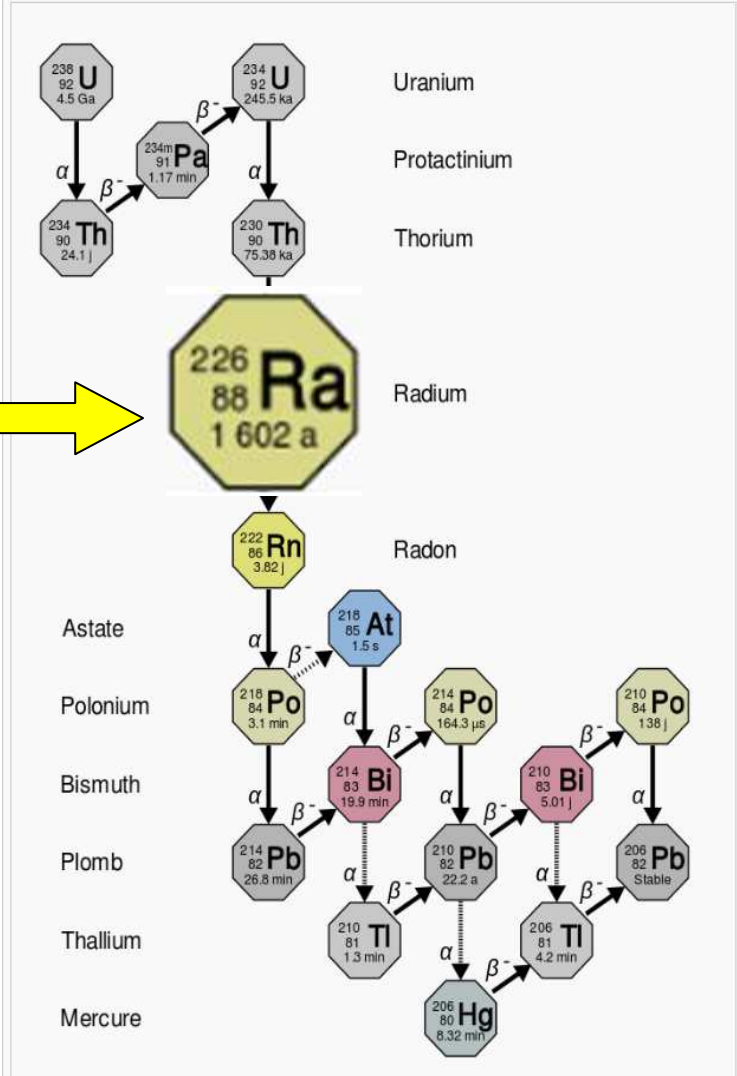


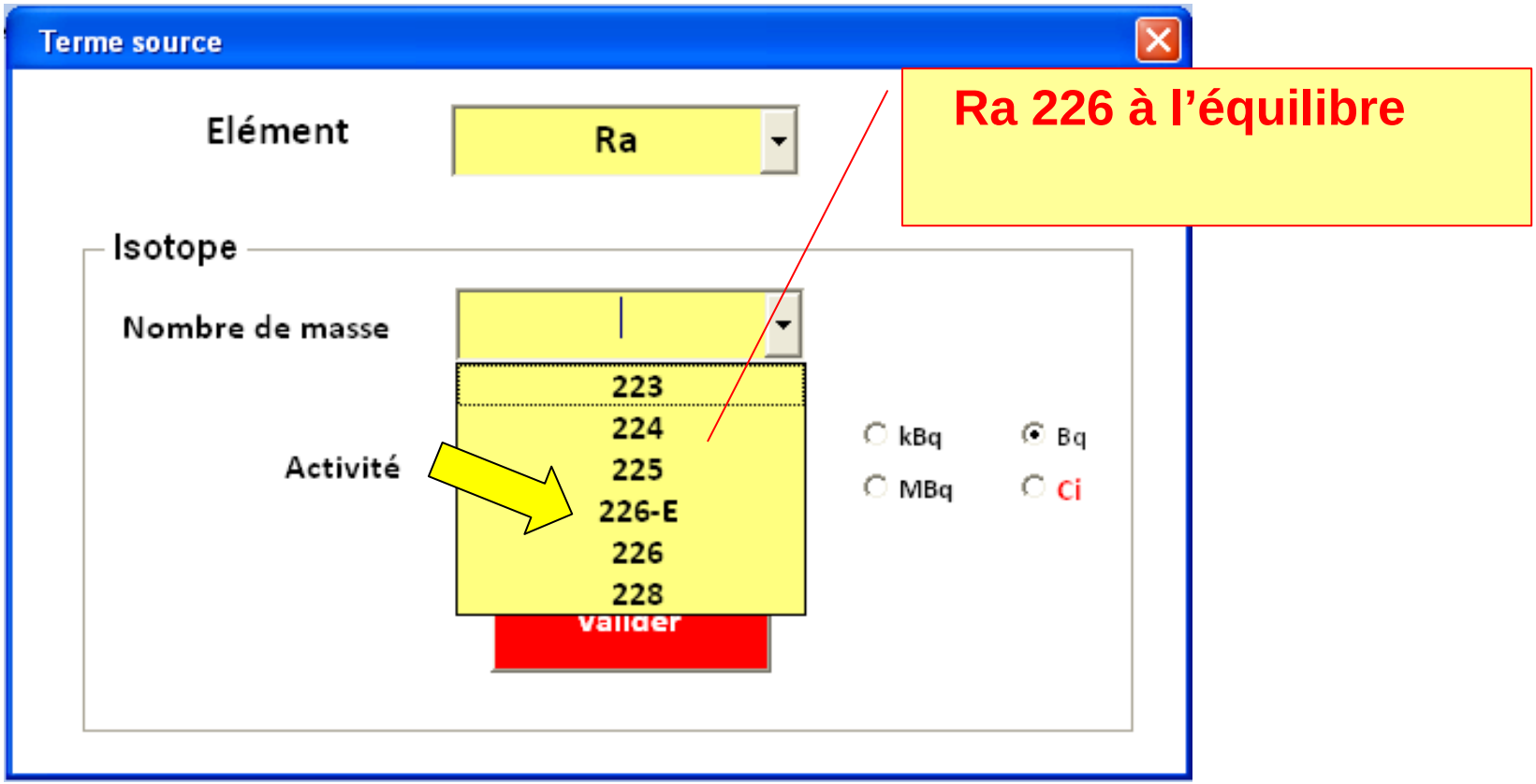
Famille radioactive du thorium

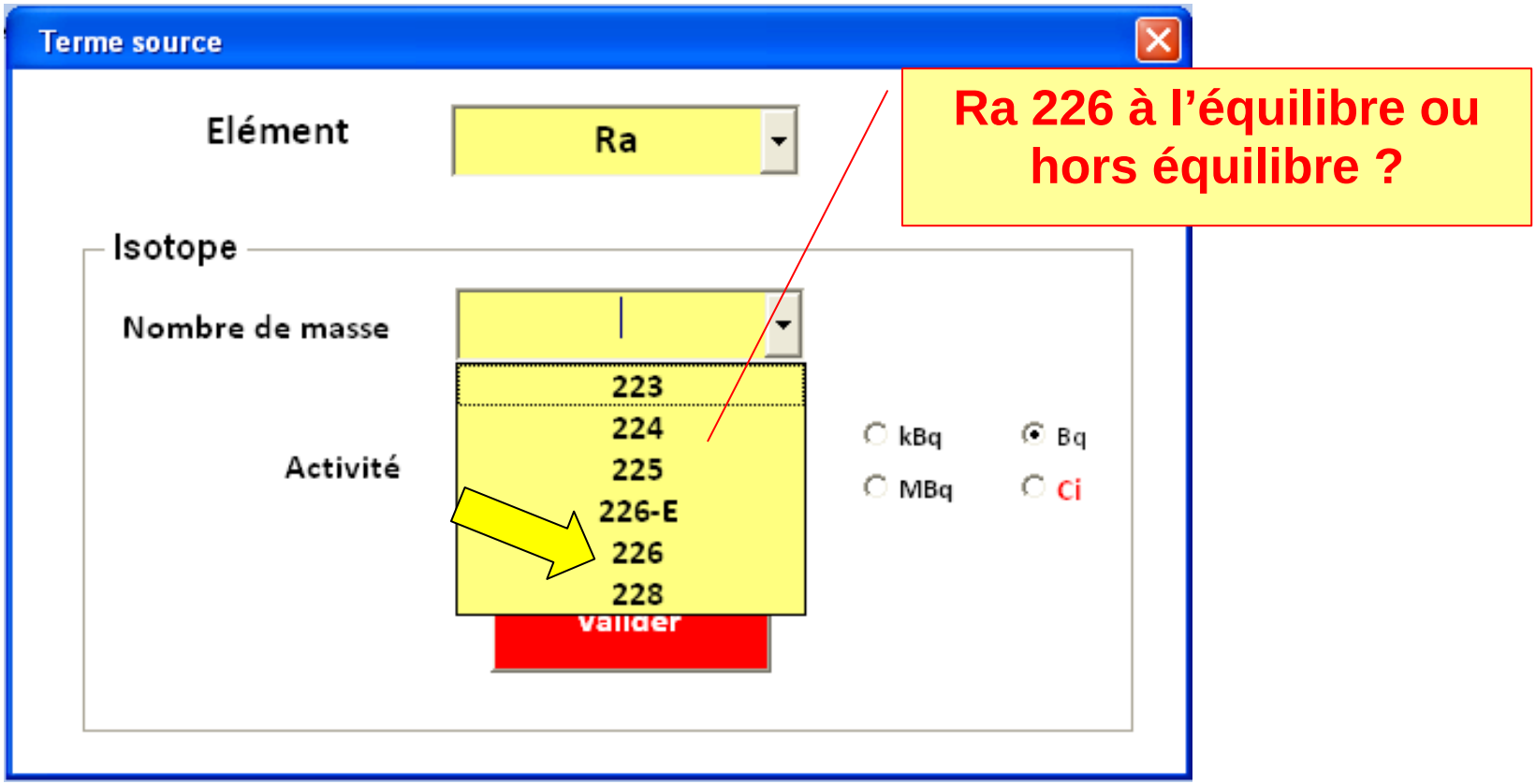


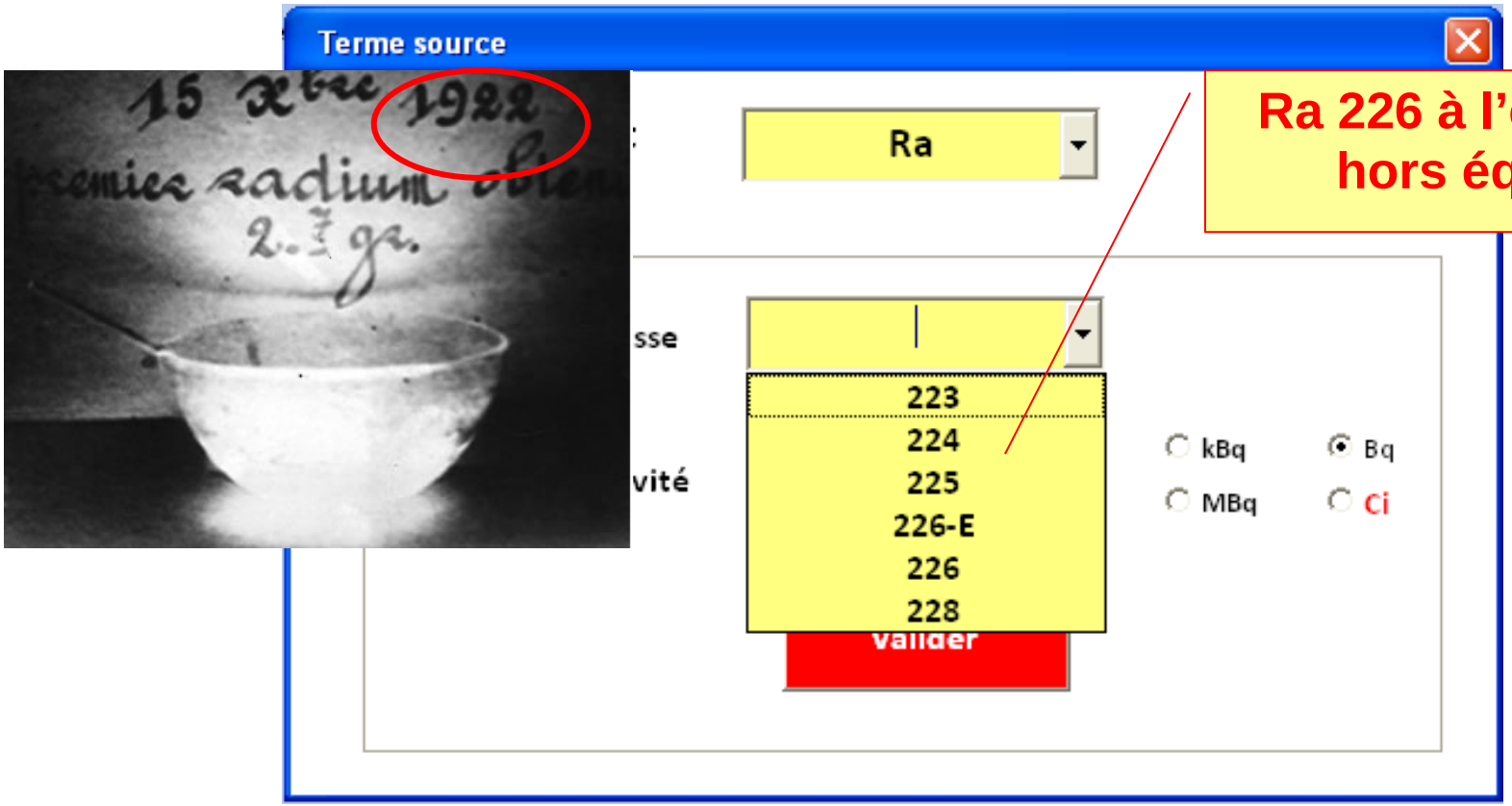


Famille radioactive de l'actinium

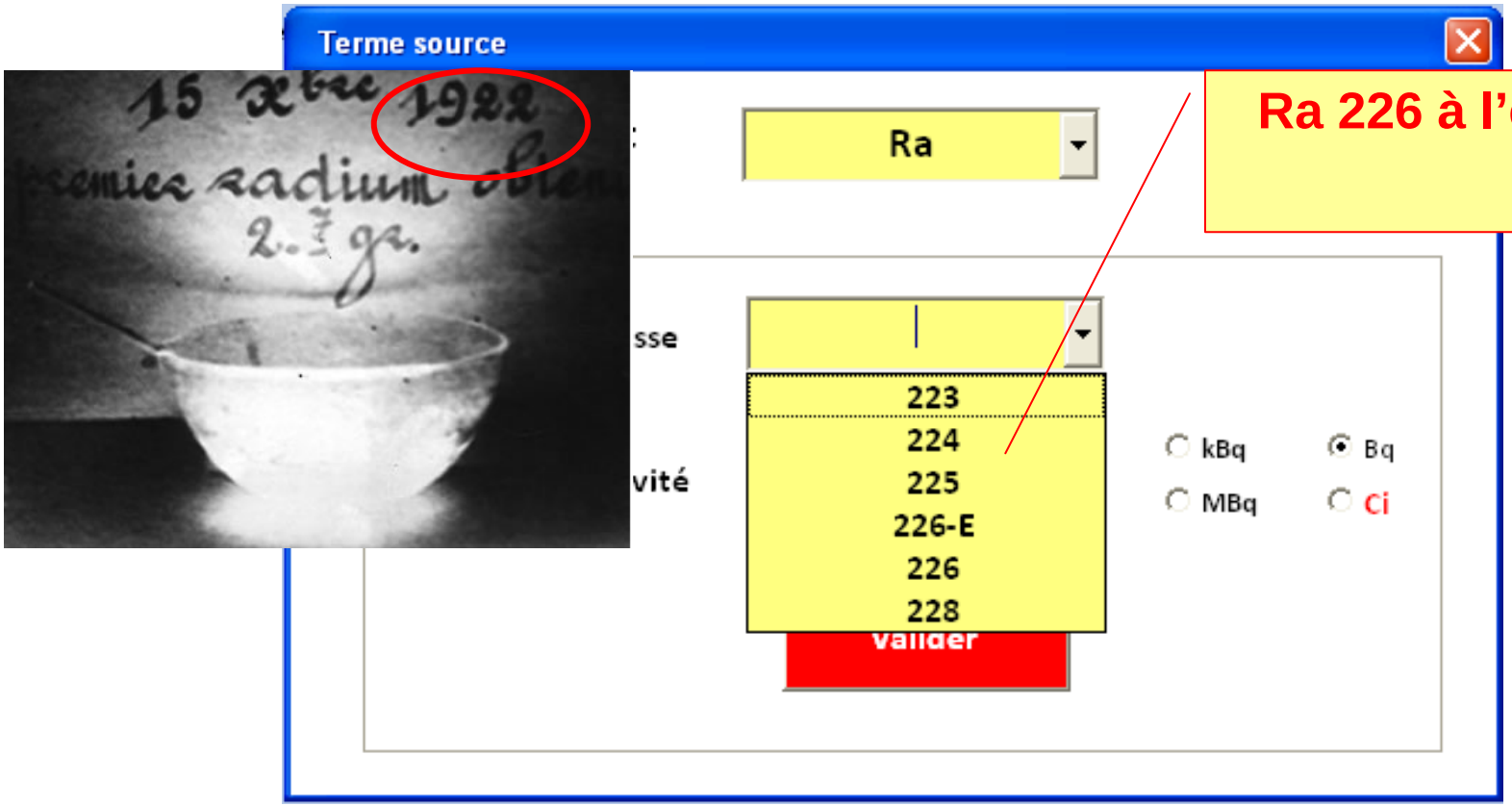



Terme source
Elément
Ra
Isotope
Nombre de masse
223
224
225
226-E
226
228
Activité
kBq
Bq
MBq
Ci
Valider
Ra 226 à l'équilibre

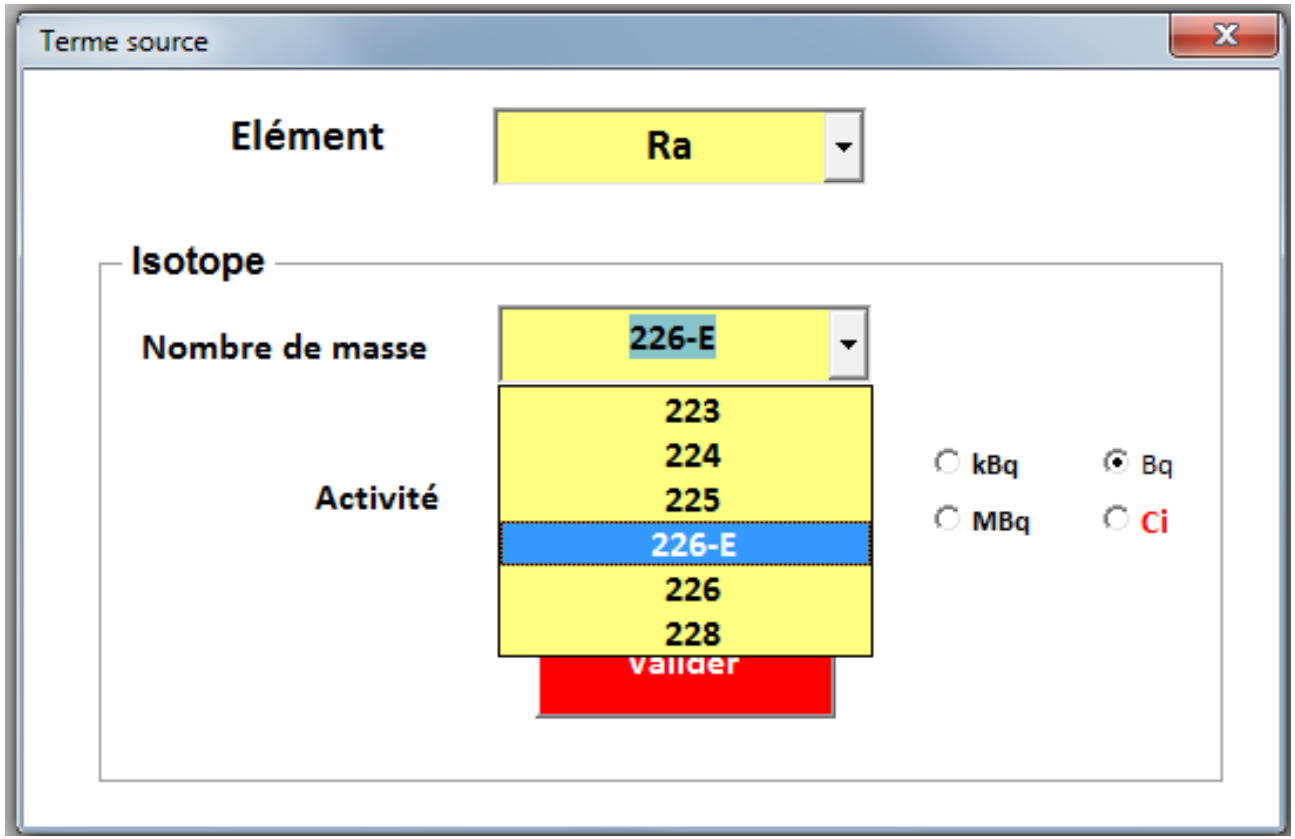

Terme source
Elément
Ra
Isotope
Nombre de masse
223
224
225
226-E
226
228
Activité
kBq
Bq
MBq
Ci
Valider
Ra 226 à l'équilibre ou hors équilibre ?



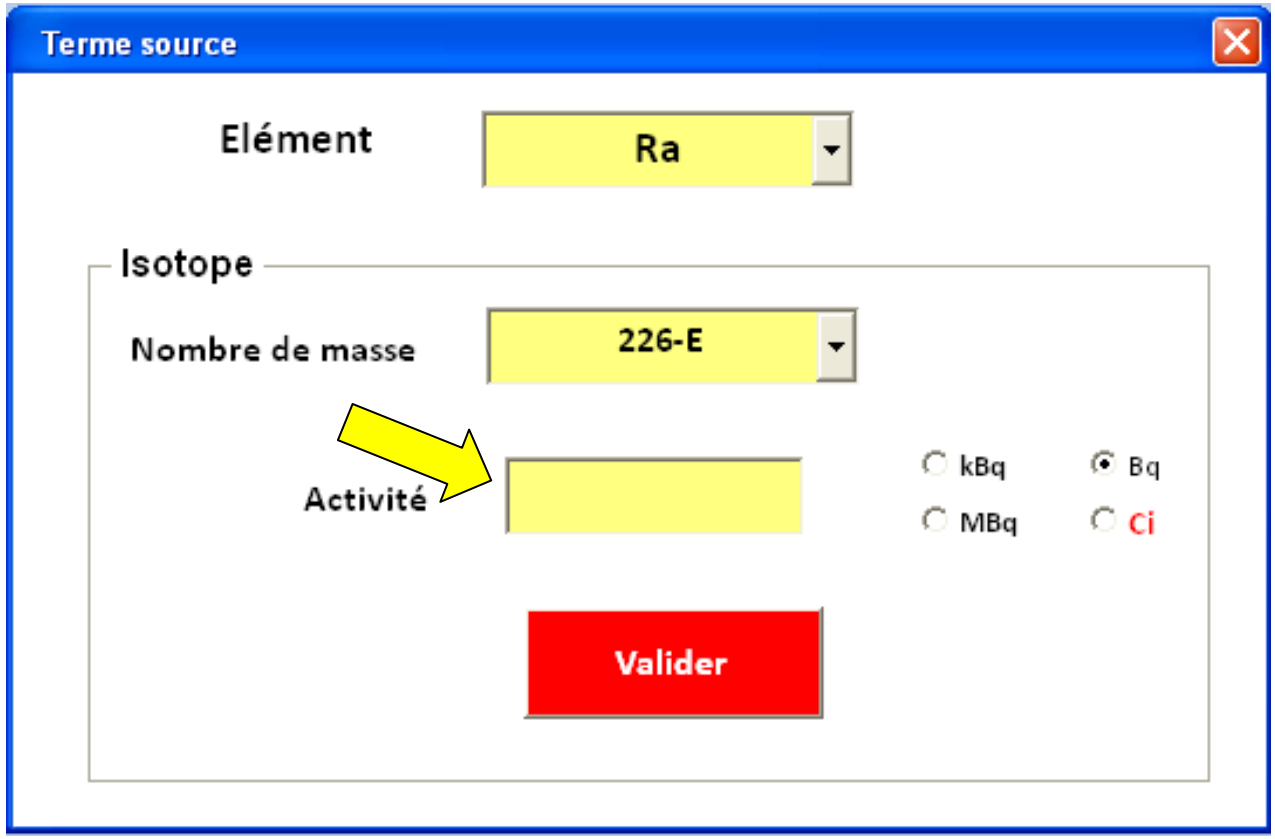
Ra 226 à l'équilibre ou hors équilibre ?



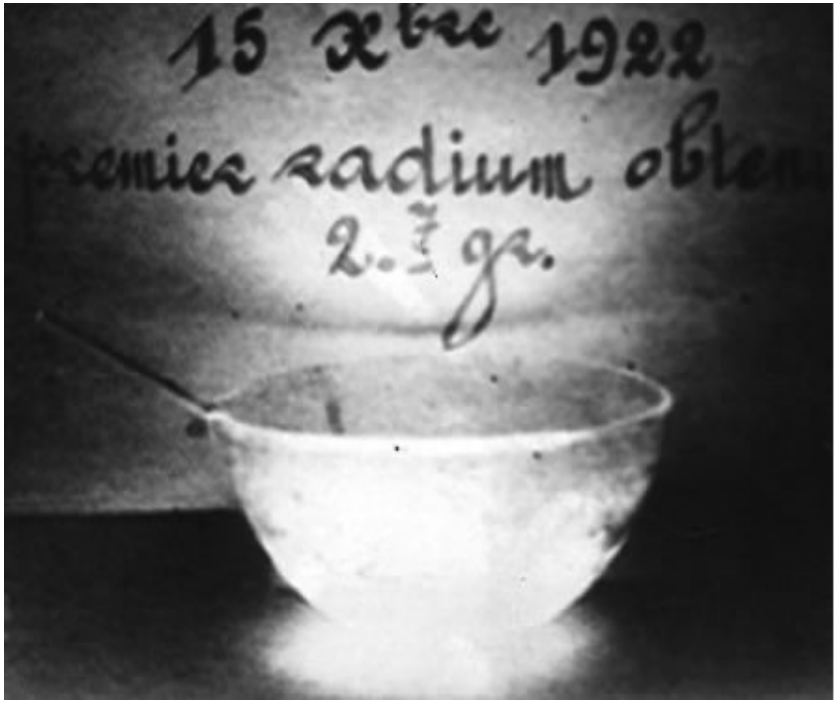
Ra 226 à l'équilibre


Terme source
Elément
Ra
Isotope
Nombre de masse
226-E
223
224
225
226-E
226
228
Activité
kBq
Bq
MBq
Ci

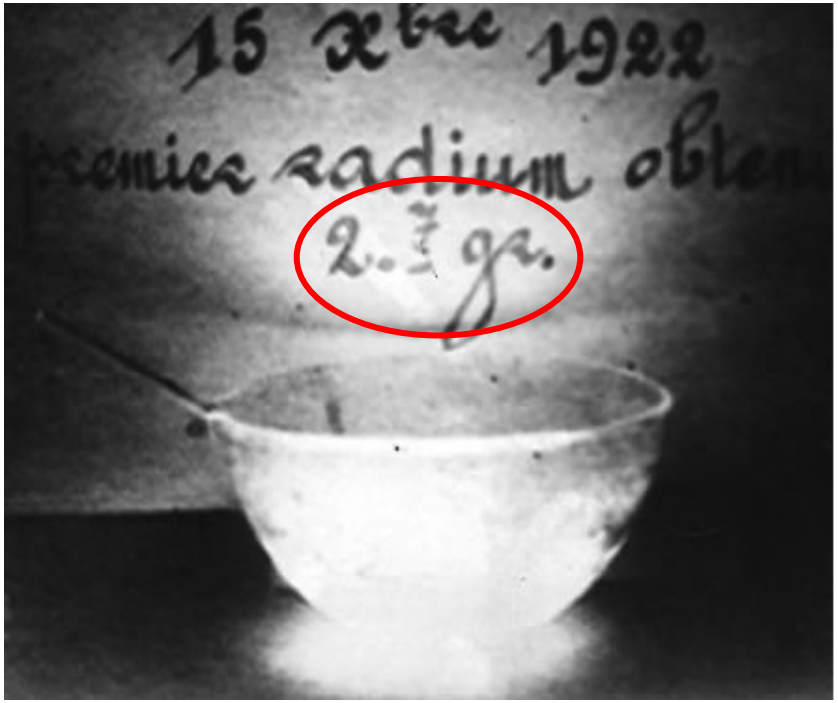
QUELLE ACTIVITE ?



QUELLE ACTIVITE ?

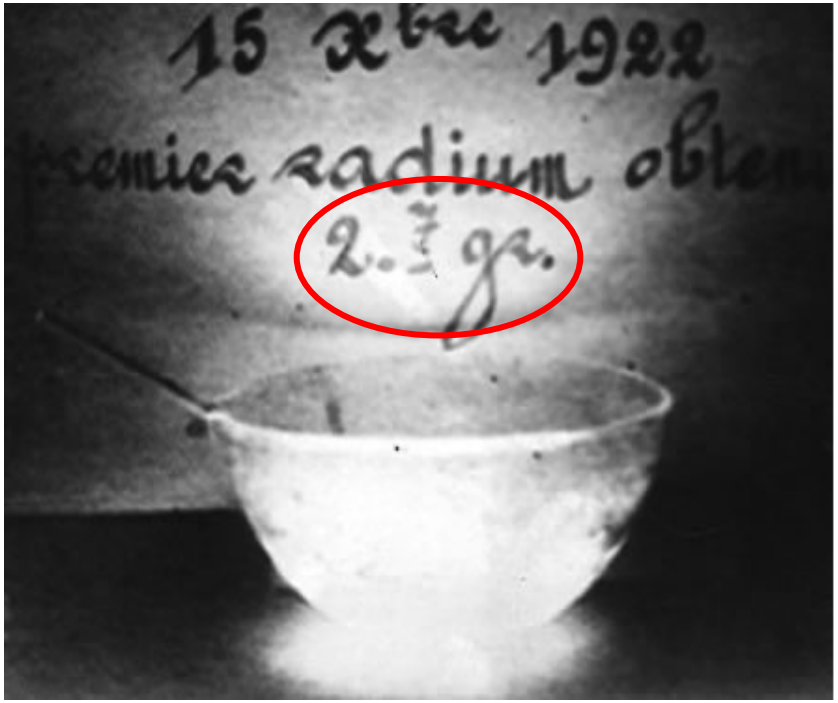


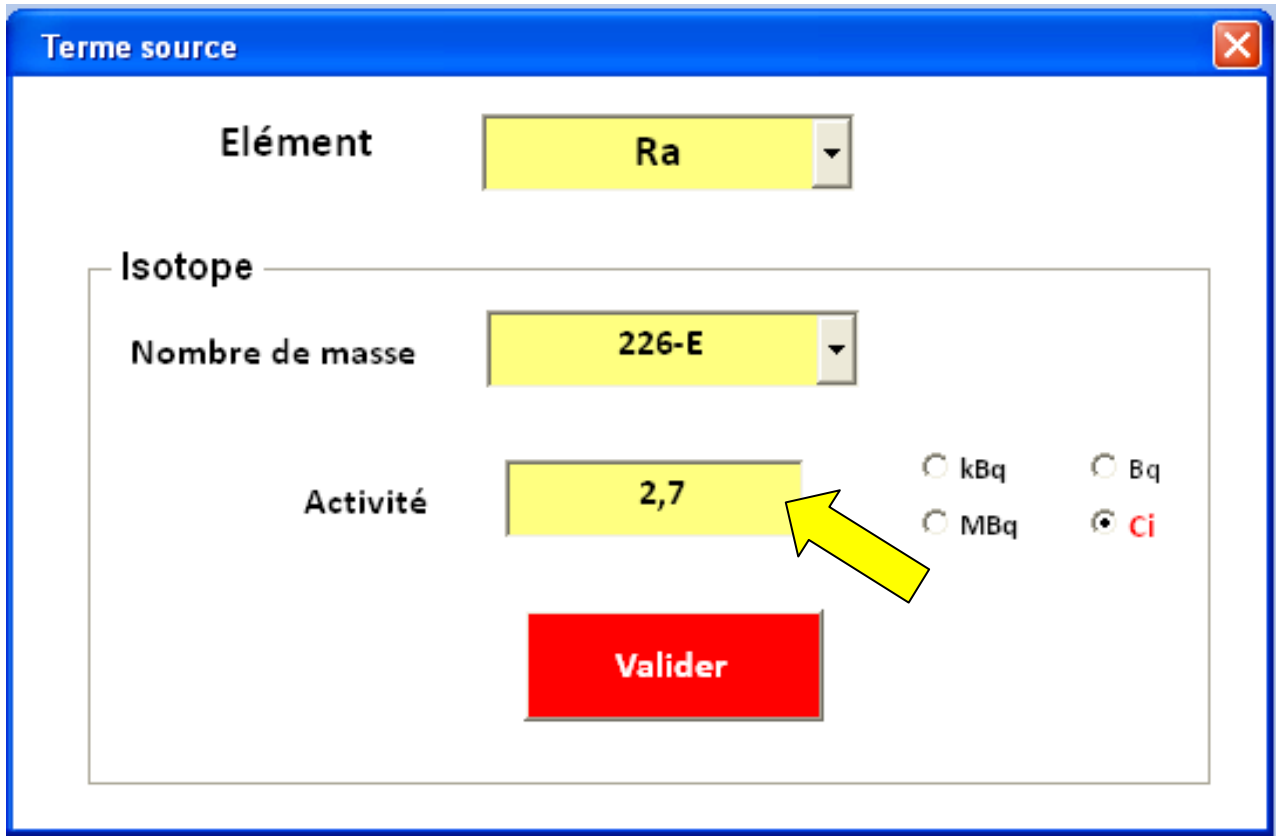
QUELLE ACTIVITE ?



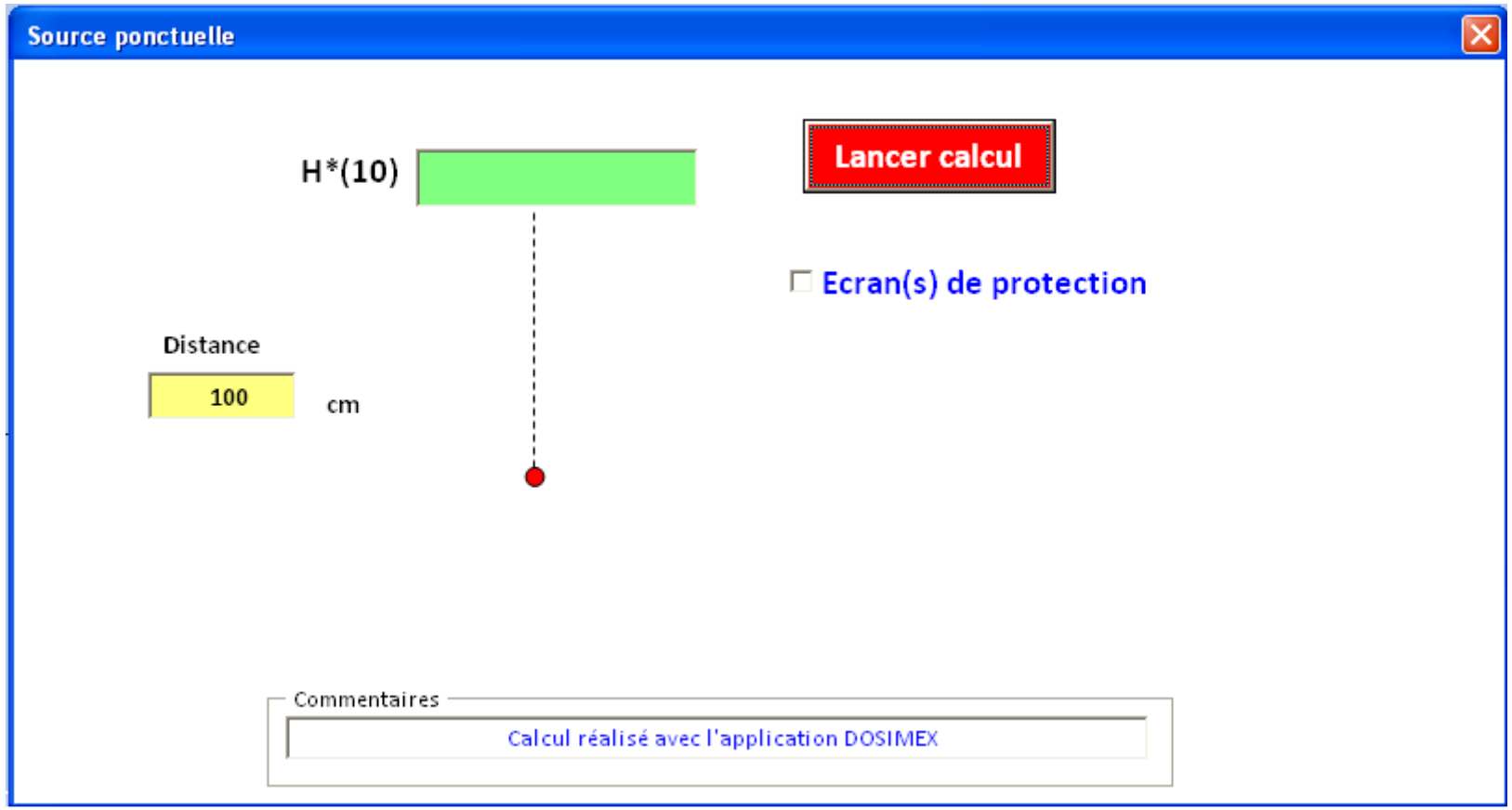
QUELLE ACTIVITE ?

2,7g= 2,7 Ci *(7,4E10 Bq)* par définition !!

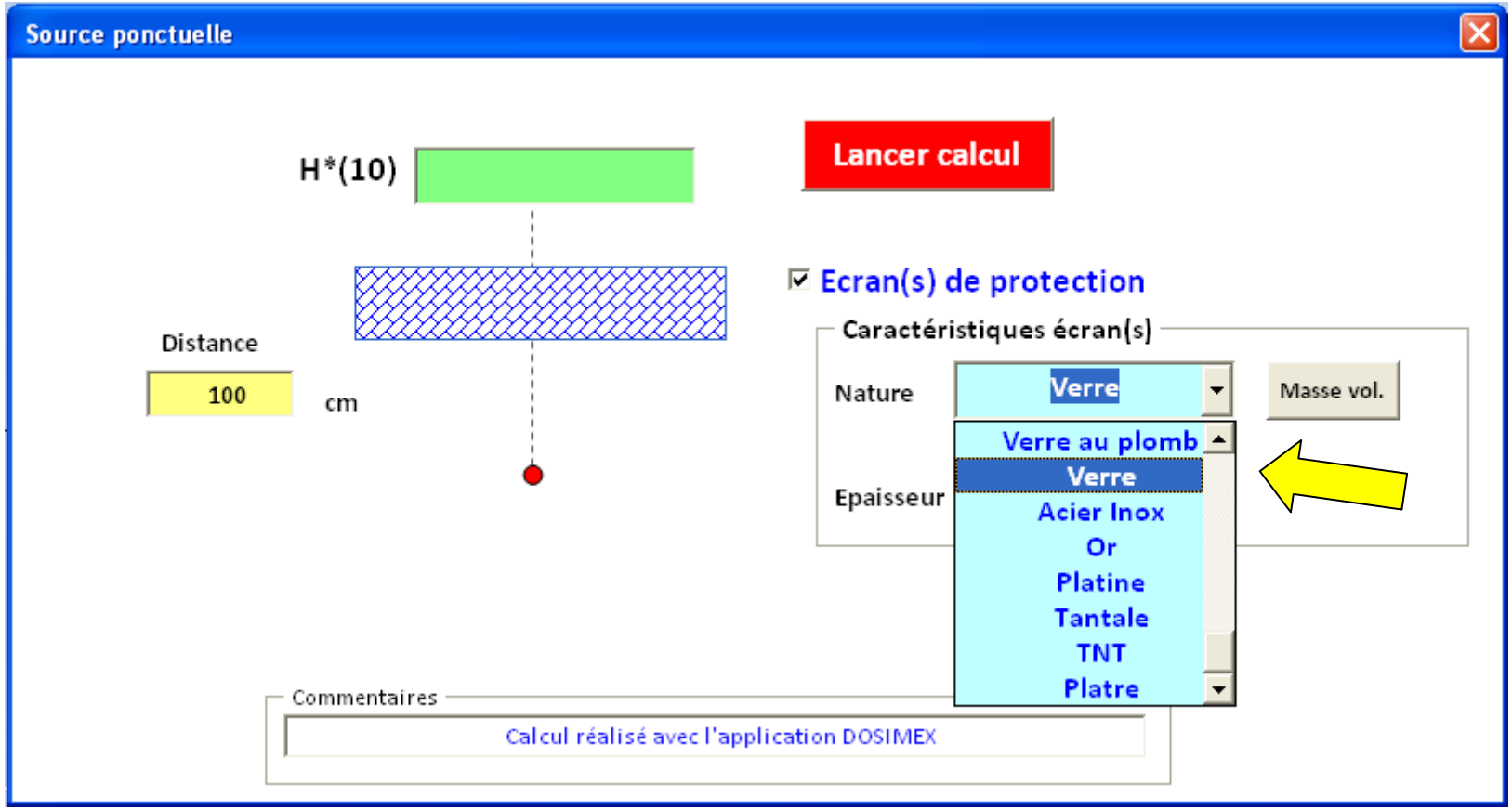



Terme source
Elément
Ra
Isotope
Nombre de masse
226-E
Activité
2,7
kBq
Bq
MBq
Ci
Valider

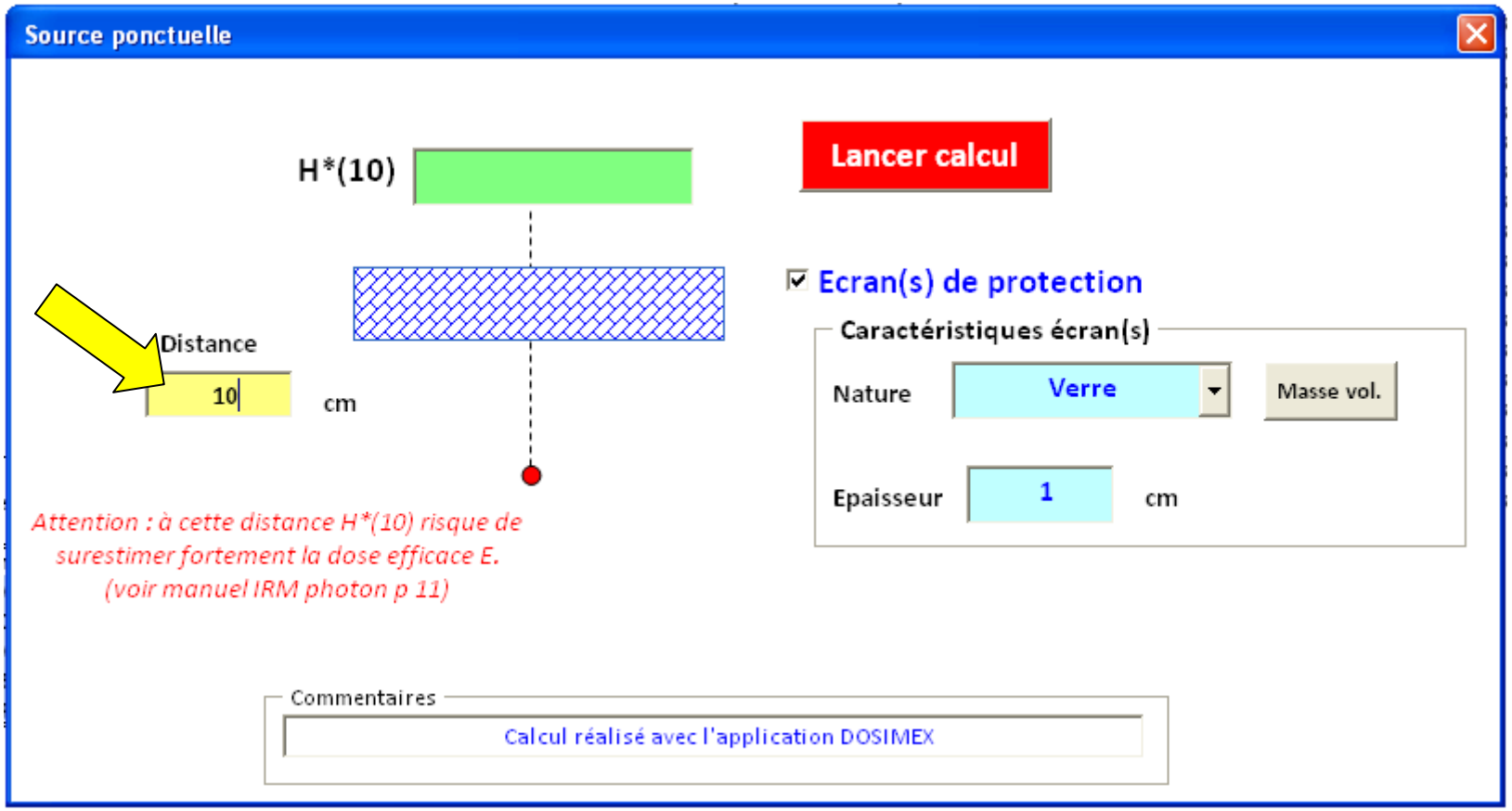
GEOMETRIE, ECRAN…



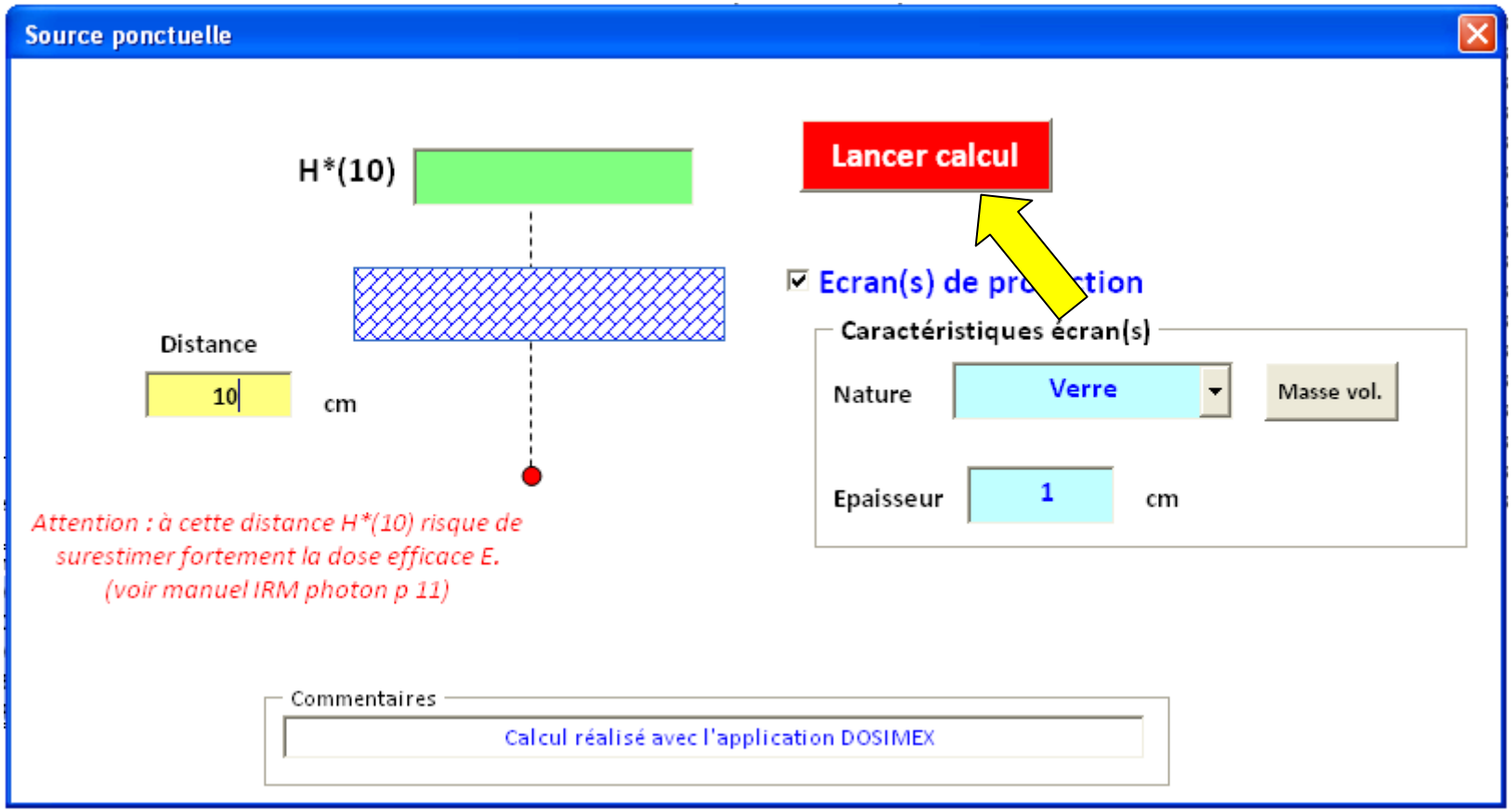
GEOMETRIE, ECRAN…



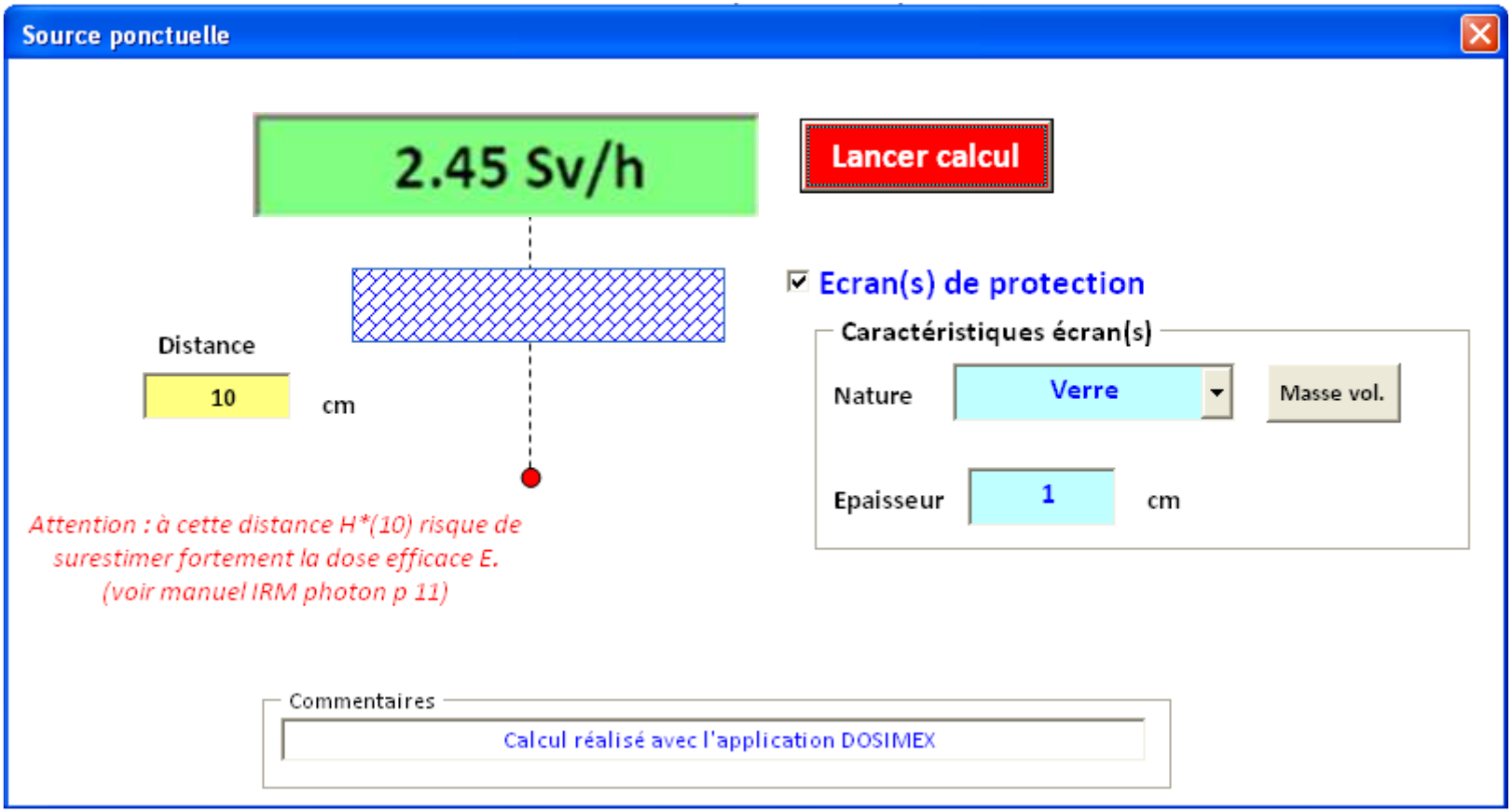
GEOMETRIE, ECRAN…



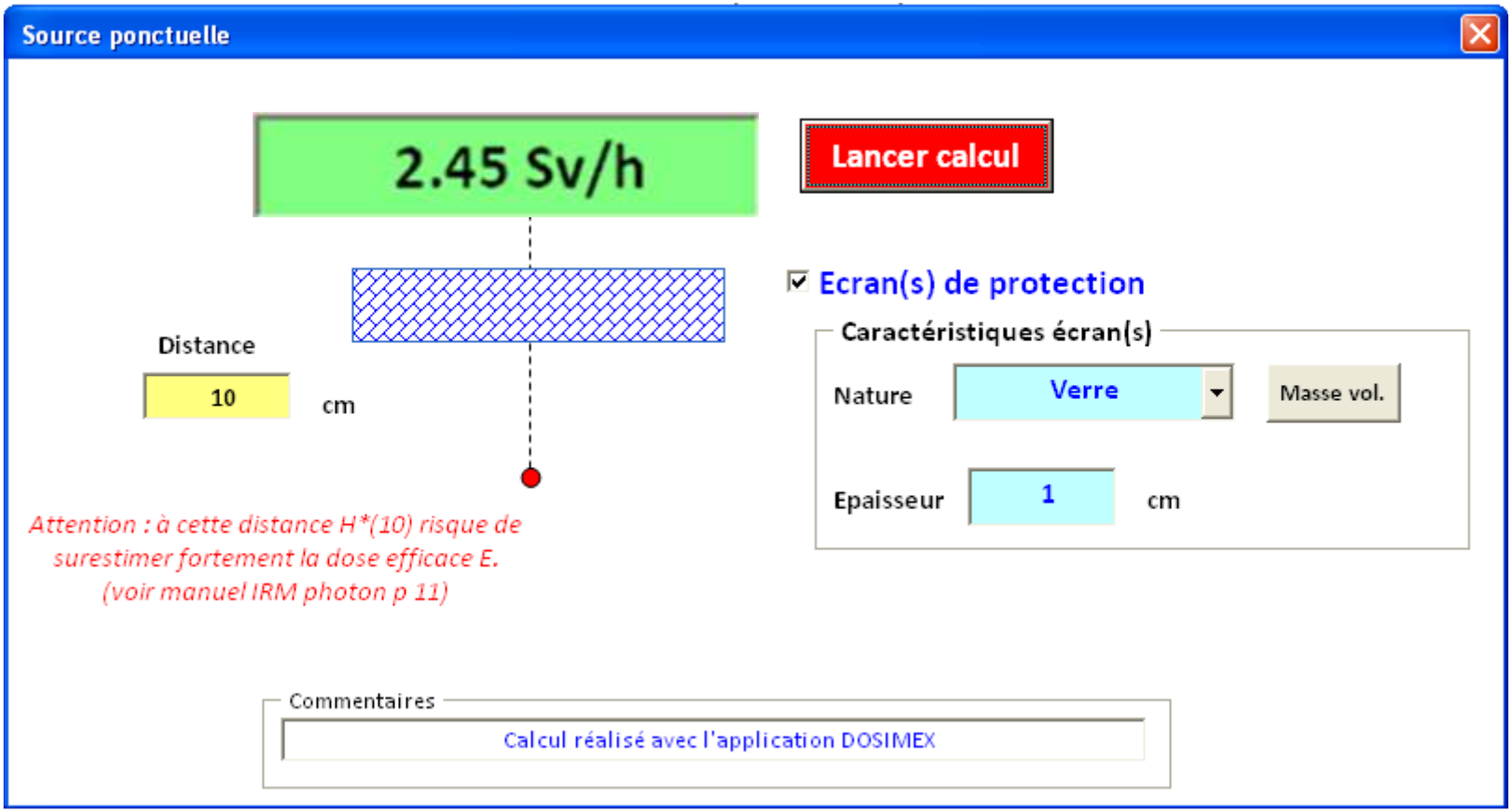
CALCUL FINAL…



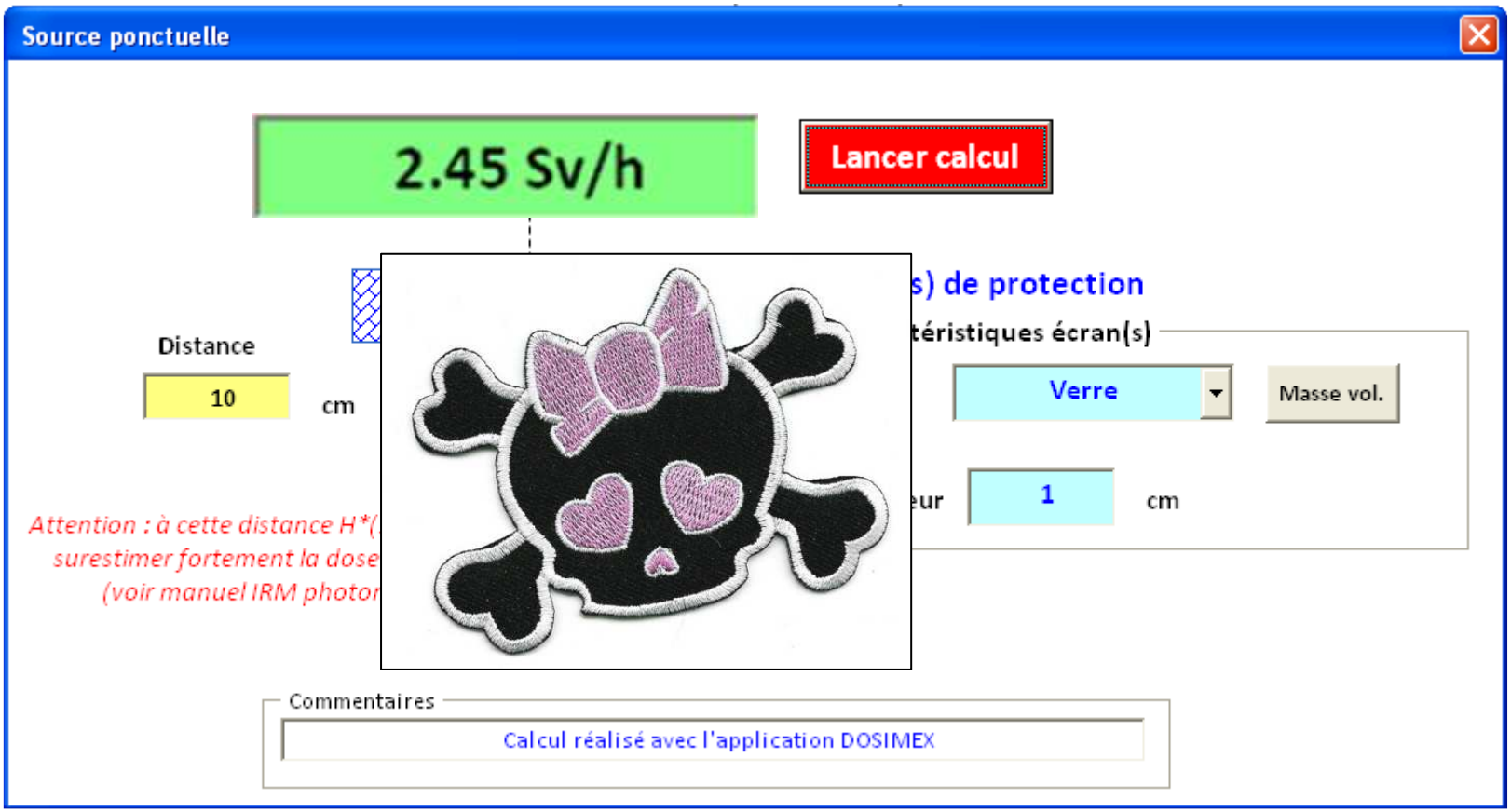
CALCUL FINAL…



ANALYSE RISQUE RADIOLOGIQUE

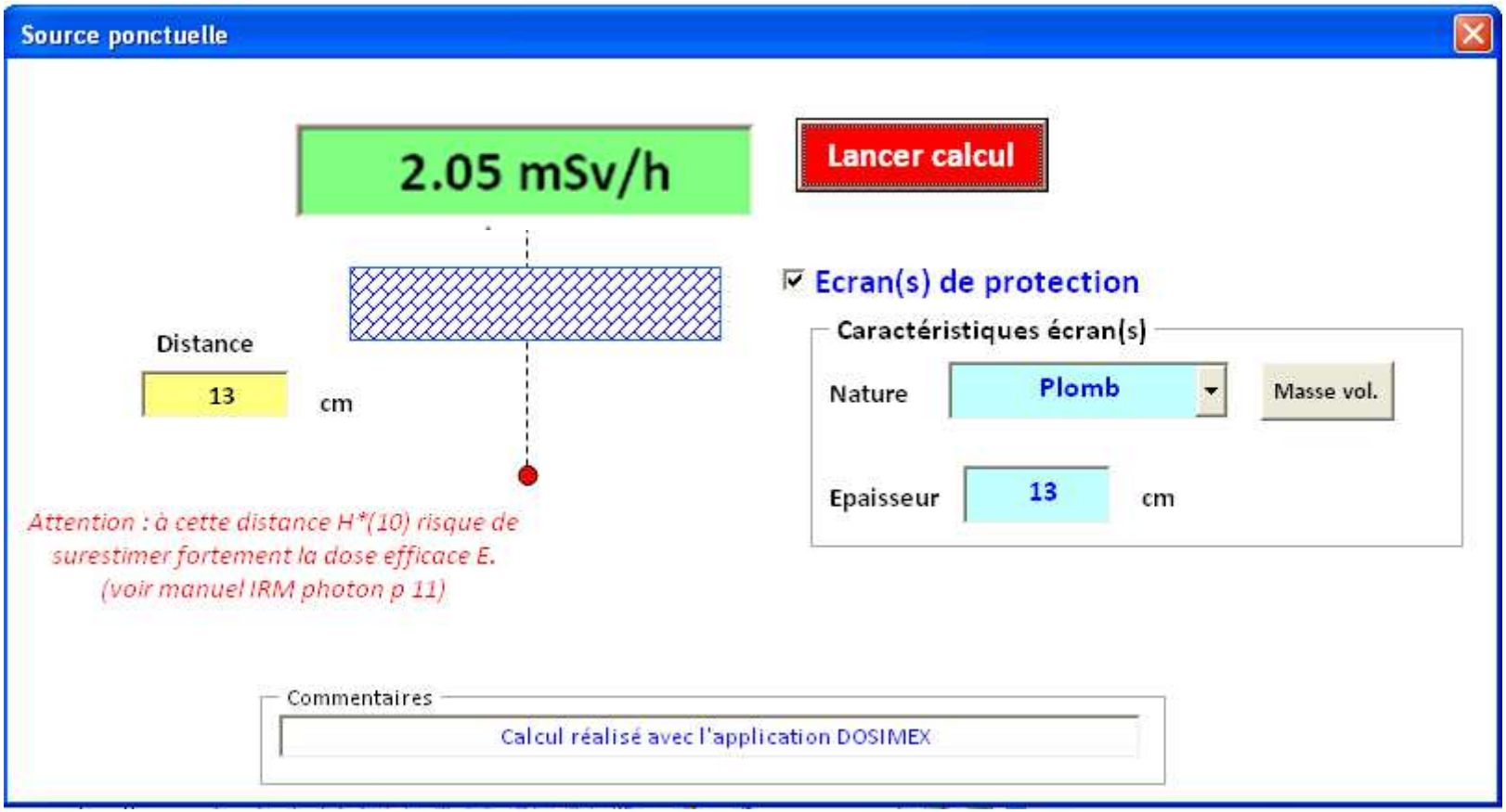


ANALYSE RISQUE RADIOLOGIQUE



CALCUL PROTECTION MINIMALE : 13 CM DE PLOMB

(norme transport, 2 mSv.h^{-1} au contact)



ET SI VOUS OUVRIEZ LE BOCAL?

SOMMAIRE DOSIMEX OPERATIONNEL

Lancement initial

Retour sommaire général

Retour tableurs ouverts (cliquez sur les images)

- ✓ DOSIMEX-GX 2.2 déterministe de débit de dose émetteurs g ateur X, avec option feuille de calcul norme N tection générateurs X)
  Lien secours Dosimex-GX 2.2

- ✓ DOSIMEX-B 2.0 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteur bêta et électrons monoénergétiques. Prise en compte sources volumiques (bécher, seringue) ou surfaciques (contamination peau)
  Lien secours Dosimex-B 2.0

- ✓ DOSIMEX-N 2.2 : code de calcul de débit de dose Monte-Carlo émetteur neutron (*type Am/Be*) avec protection biologique (eau, polyéthylène, Bore, Cadmium etc.)
  Lien secours Dosimex-N 2.2

- ✓ DOSIMEX-I 2.0 : code de calcul de cinétique d'expositions dans un local suite à une contamination volumique (fuite continue, bouffée..). Calculs de transfert atmosphérique. Calcul mélanges RAI/RAV/RCA Lien secours Dosimex-I 2.0

- ✓ DOSIMEX-MN utilitaire de gestion de données permettant de connaitre les doses absorbées par unité d'activité administrée référencées dans les CIPR 53, 80, 106 et 128 Lien secours Dosimex-MN

Sommaire Dosimex Pédagogique, Sommaire Dosimex Mesure, Sommaire Annexes

SOMMAIRE DOSIMEX OPERATIONNEL

Lancement initial

Retour sommaire général

Retour tableurs ouverts (cliquez sur les images)

- ✓ DOSIMEX-GX 2.2 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteurs gamma et générateur X, avec option feuille de calcul norme NF C15-160 (protection générateurs X)
  Lien secours Dosimex-GX 2.2

- ✓ DOSIMEX-B 2.0 : code de calcul déterministe de débit de dose émetteur bêta et électrons monoénergétiques. Prise en compte sources volumiques (bécher, seringue) ou surfaciques (contamination peau)
  Lien secours Dosimex-B 2.0

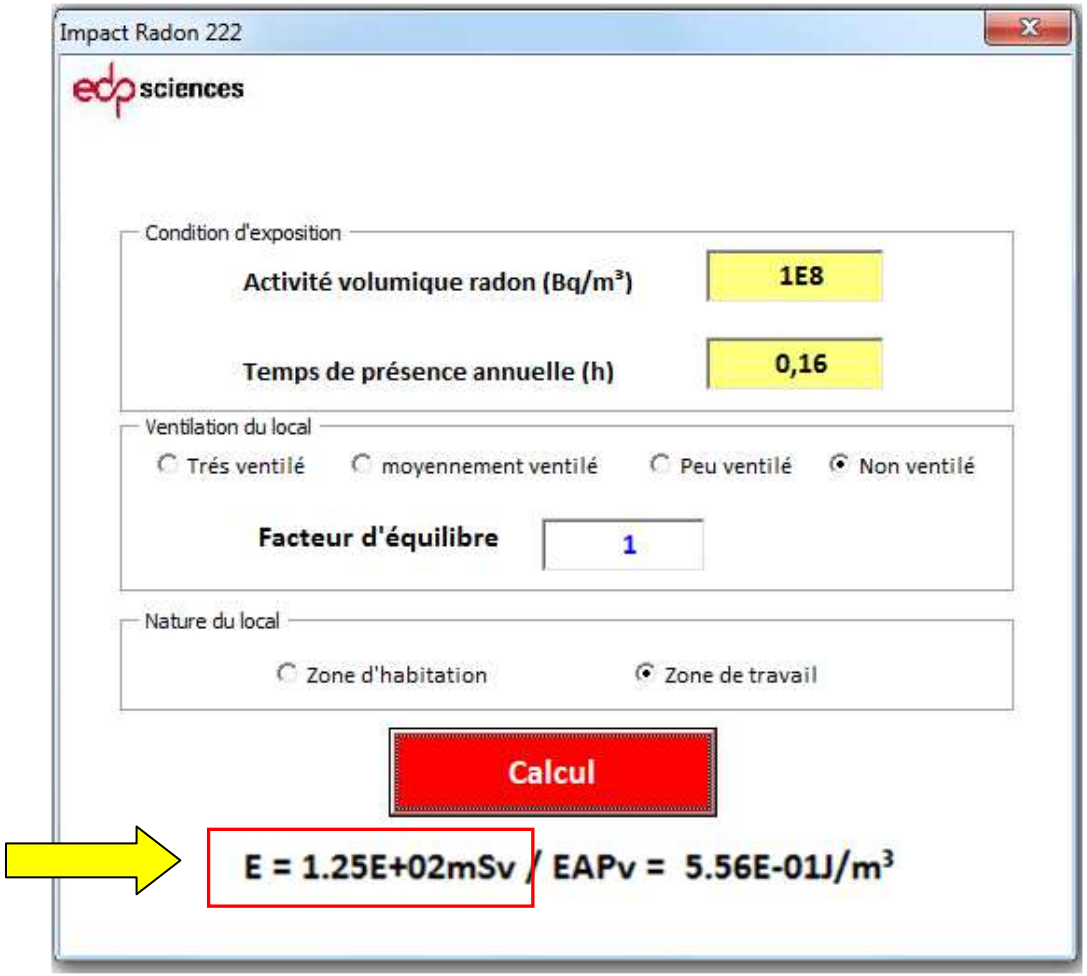
- ✓ DOSIMEX-N 2.2 : code de calcul de débit de dose Monte-Carlo émetteur neutron (*type Am/Be*) avec protection biologique (eau, polyéthylène, Bore, Cadmium etc.)
  Lien secours Dosimex-N 2.2

- ✓ DOSIMEX-I 2.0 : c de cinétique d'expositions dans un local suite à une contaminatio fuite continue, bouffée..). Calculs de transfert atmosphérique. C RAI/RAV/RCA Lien secours Dosimex-I 2.0

- ✓ DOSIMEX-MN utilitaire de gestion de données permettant de connaitre les doses absorbées par unité d'activité administrée référencées dans les CIPR 53, 80, 106 et 128 Lien secours Dosimex-MN

Sommaire Dosimex Pédagogique, Sommaire Dosimex Mesure, Sommaire Annexes

ESTIMATION DE LA DOSE EFFICACE ENGAGEE (RADON) POUR 10 MN DE PRESENCE BOCAL OUVERT DANS UNE PIECE DE 1000 M3



SCHEMA LINEAIRE

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calculs

Analyse des résultats

✓ ***En termes RP : écran etc..***

SCHEMA LINEAIRE

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calculs

Analyse des résultats

- ✓ ***En termes RP : écran etc..***
- ✓ ***ERREUR ?***

Moi, l'erreur, elle m'a pris

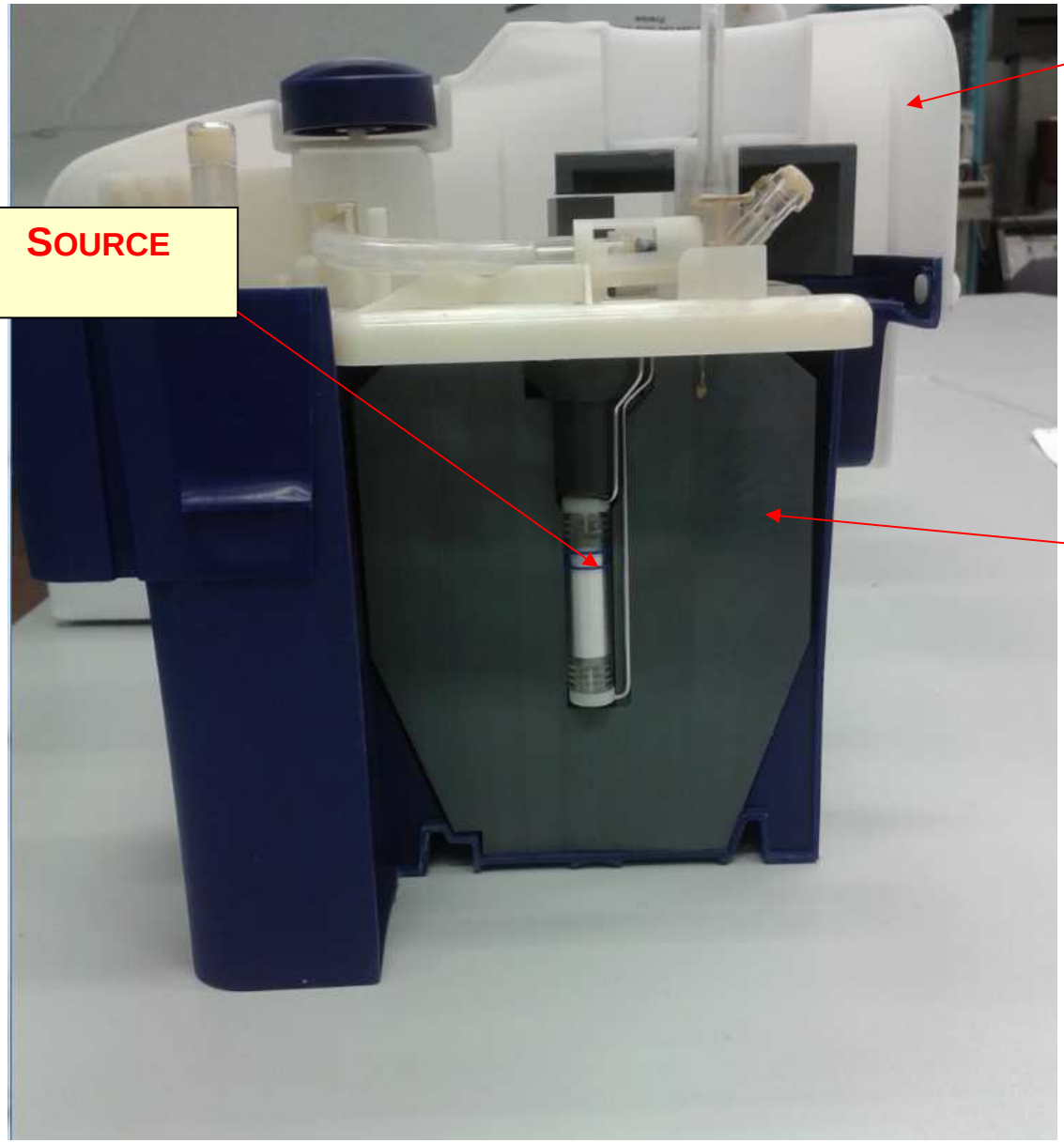
Je m'souviens un vendredi

Plus exactement le vendredi 5 février 2016 vers 16h30

Jour où un château de transport contenant un générateur de Tc 99m a été réceptionné à l'INSTN (*et que je passais là par hasard*)

DED au contact : 21,8 µSv/h

UN PETIT MIRACLE : DECOUVERTE CONCOMITANTE DE LA MAQUETTE EN COUPE DU GENERATEUR



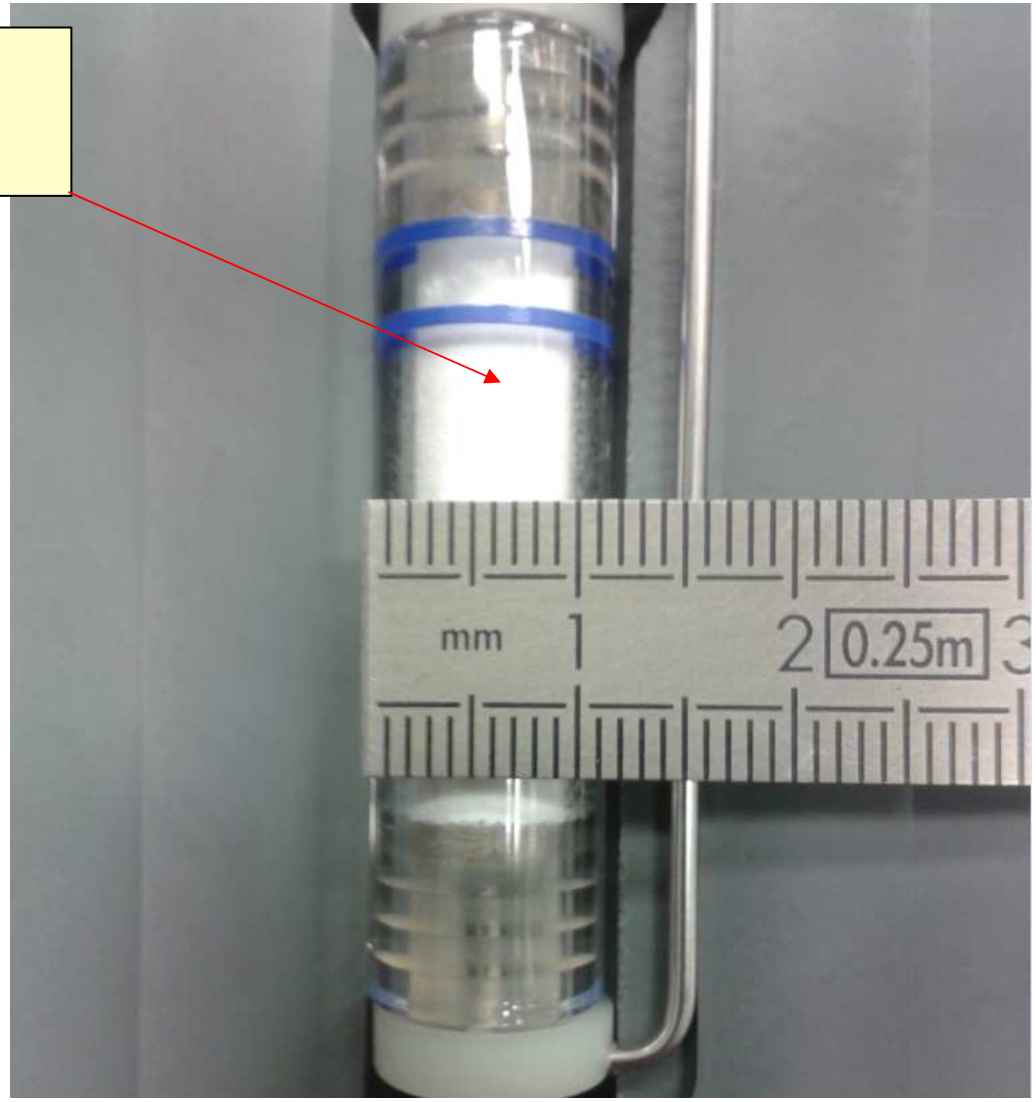
UN PETIT MIRACLE : DECOUVERTE CONCOMITANTE DE LA MAQUETTE EN COUPE DU GENERATEUR

EPAISSEUR PROTECTION PLOMB (5 CM)

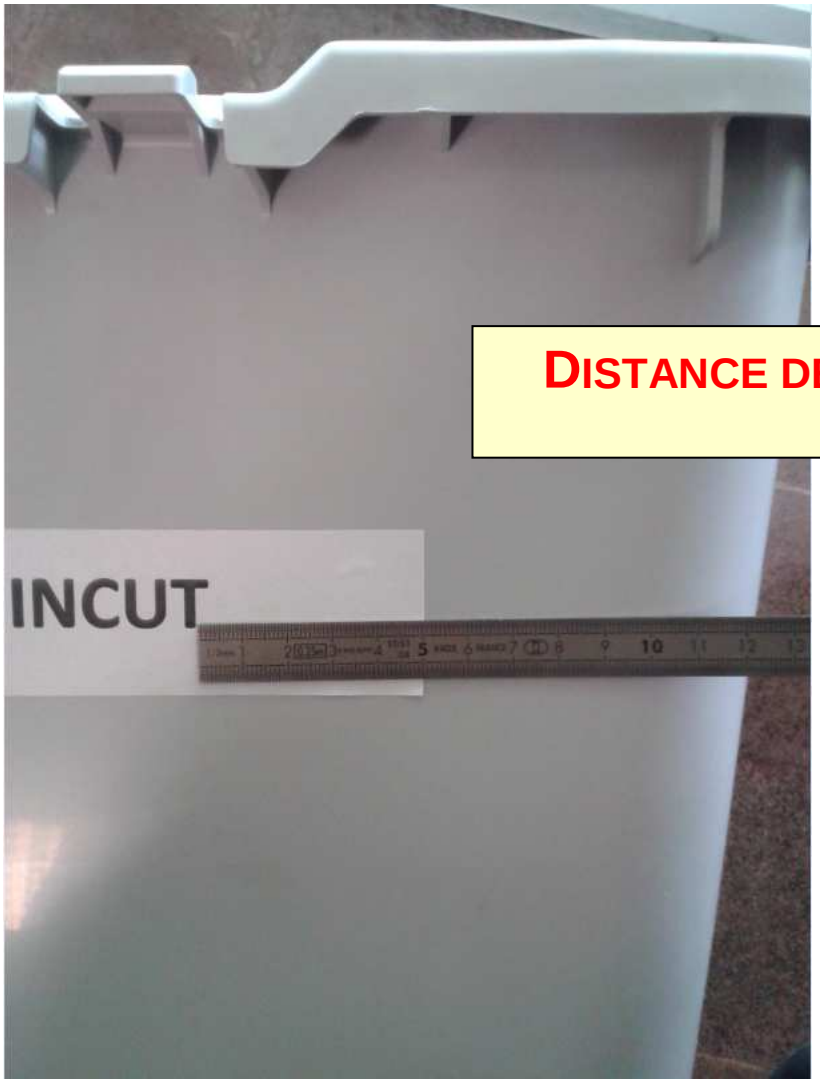
UN PETIT MIRACLE : DECOUVERTE CONCOMITANTE DE LA MAQUETTE EN COUPE DU GENERATEUR

AL_2O_3 ,

3,95 g/cm^3



UN PETIT MIRACLE : DECOUVERTE CONCOMITANTE DE LA MAQUETTE EN COUPE DU GENERATEUR



DISTANCE DE CALCUL 14 CM

TOUS CES ELEMENTS DOIVENT PERMETTRE DE REMONTER A L'ACTIVITE DU GENERATEUR !

Liste de colisage

DUPLICATA

iba Molecula

SACLAY, 31/01/2016

CIS BIO INTERNATIONAL
91192 GIF SUR YVETTE CEDEX
BP 32 - FRANCE
APPEL EN CAS 01-69-85-70-10
D'INCIDENT 01-69-08-37-84
IRSN/EOT 01-46-57-02-53
SER.CLIENTS 01-69-85-70-00

NOM DU CLIENT MR LE CHEF DU PER 91
NUMERO 991 S 574
ADRESSE

MR LE CHEF DU PERIMETRE N 141
A L'ATTN DE MR KERGADALLAN YANN
CEA PERIMETRE N141
INSTN/UETSR BAT 395 piéce 10 RDC

FR-91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX

EXP n° 1286547

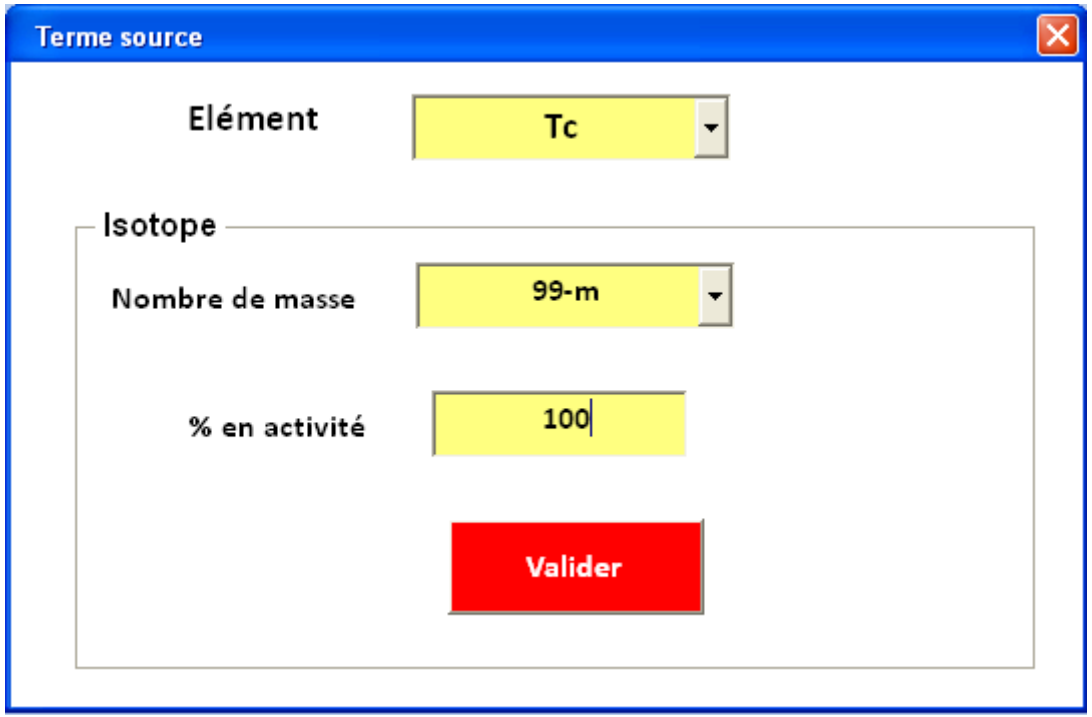
SECTEUR 3

DATE DE LIVRAISON :

NOTRE REFERENCE N° COLIS	REFERENCE PRODUIT VOTRE COMMANDE	CODE ARTICLE	NBRE	ACTIVITE EXPEDIEE AU **31/01/2016**	POIDS BRUT (KG)	NUCLEIDE INDICE TRANSPORT	LOT/BOITE DATE CALIBRATION DATE PEREMPTION
3107 898 1 2459664 1	TEKCIS-2	5003961	1	8,12 GBq 220 mCi	18,1	0,6	GCBC 55

CALCUL ACTIVITE PAR METHODE INVERSE

CHOIX SPECTRE ISOTOPIQUE



Source cylindrique

(Point 2)

Calculer Act.

(Point 1)

H*(10) en µSv/h

Ecran(s) de protection

Hauteur

100 cm

Distance pt 1

100 cm

Rayon externe 100 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

Rayon interne 0 *cm*

Matériau source

Masse vol.

Verre
Acier Inox
Or
Platine
Tantale
TNT
Platre
Al2O3

Matri constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est no la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires

lication DOSIMEX

Source cylindrique

(Point 2)

Calculer Act.

(Point 1)

H*(10) en µSv/h

Ecran(s) de protection

Hauteur

3 cm

Distance pt 1

14 cm

Rayon externe 0,5 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

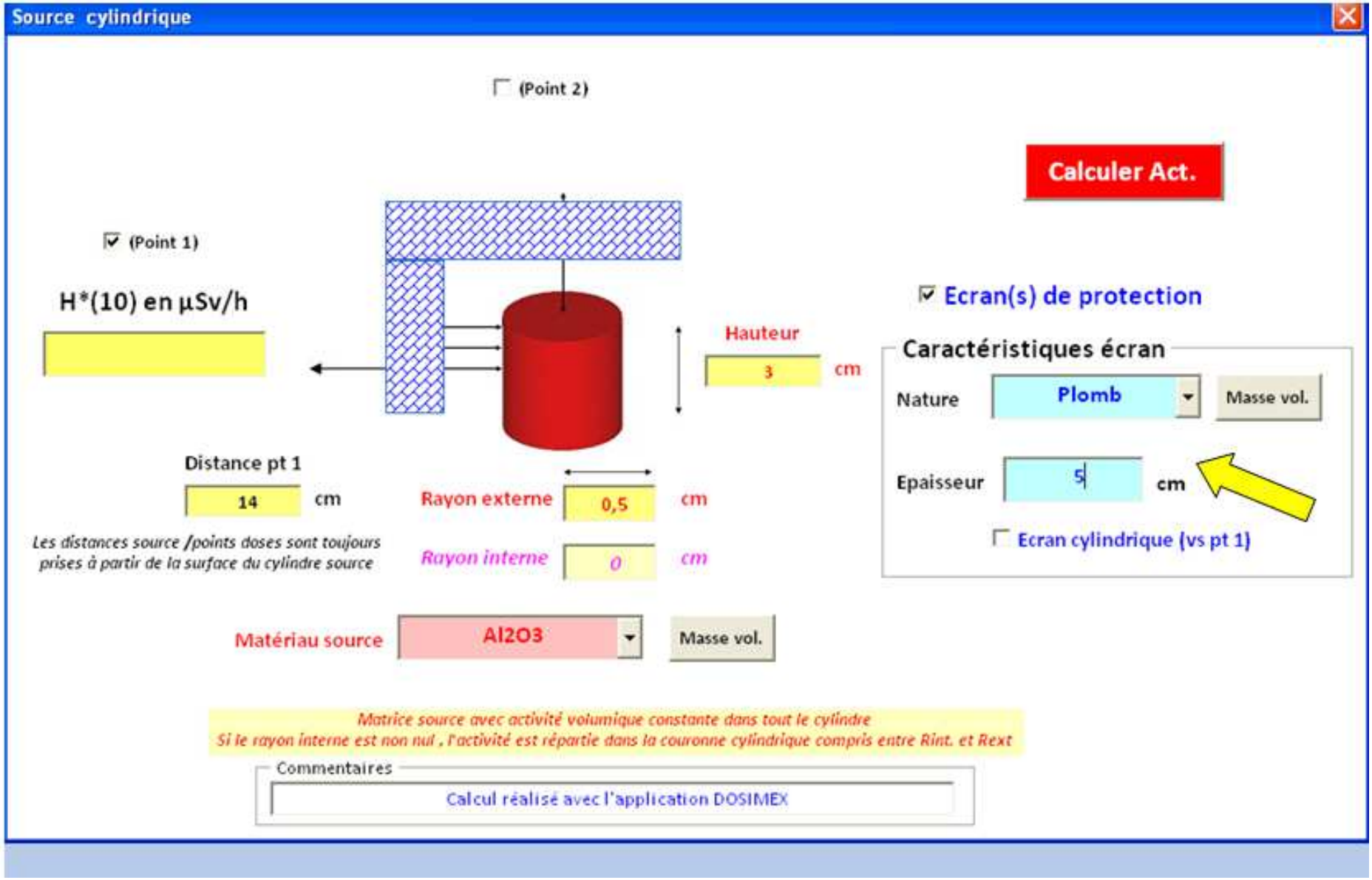
Rayon interne 0 cm

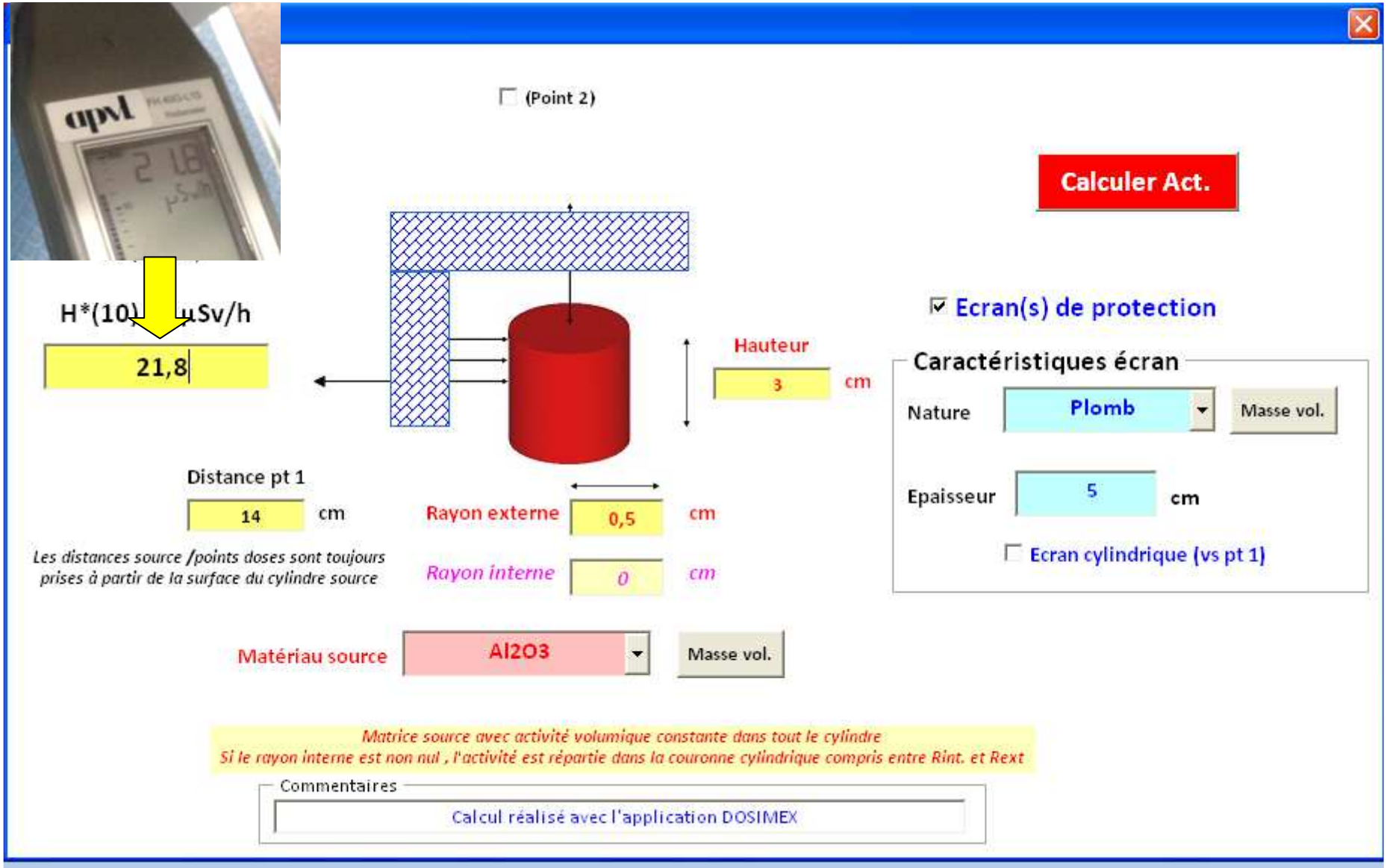
Matériau source Al2O3 Masse vol.

Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires

Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX


Source cylindrique
(Point 2)
Calculer Act.
(Point 1)
H*(10) en µSv/h
Hauteur
3
cm
Ecran(s) de protection
Caractéristiques écran
Nature
Plomb
Masse vol.
Epaisseur
5
cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Distance pt 1
14
cm
Rayon externe
0,5
cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Rayon interne
0
cm
Matériau source
Al2O3
Masse vol.
Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext
Commentaires
Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX


(Point 2)
Calculer Act.
H*(10) µSv/h
21,8
Hauteur
3
cm
Ecran(s) de protection
Caractéristiques écran
Nature
Plomb
Masse vol.
Epaisseur
5
cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Distance pt 1
14
cm
Rayon externe
0,5
cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Rayon interne
0
cm
Matériau source
Al2O3
Masse vol.
Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext
Commentaires
Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

Source cylindrique

(Point 2)

Calculer Act.

(Point 1)

H*(10) en µSv/h

21,8

Hauteur

3 cm

Ecran(s) de protection

Caractéristiques écran

Nature Plomb Masse vol.

Epaisseur 5 cm

Ecran cylindrique (vs pt 1)

Distance pt 1

14 cm

Rayon externe 0,5 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

Rayon interne 0 cm

Matériau source Al2O3 Masse vol.

Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires

Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

Source cylindrique

(Point 2)

Calculer Act.

(Point 1)

H*(10) en µSv/h

21,8

Ecran(s) de protection

ristiques écran

Plomb

Masse vol.

Distance pt 1

14

cm

5

cm

Les distances source /points doses sont to
prises à partir de la surface du cylindre s

Ecran cylindrique (vs pt 1)

Microsoft Excel

L'activité de la source est de 1.30E+65Bq

OK

Matériau source

Al2O3

Masse vol.

Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

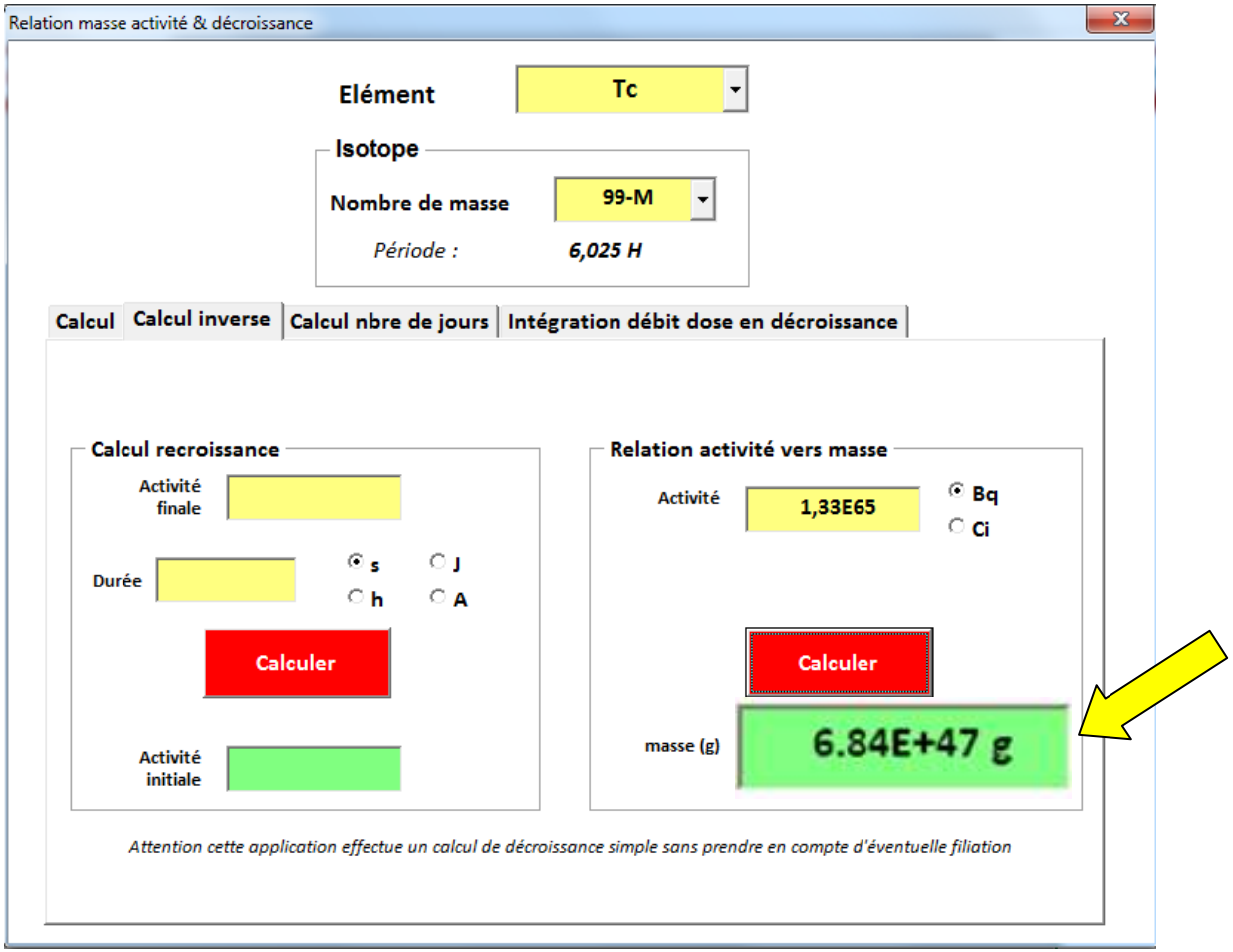
Commentaires

Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

1,33 10^{65} Bq, ça fait beaucoup, non ?

CONVERTIE EN MASSE DE TECHNETIUM:

(*voir option décroissance et relation masse activité*)



SOIT ENVIRON 200 FOIS LA MASSE DE NOTRE GALAXIE !!

SOIT ENVIRON 200 FOIS LA MASSE DE NOTRE GALAXIE !!

SCHEMA LINEAIRE

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calculs

Analyse des résultats

✓En termes RP : écran etc..

✓ERREUR

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calculs

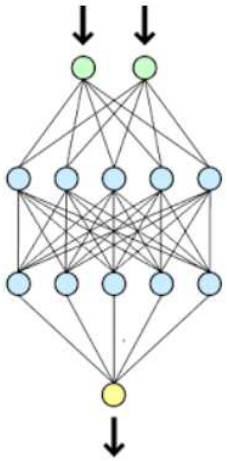
Analyse des résultats

✓ ***En termes RP : écran etc..***

✓ ***ERREUR***

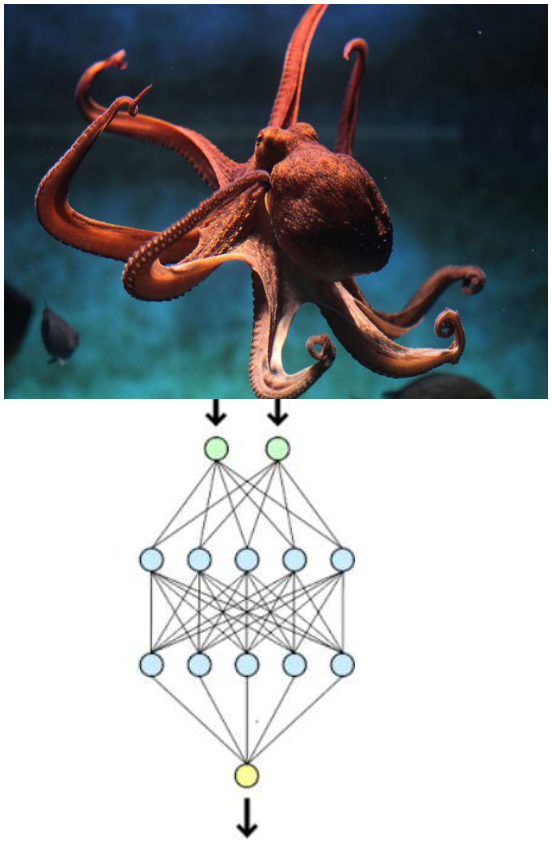
APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES

ENTREE

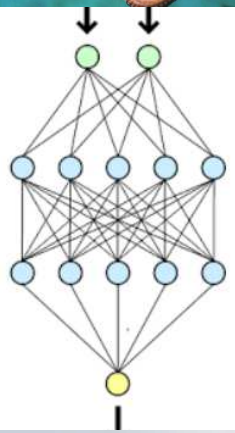


SORTIE

APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES

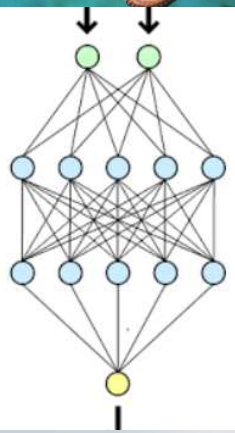


APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES



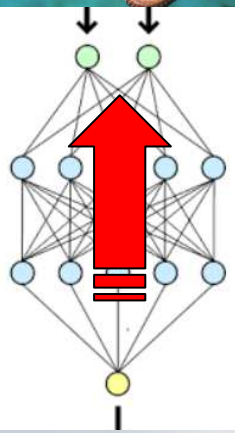
Hexapode

APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES



Hexapode

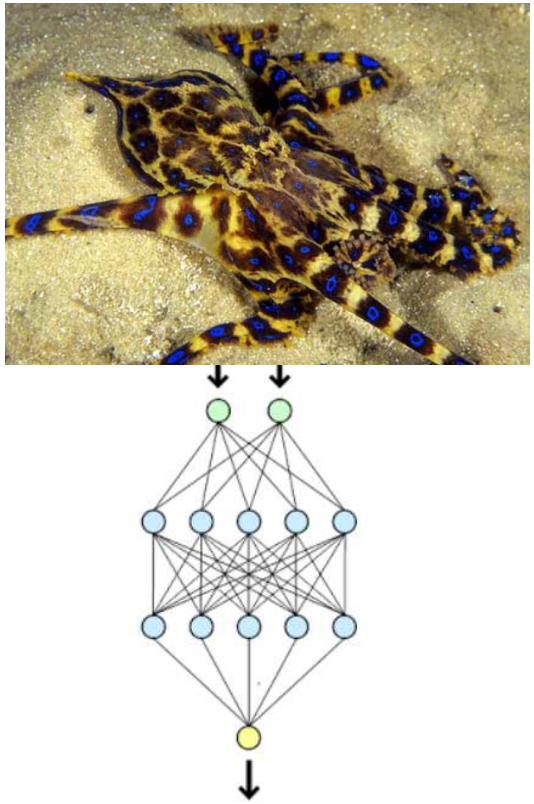
APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES



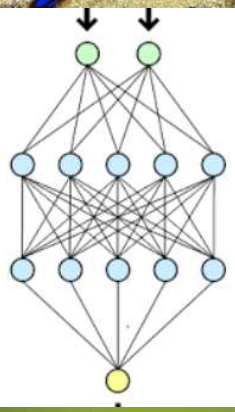
Rétropropagation des gradients

Hexapode

APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES

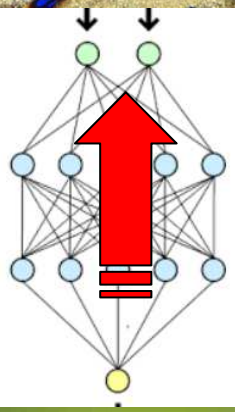


APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES



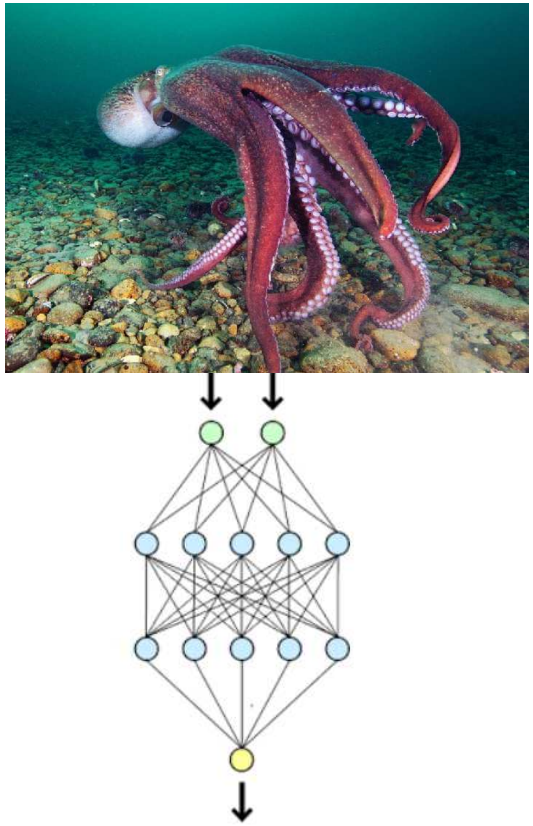
Berk !!

APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES

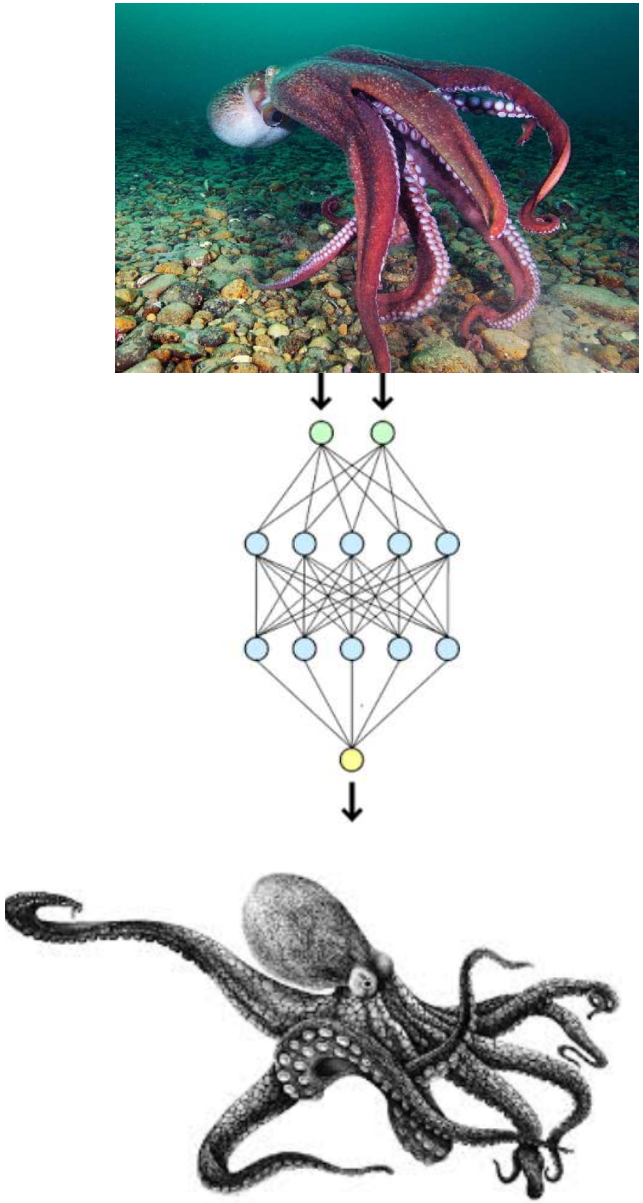


Berk !!

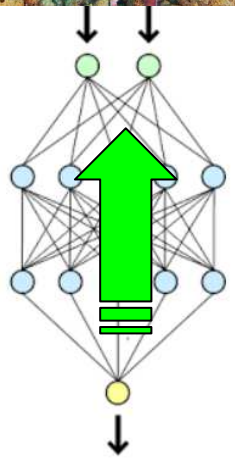
APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES



APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES



APPRENTISSAGE PAR L'ERREUR : IDEM RESEAUX DE NEURONES



SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calculs

Analyse des résultats

✓ ***En termes RP : écran etc..***

✓ ***ERREUR***

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

« Le savoir se construit dans l'émotion »

- ✓ ***En termes RP : écran etc..***
- ✓ ***ERREUR ?***

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

« Le savoir se construit dans l'émotion »

Emotions rencontrées ici :

✓ ***En termes RP : écran etc..***

✓ ***ERREUR ?***

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

« Le savoir se construit dans l'émotion »

Emotions rencontrées ici :

✓ **Négative : un instant de grande solitude**

✓ ***En termes RP : écran etc..***

✓ ***ERREUR ?***

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

« Le savoir se construit dans l'émotion »

Emotions rencontrées ici :

- ✓ **Négative : un instant de grande solitude**
- ✓ **Positive : le plaisir de comprendre enfin**

- ✓ ***En termes RP : écran etc..***
- ✓ ***ERREUR ?***

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calculs

Analyse des résultats

✓ ***En termes RP : écran etc..***

✓ ***ERREUR ?***

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

Présentation et analyse d'un problème

Recherche des paramètres pertinents

Choix du code adapté : gamma, bêta …

Mise en œuvre et calculs

Analyse des résultats

- ✓ ***En termes RP : écran etc..***
- ✓ ***ERREUR ?***

Activation de notre réseau de neurones

SCHEMA NON LINEAIRE (RETROACTION)

Pré me

Rec ts

ta …

✓ *ERREUR ?*

Activation de notre réseau de neurones

QUELQUES EXEMPLES CHOISIS DE MISE EN ERREUR VOLONTAIRE DES PARTICIPANTS

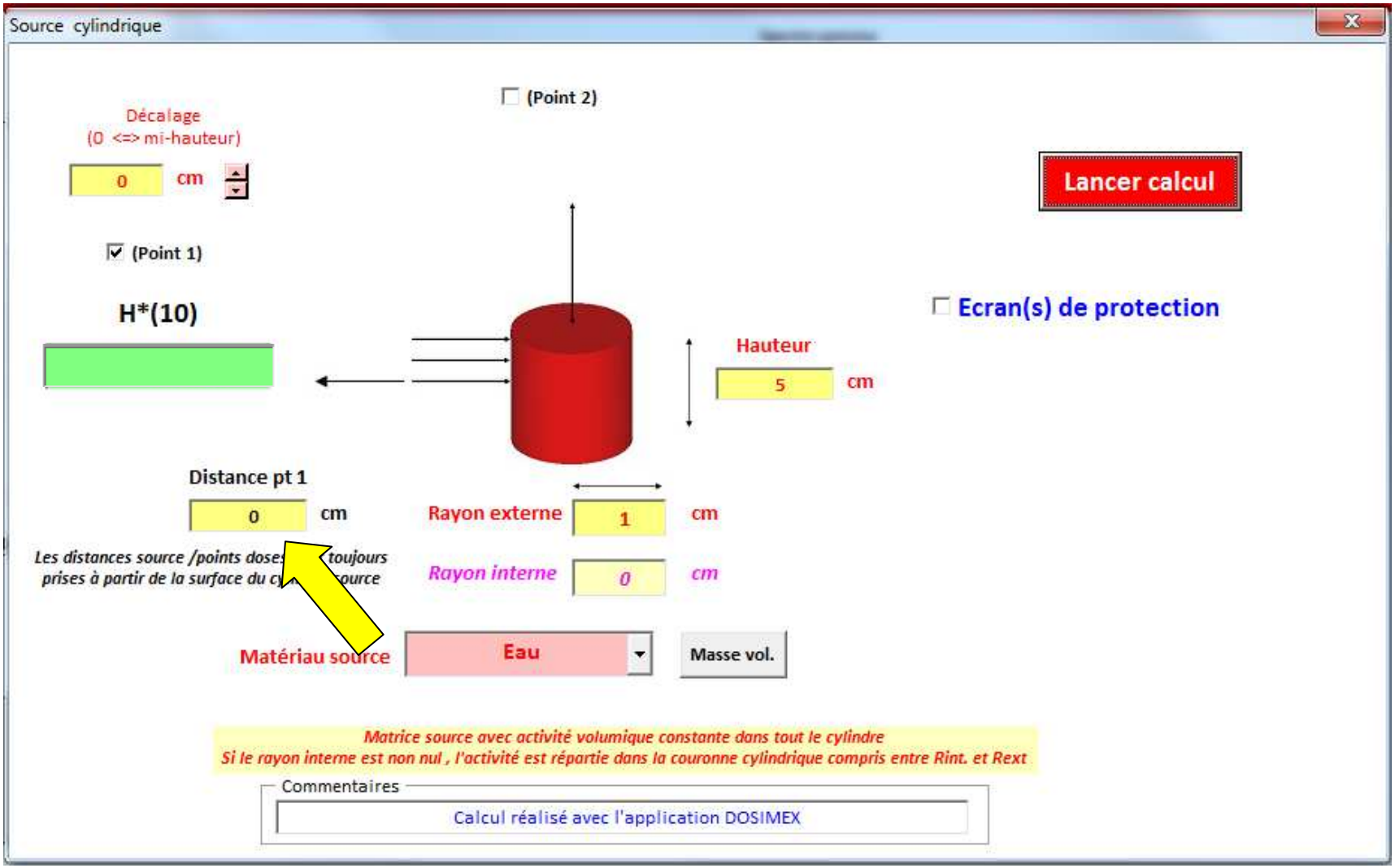
QUELQUES EXEMPLES CHOISIS DE MISE EN ERREUR VOLONTAIRE DES PARTICIPANTS

EXEMPLE 1 : TUNGSTENE AUTO-ADAPTATIF ?

Contexte : risque radiologique avec une seringue de 800 MBq de Tc 99 m

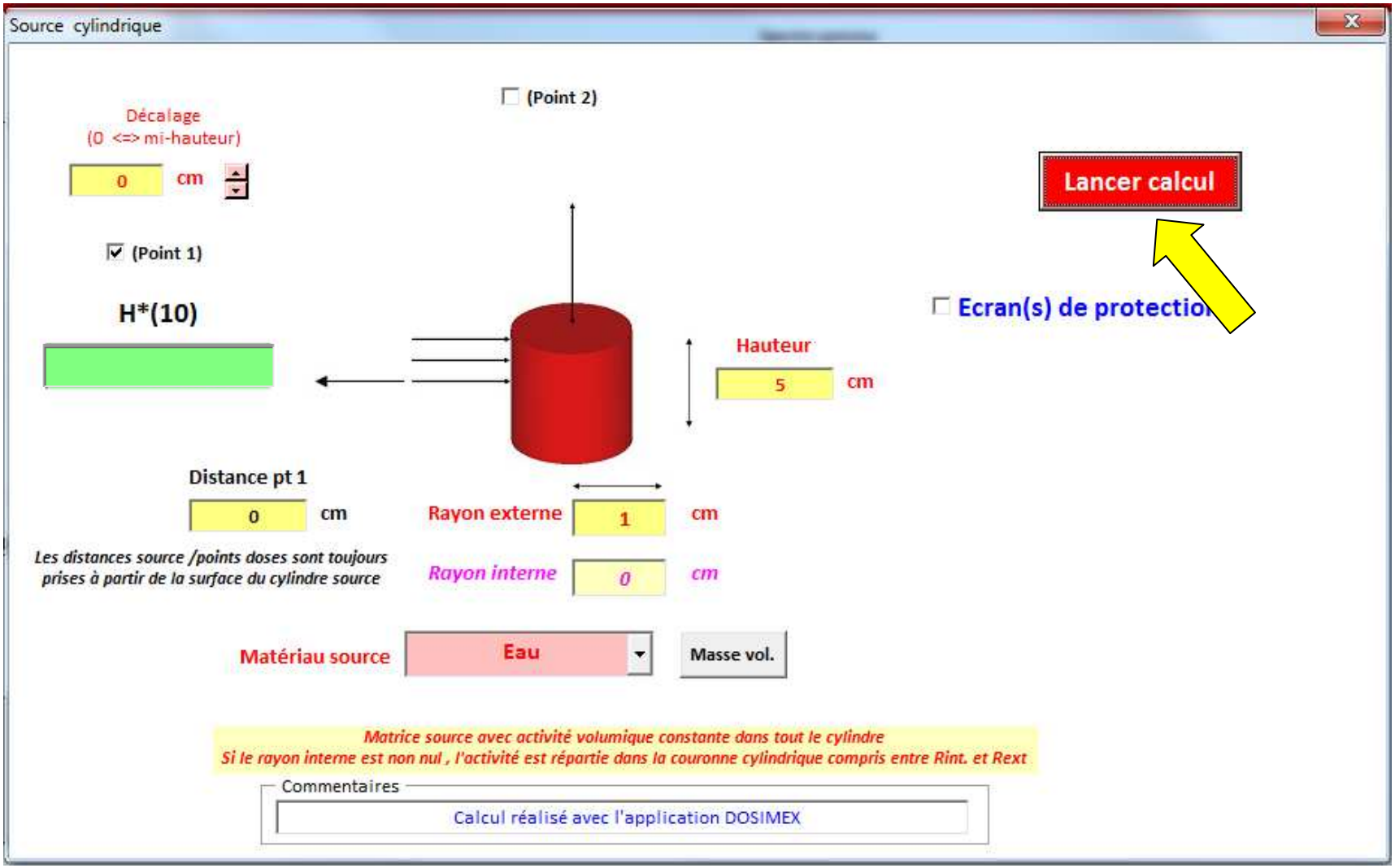
CALCULS AU CONTACT

1) Sans protège seringue



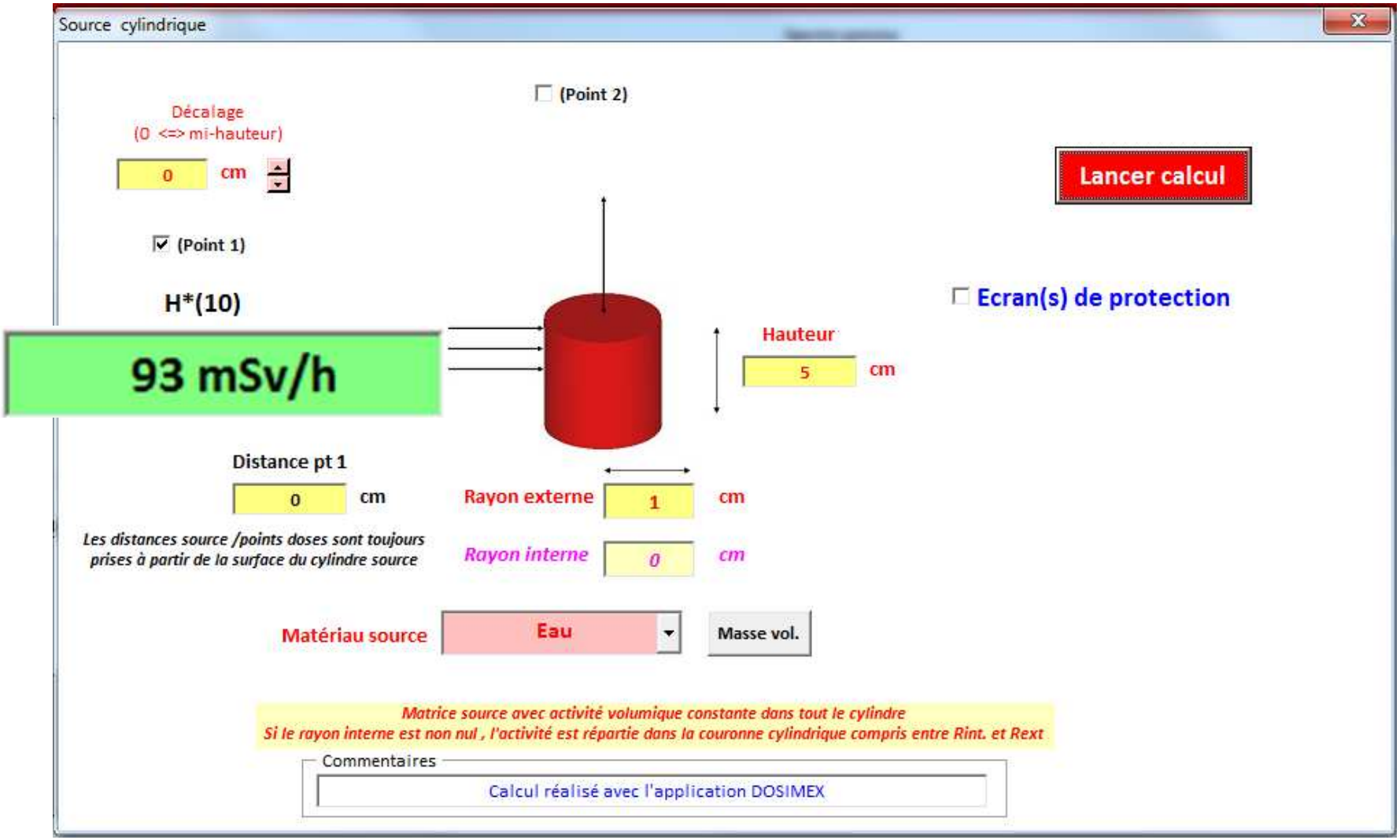
CALCULS AU CONTACT

1) Sans protège seringue



CALCULS AU CONTACT

1) Sans protège seringue



CALCULS AU CONTACT

2) Avec protection

Protège-seringue de 1 mm en tungstène (W)

CALCULS AU CONTACT

2) Avec protection

Source cylindrique

(Point 2)

Décalage
(0 <=> mi-hauteur)

0 cm

Lancer calcul

(Point 1)

H*(10)

Hauteur

5 cm

Ecran(s) de protection

Caractéristiques écran

Nature: Tungstène — Masse vol.

Epaisseur: Carbone, Sodium, Silicium, Tungstène, Etain, Cuivre, Bore, Calcium

Distance pt 1

0 cm

Rayon externe 1 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

Rayon interne 0 cm

Matériau source: Eau — Masse vol.

Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires

Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

CALCULS AU CONTACT

2) Avec protection

Source cylindrique

(Point 2)

Décalage
(0 <=> mi-hauteur)

0 cm

Lancer calcul

(Point 1)

H*(10)

Hauteur

5 cm

Ecran(s) de protection

Caractéristiques écran

Nature Tungstène Masse vol.

Epaisseur 0,1 cm

Ecran cylindrique (vs pt 1)

Distance pt 1

0,1 cm

Rayon externe 1 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

Rayon interne 0 cm

Matériau source Eau Masse vol.

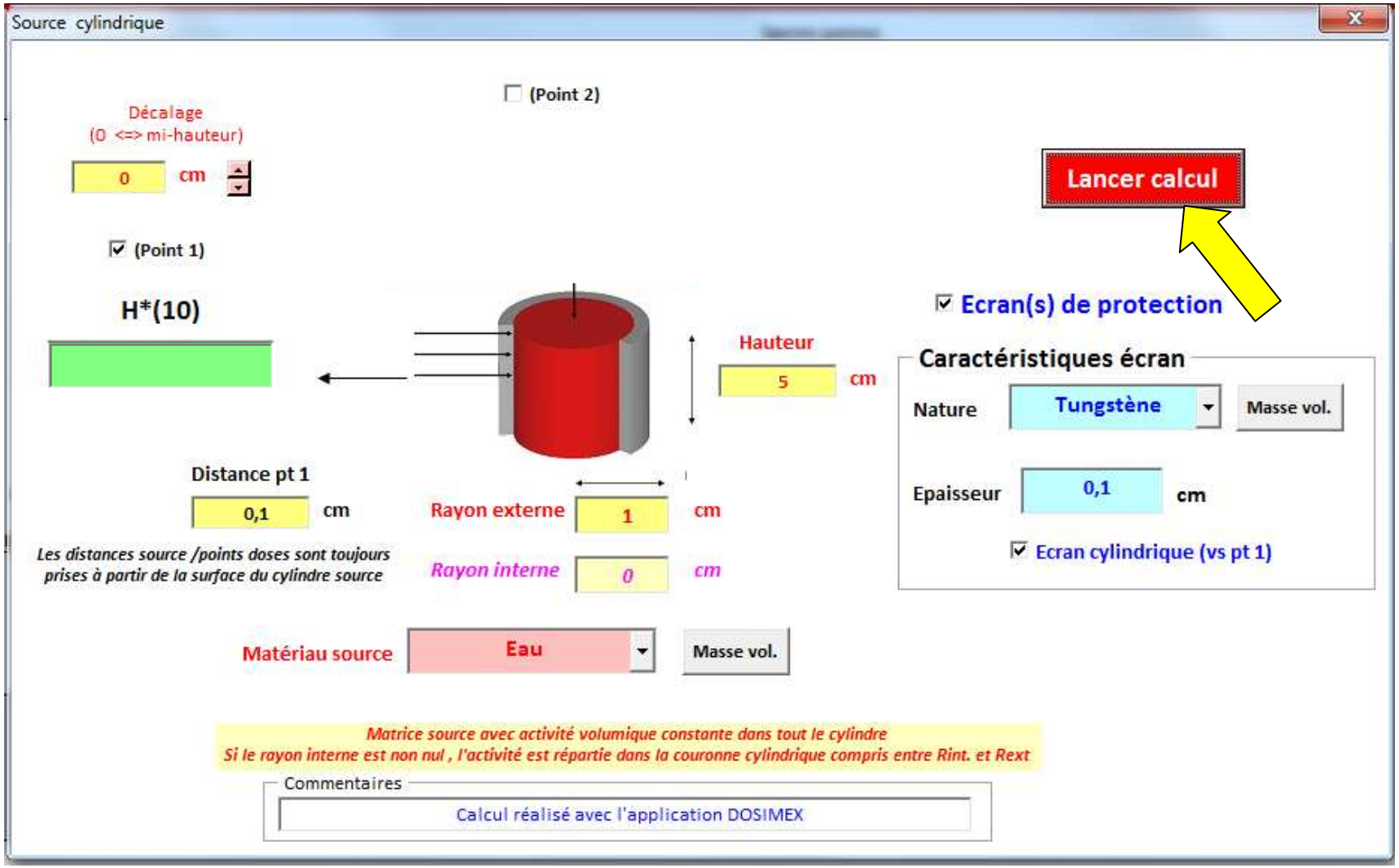
Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires

Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

CALCULS AU CONTACT

2) Avec protection



CALCULS AU CONTACT

2) Avec protection

Source cylindrique

(Point 2)

Décalage
(0 <=> mi-hauteur)

0 cm

Lancer calcul

(Point 1)

H*(10)

0,6 mSv/h

Hauteur

5 cm

Ecran(s) de protection

Caractéristiques écran

Nature Tungstène Masse vol.

Epaisseur 0,1 cm

Ecran cylindrique (vs pt 1)

Distance pt 1

0,1 cm

Rayon externe 1 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

Rayon interne 0 cm

Matériau source Eau Masse vol.

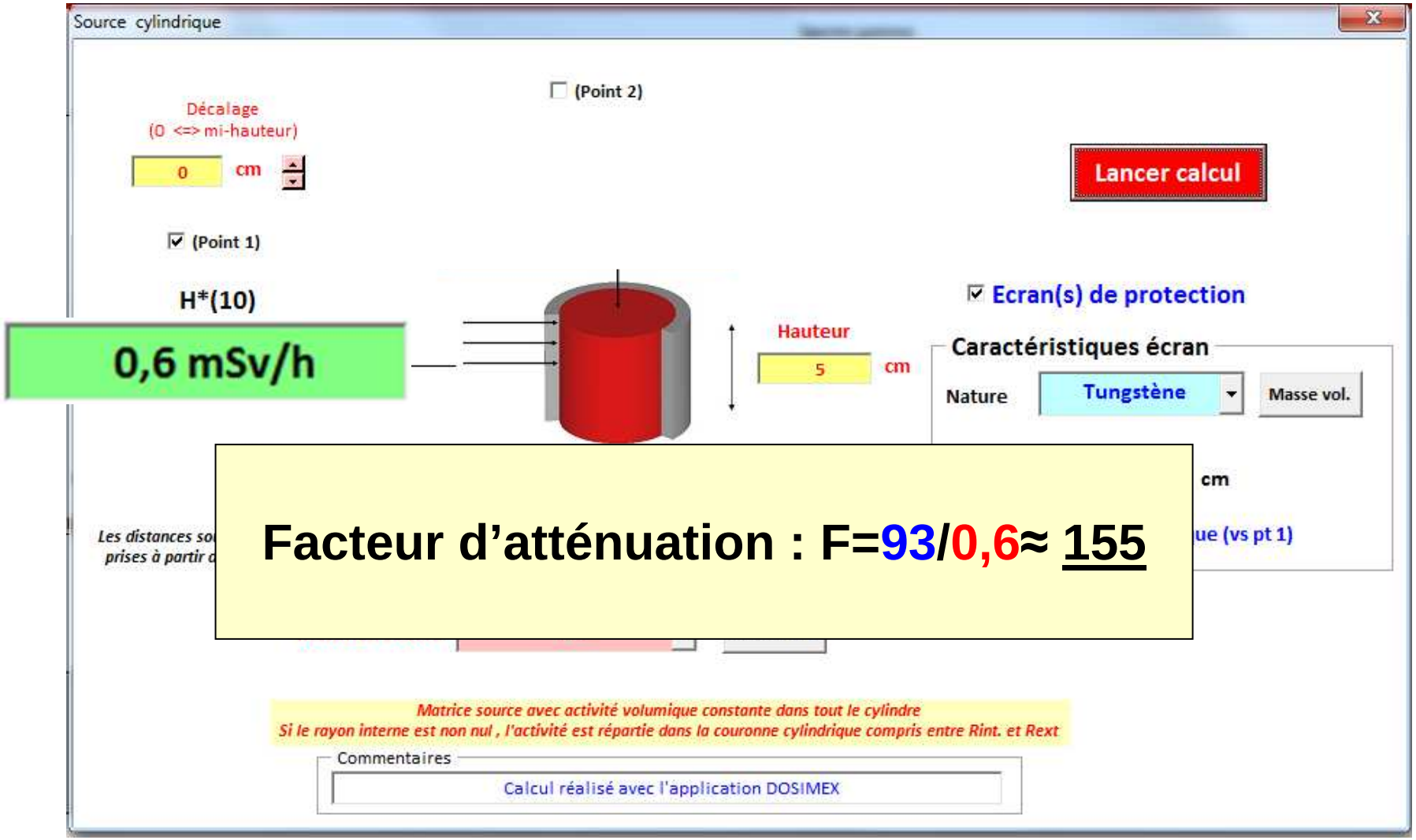
Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires

Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

CALCULS AU CONTACT

2) Avec protection

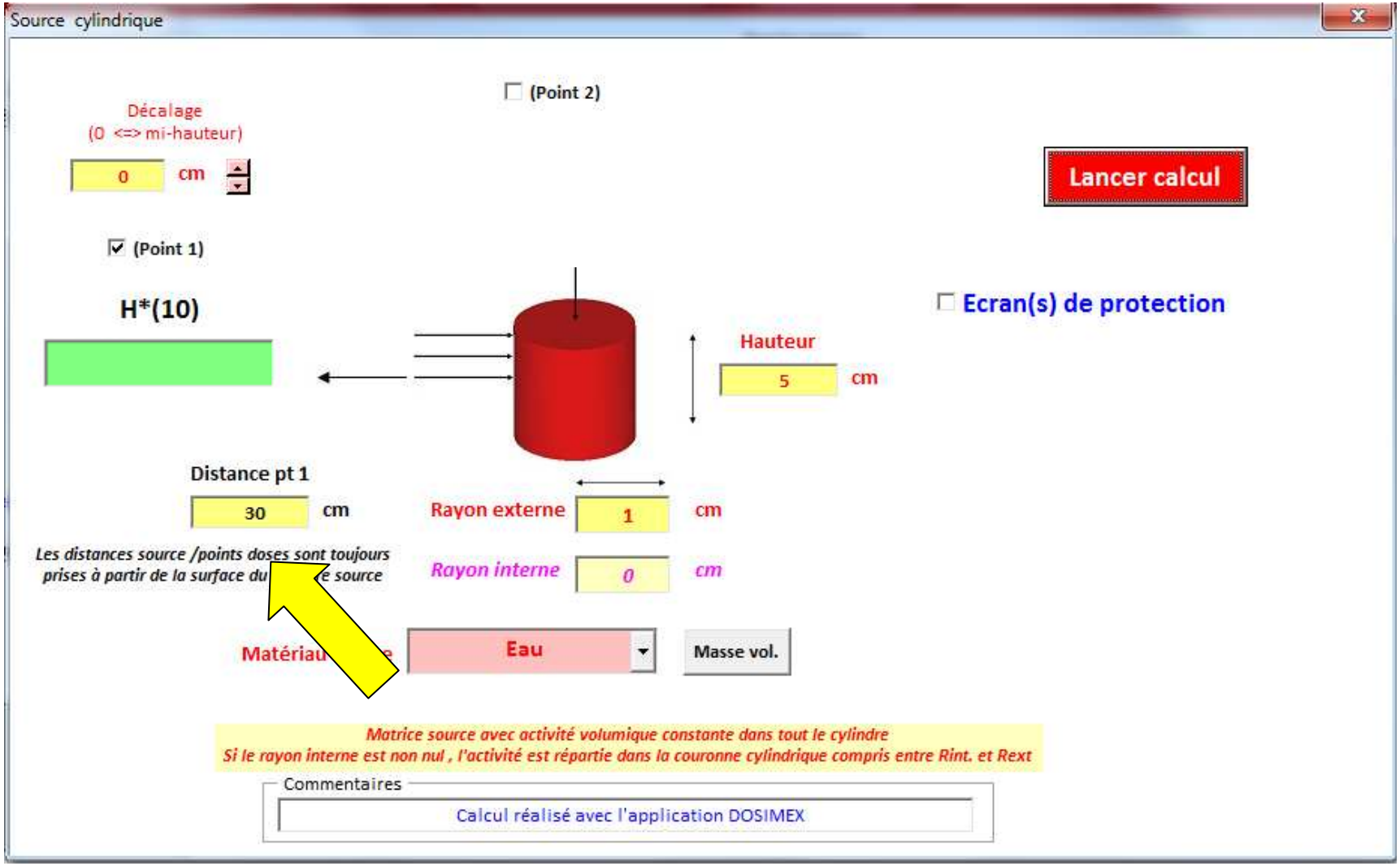


Facteur d'atténuation : F=93/0,6≈ 155

PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

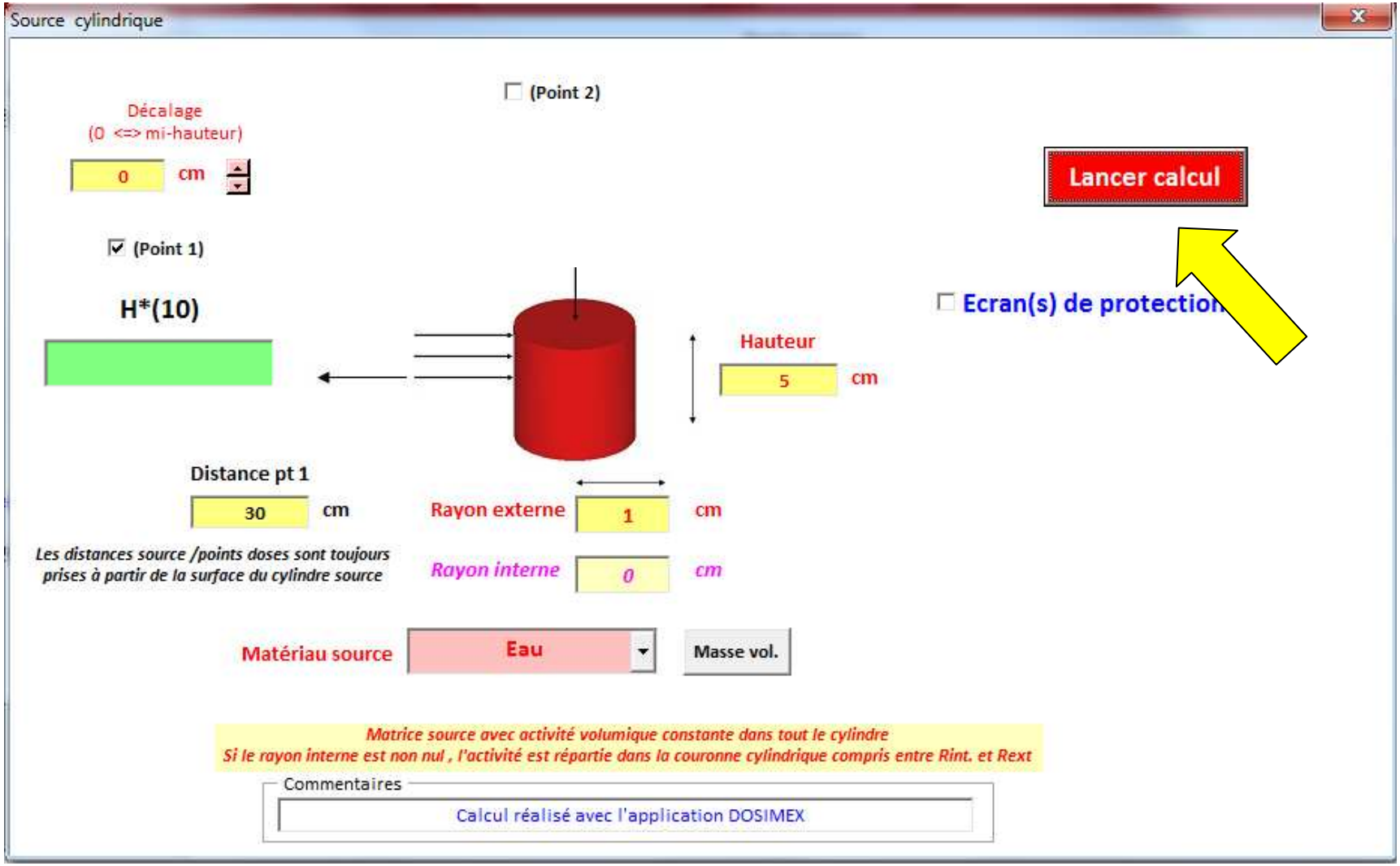
PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

1) Calcul initial sans protège seringue



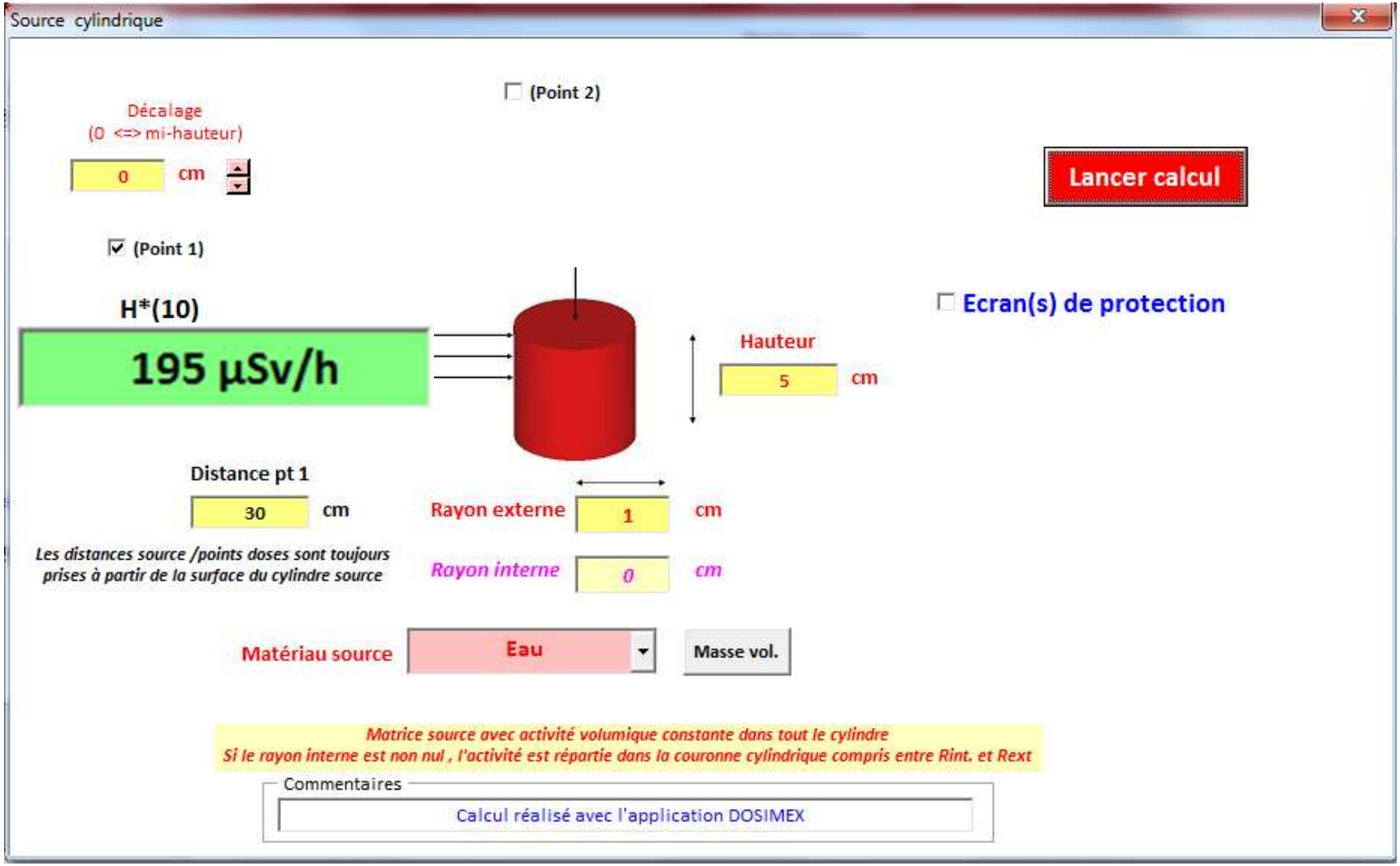
PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

1) Calcul initial sans protège seringue



PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

1) Calcul initial sans protège seringue



PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue

PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195

PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

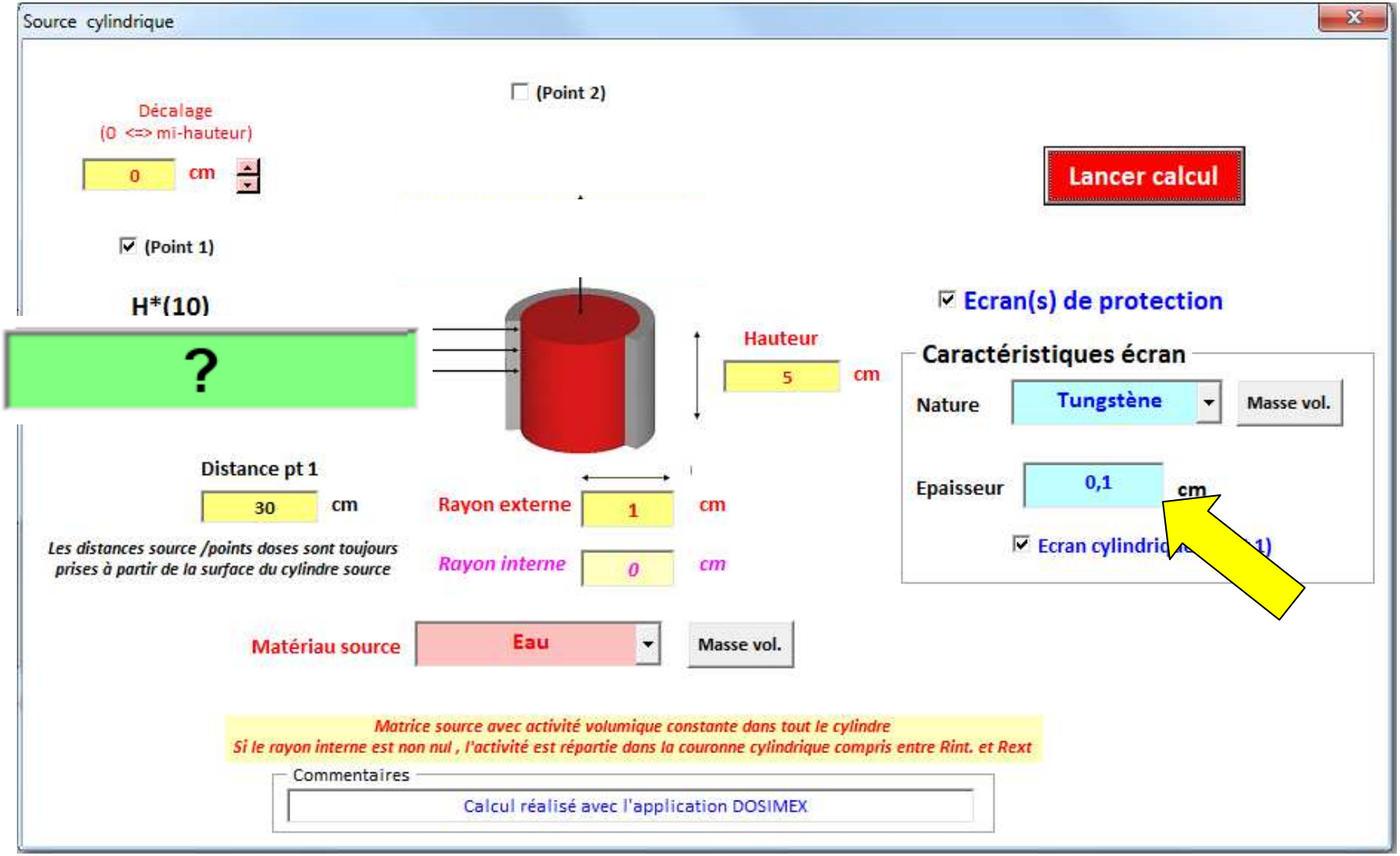
2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155

PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155 ≈ 1,2 µSv/h ?

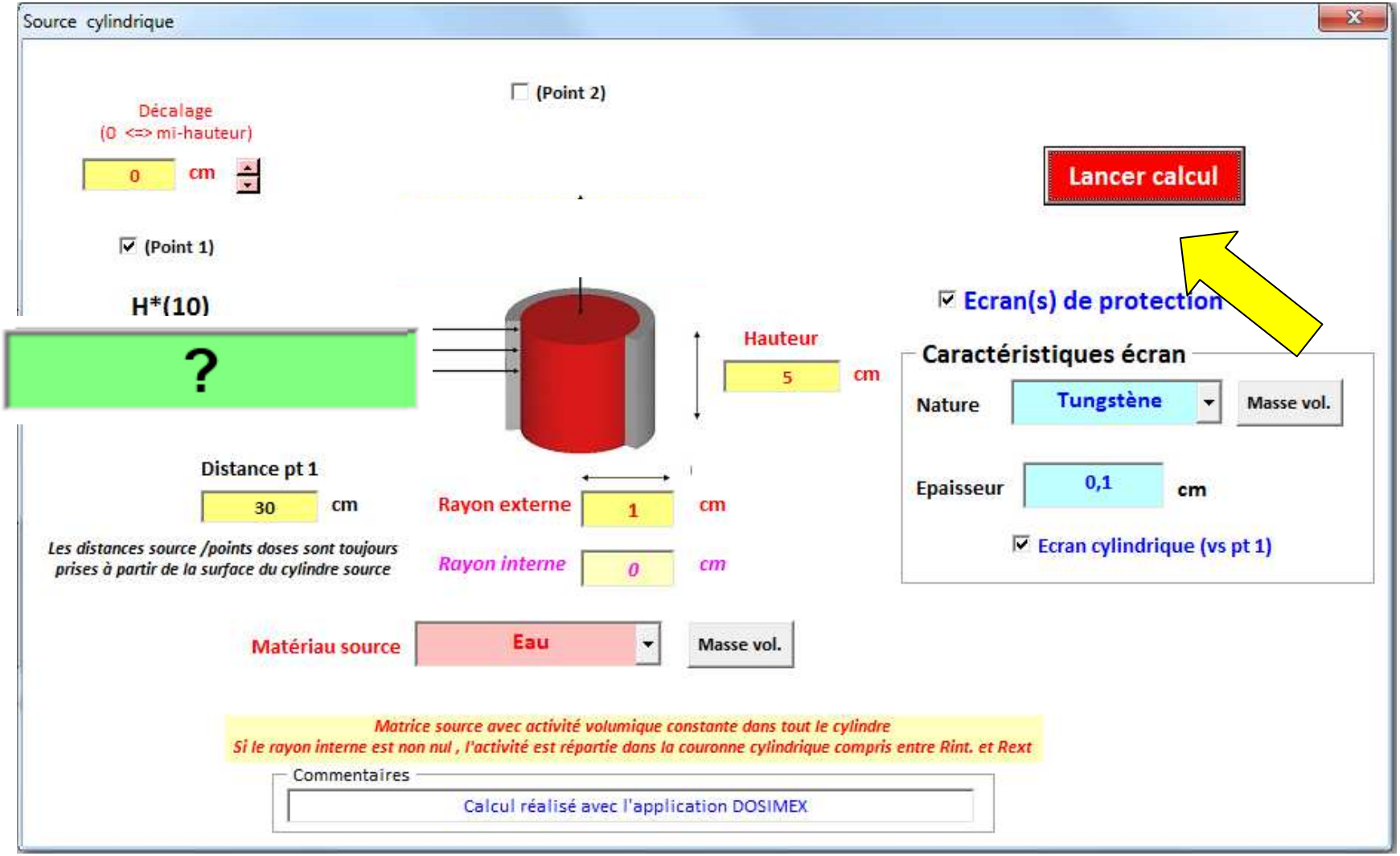
PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155 ≈ 1,2 µSv/h ?



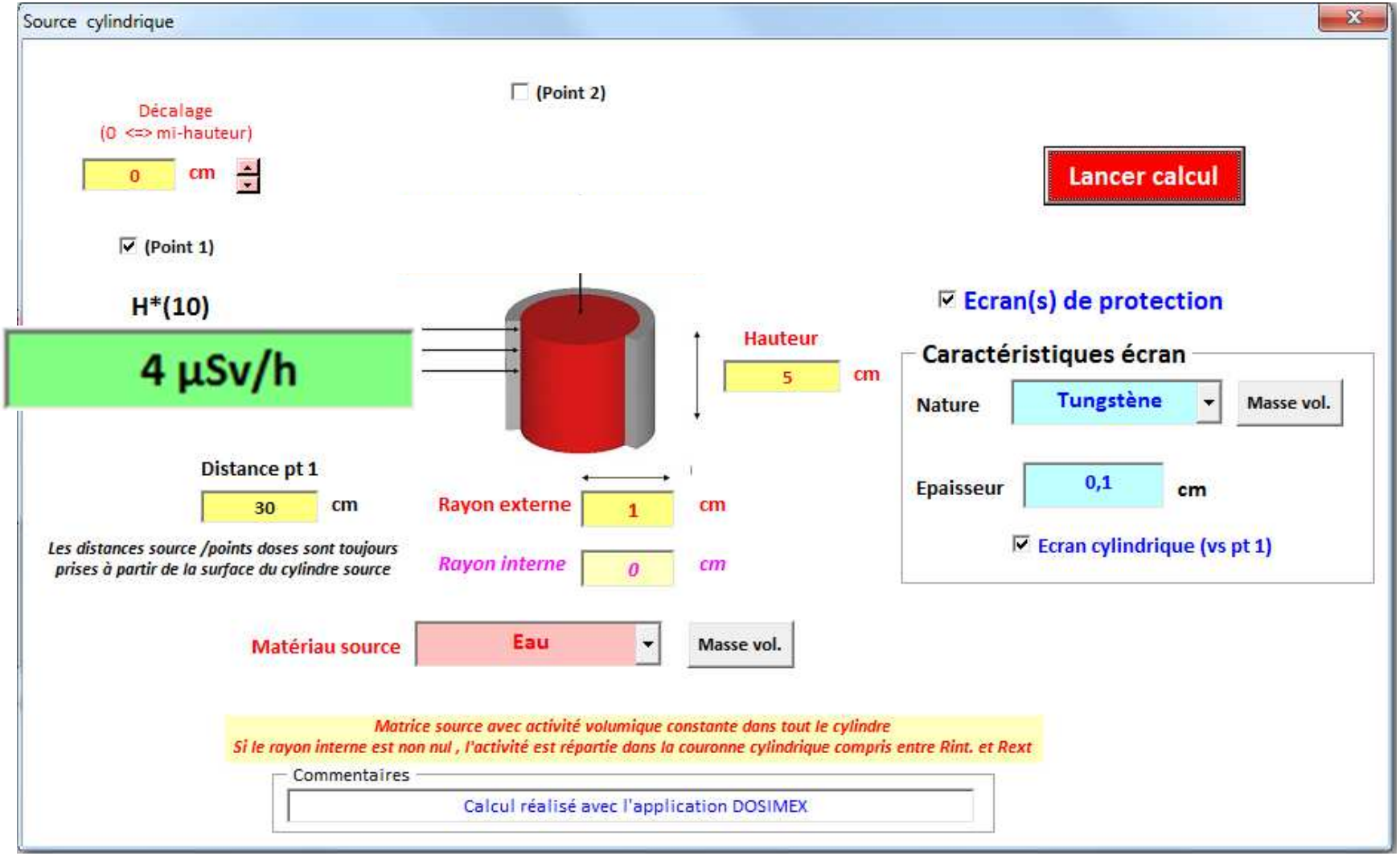
PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155 ≈ 1,2 µSv/h ?



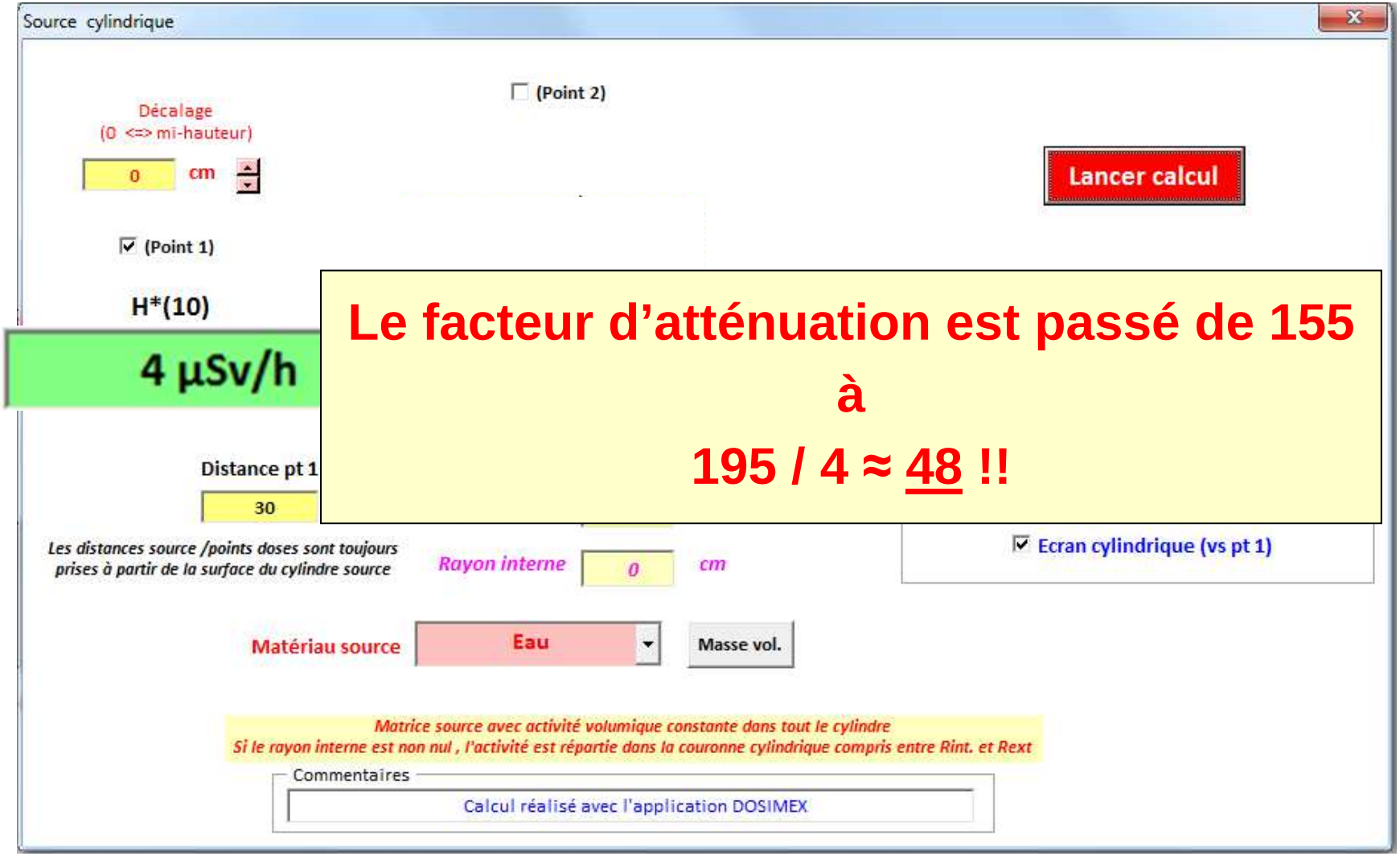
PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155 ≈ 1,2 µSv/h ?



PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155 ≈ 1,2 µSv/h ?



Le facteur d'atténuation est passé de 155 à 195 / 4 ≈ 48 !!

PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155 ≈ 1,2 µSv/h ?

Le facteur d'atténuation est passé de 155 à 195 / 4 ≈ 48 !!

PREVISION A 30 CM AVEC LE MEME PROTEGE SERINGUE

2) Valeur attendue avec le protège -seringue : DED = 195 / 155 ≈ 1,2 µSv/h ?

Le facteur d'atténuation est passé de 155

à

195 / 4 ≈ 48 !!

EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Contexte : étude gammagraphes avec divers radionucléides

EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

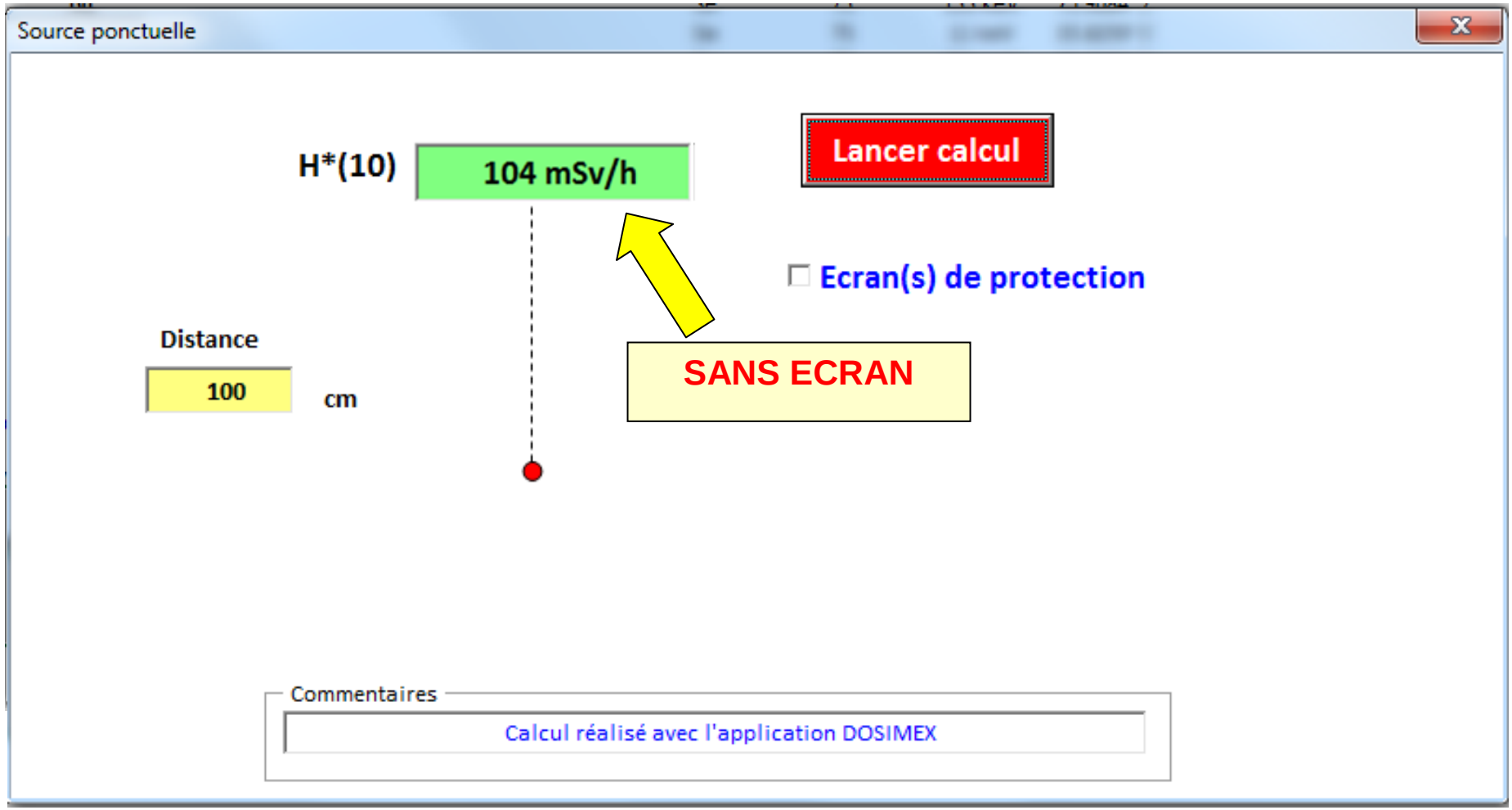
Contexte : étude gammagraphes avec divers radionucléides

Recherche couche de demi-atténuation (CDA) avec le Sélénium 75 (1,5 TBq)

EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Contexte : étude gammagraphes avec divers radionucléides

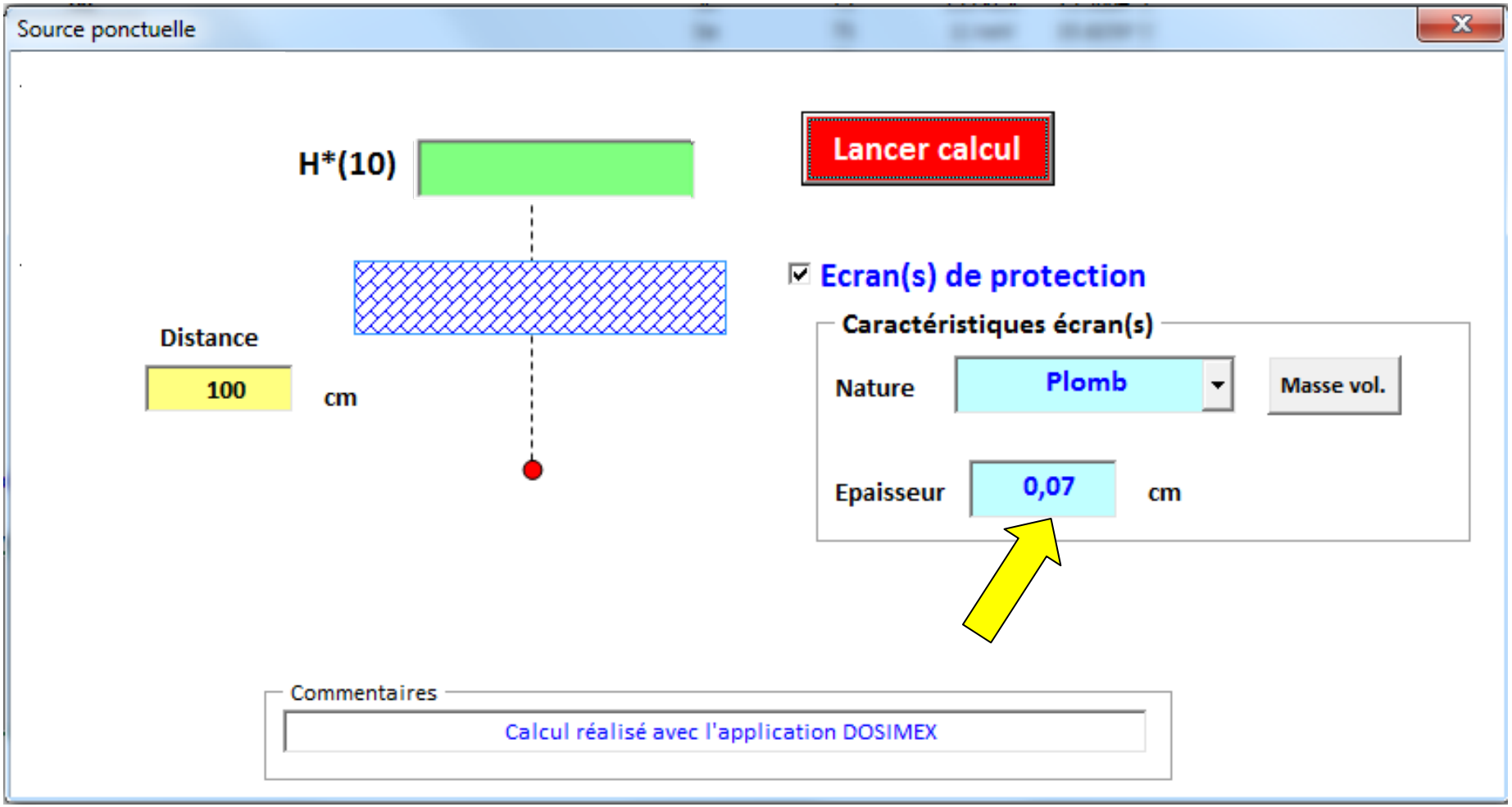
Recherche couche de demi-atténuation (CDA) avec le Sélénium 75 (1,5 TBq)



EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Contexte : étude gammagraphes avec divers radionucléides

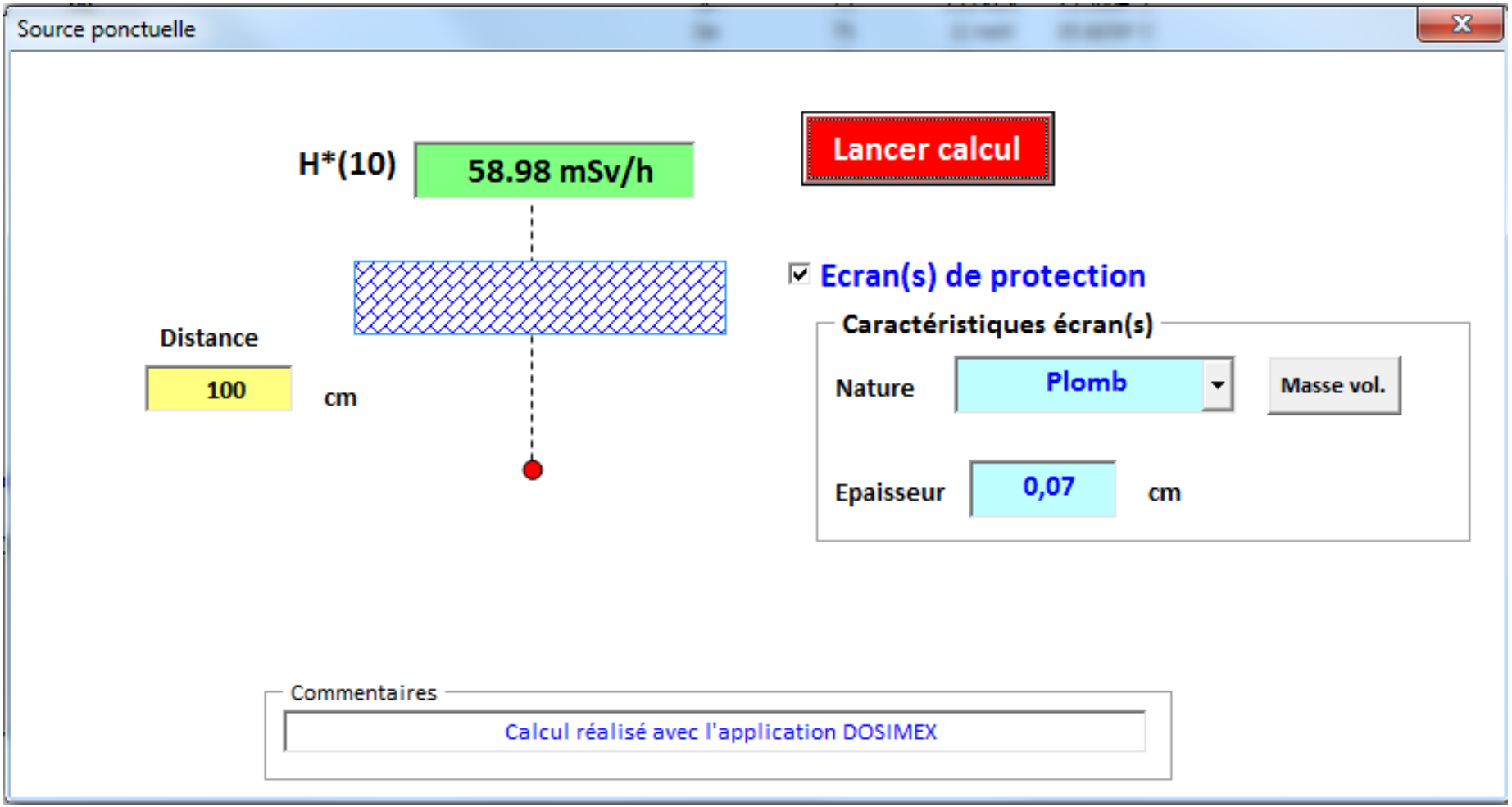
Recherche couche de demi-atténuation (CDA) avec le Sélénium 75 (1,5 TBq)



EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Contexte : étude gammagraphes avec divers radionucléides

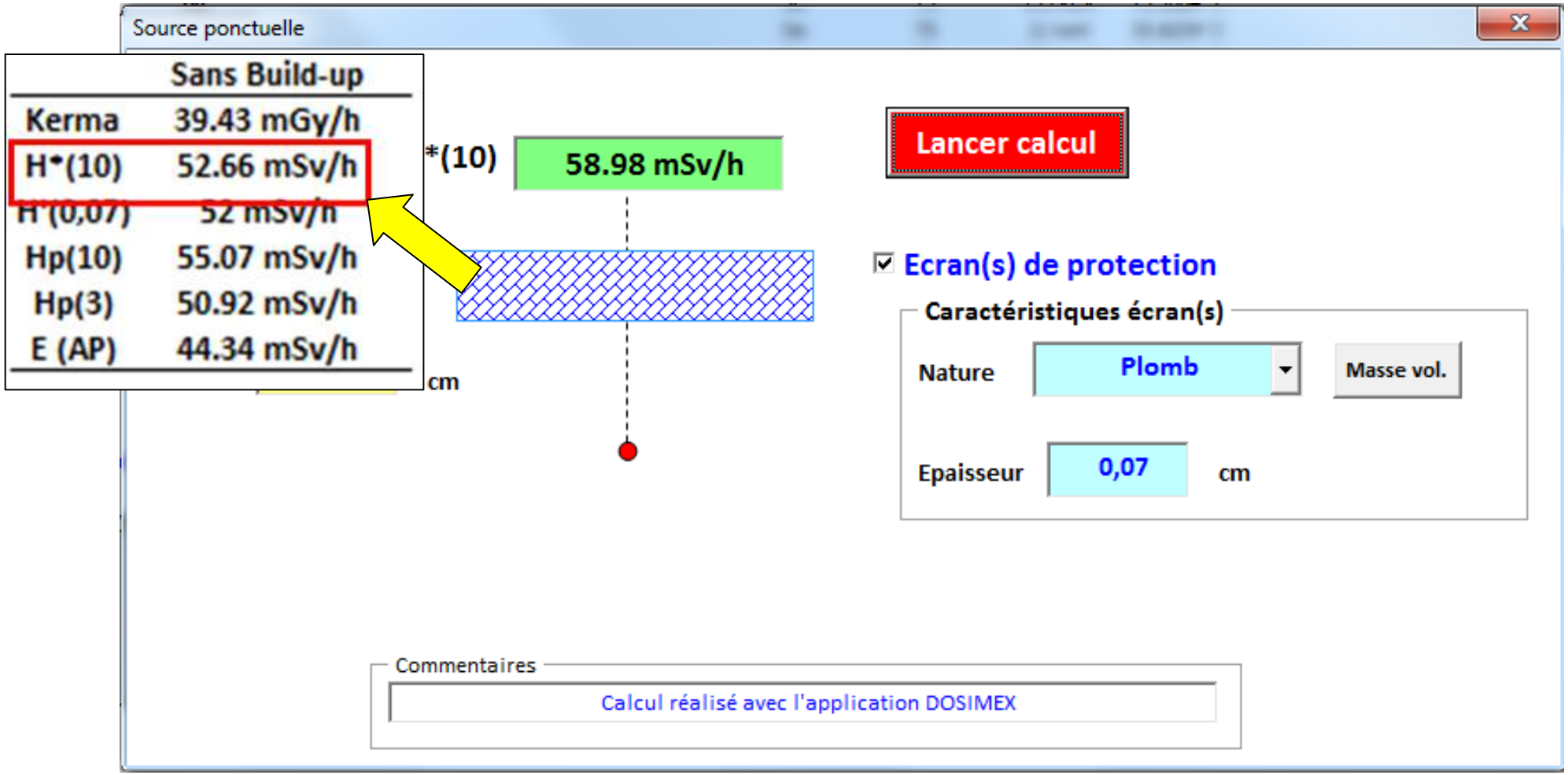
Recherche couche de demi-atténuation (CDA) avec le Sélénium 75 (1,5 TBq)



EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Contexte : étude gammagraphes avec divers radionucléides

Recherche couche de demi-atténuation (CDA) avec le Sélénium 75 (1,5 TBq)



EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Question : connaissant la CDA, calculer l'épaisseur de Plomb pour atténuer d'un facteur 100 (*hors BU*)

EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Question : connaissant la CDA, calculer l'épaisseur de Plomb pour atténuer d'un facteur 100 (*hors BU*)

n **CDA** $\Rightarrow$ **atténuation** 2^n

EXEMPLE 2 : OU LA THEORIE NE MARCHE PARFOIS QU'EN THEORIE

Question : connaissant la CDA, calculer l'épaisseur de Plomb pour atténuer d'un facteur 100 (*hors BU*)

n **CDA** $\Rightarrow$ **atténuation** 2^n

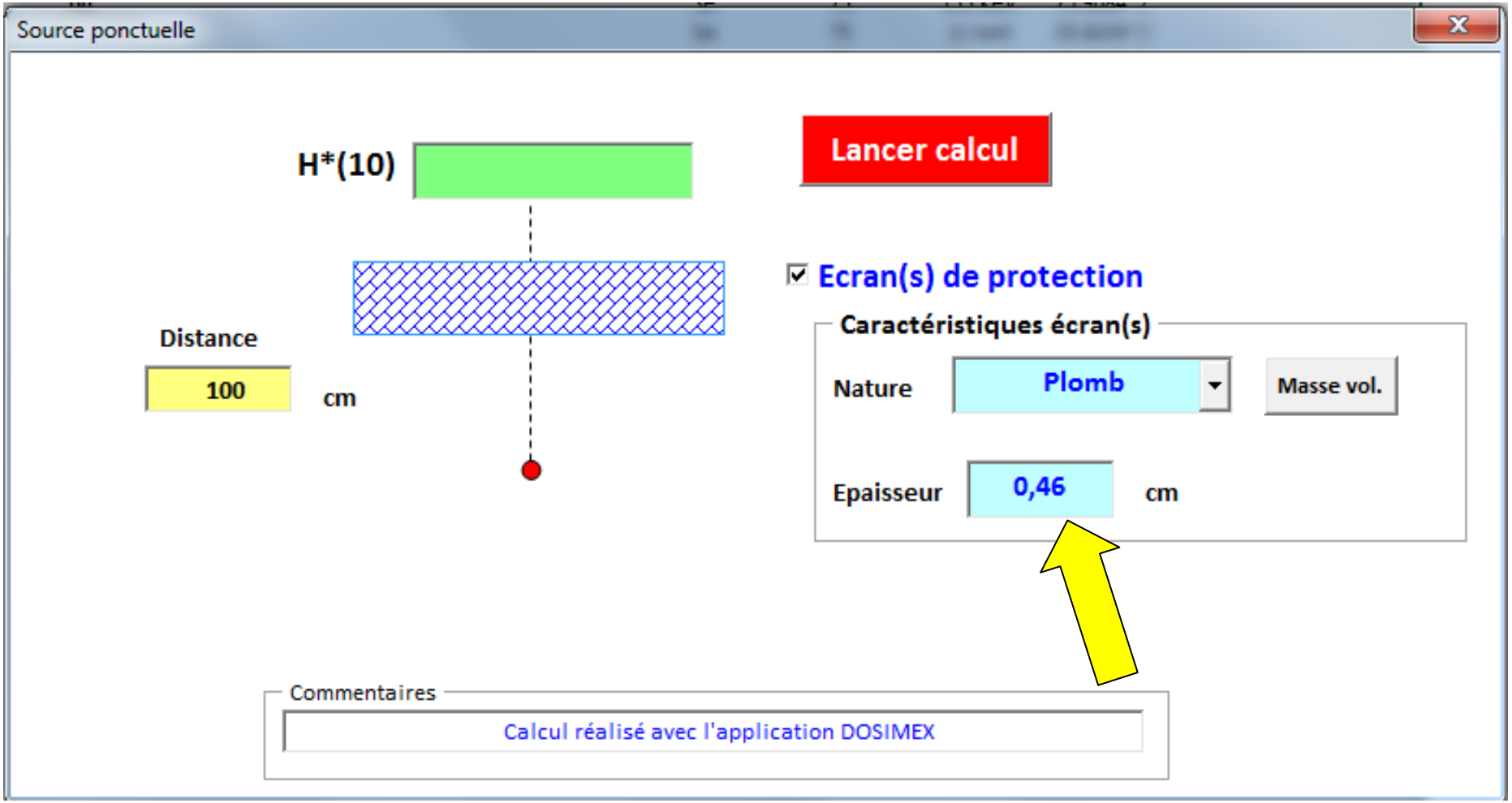
Résolution :

$$2^n = 100 \Rightarrow n = ln(100)/ln(2) \approx 6{,}64\ CDA$$

Soit ici : $6{,}64 \times 0{,}07 \approx 0{,}46\ cm\ de\ Plomb$

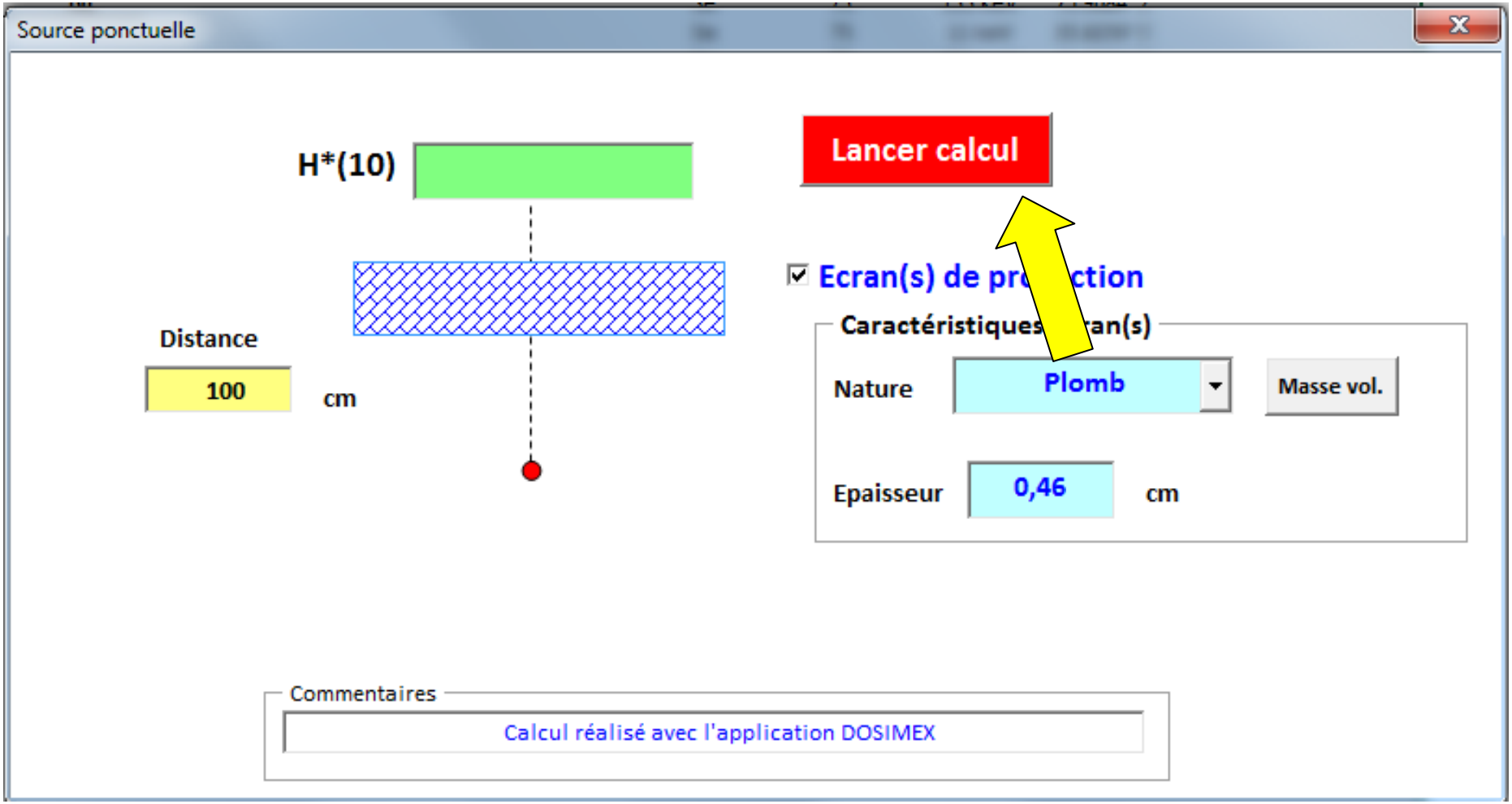
VERIFICATION

Valeur attendue : 1 mSv.h^{-1} *(hors BU)*



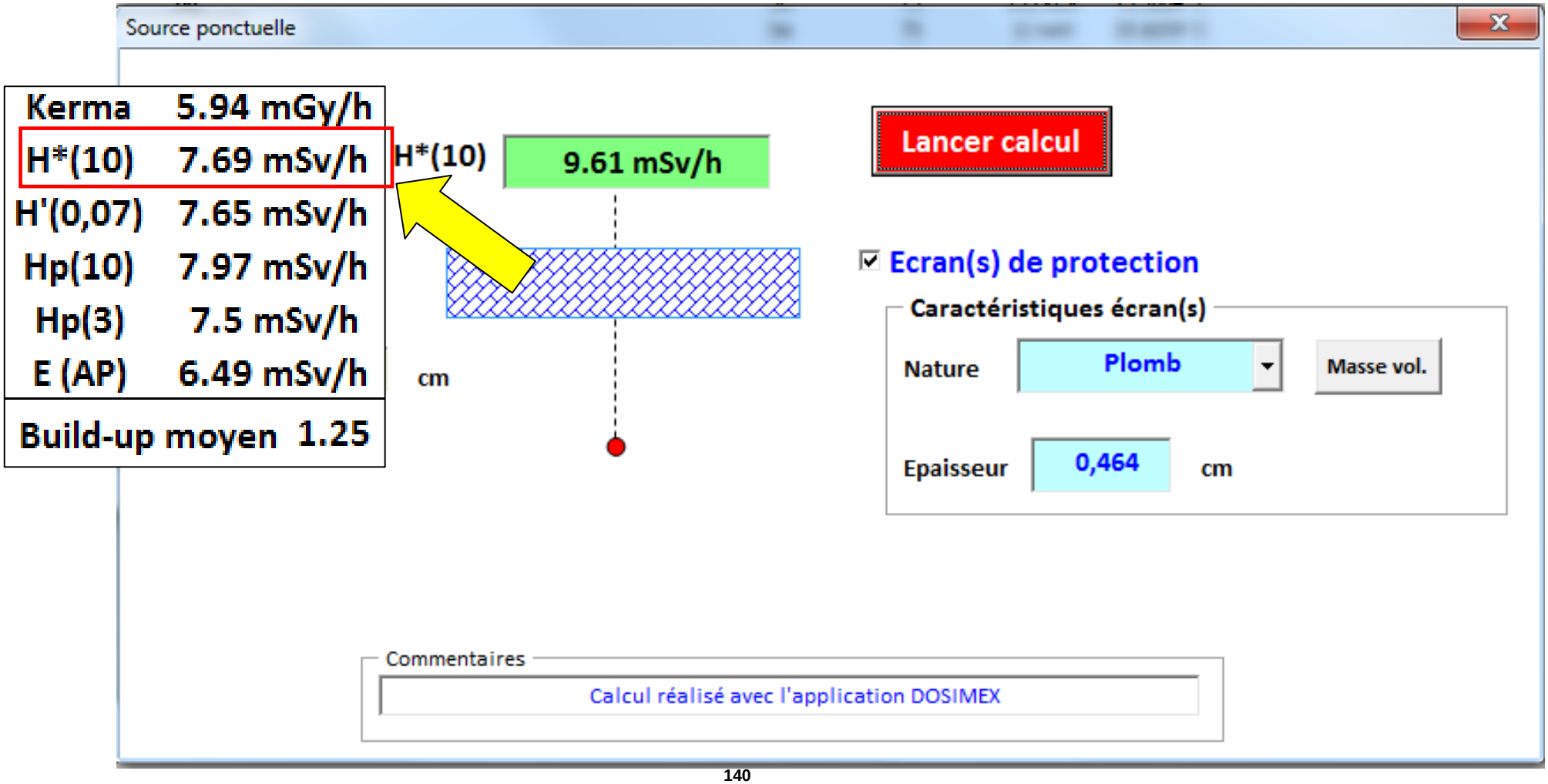
VERIFICATION

Valeur attendue : 1 mSv.h^{-1} *(hors BU)*



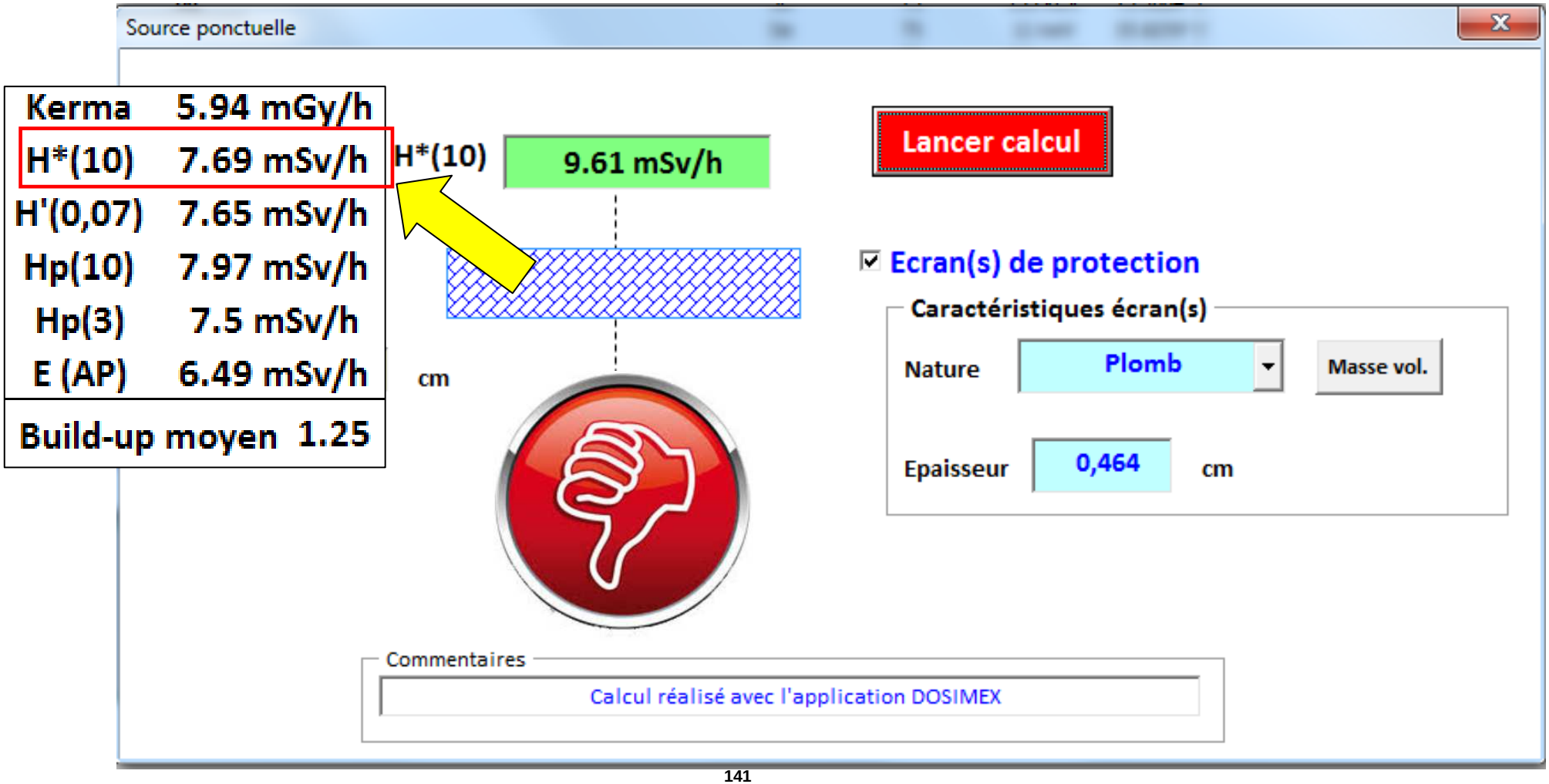
VERIFICATION

Valeur attendue : 1 mSv.h^{-1} *(hors BU)*



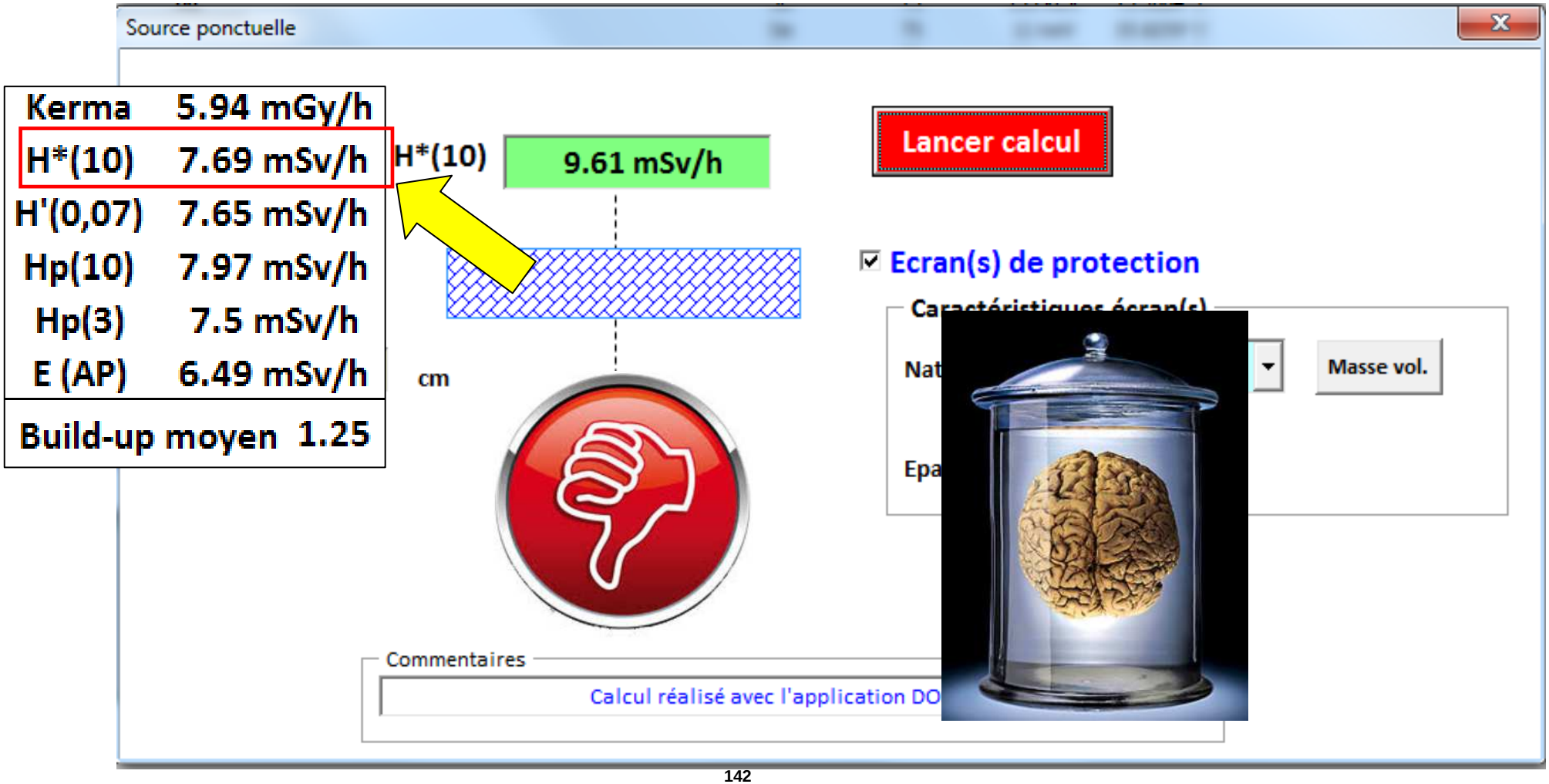
VERIFICATION

Valeur attendue : 1 mSv.h^{-1} *(hors BU)*



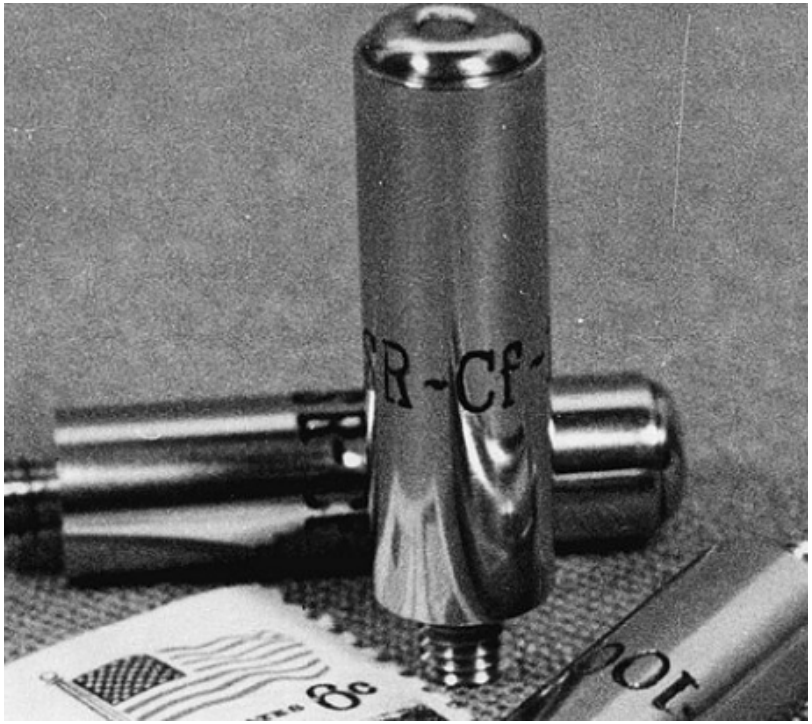
VERIFICATION

Valeur attendue : 1 mSv.h^{-1} *(hors BU)*



EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

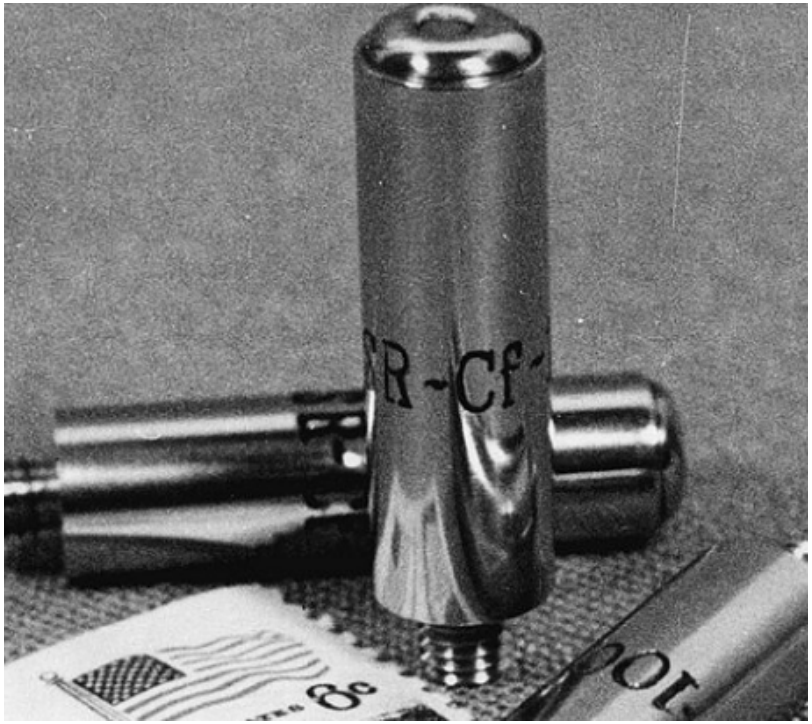
Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

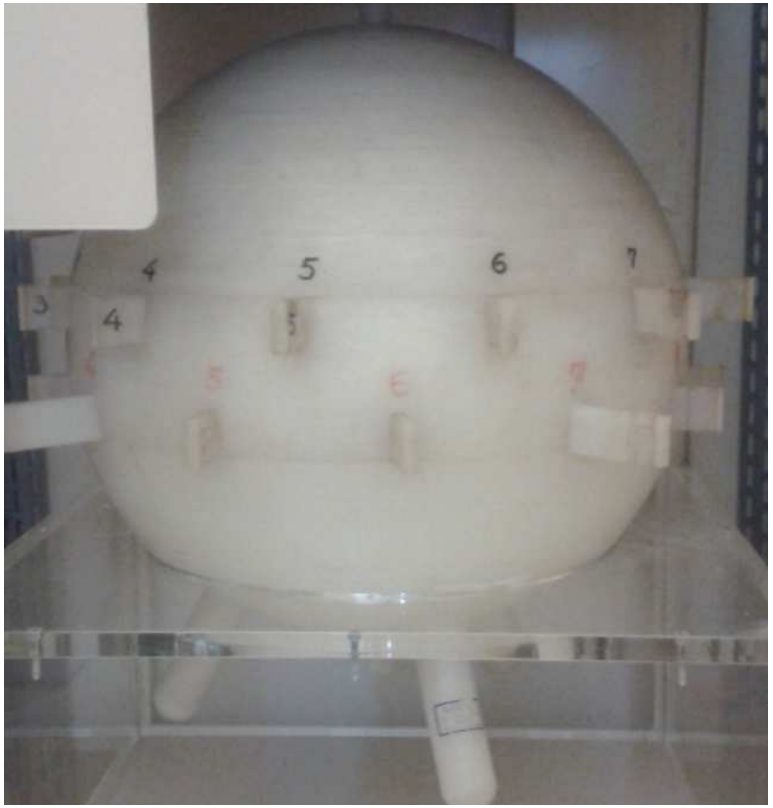


EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

Placée au centre d'une sphère en polyéthylène de 30 cm de rayon



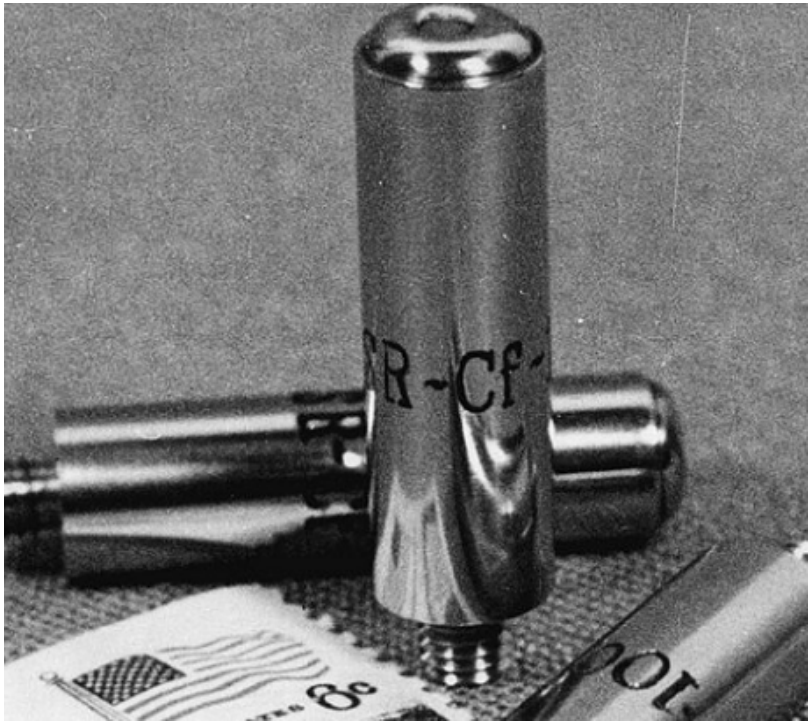


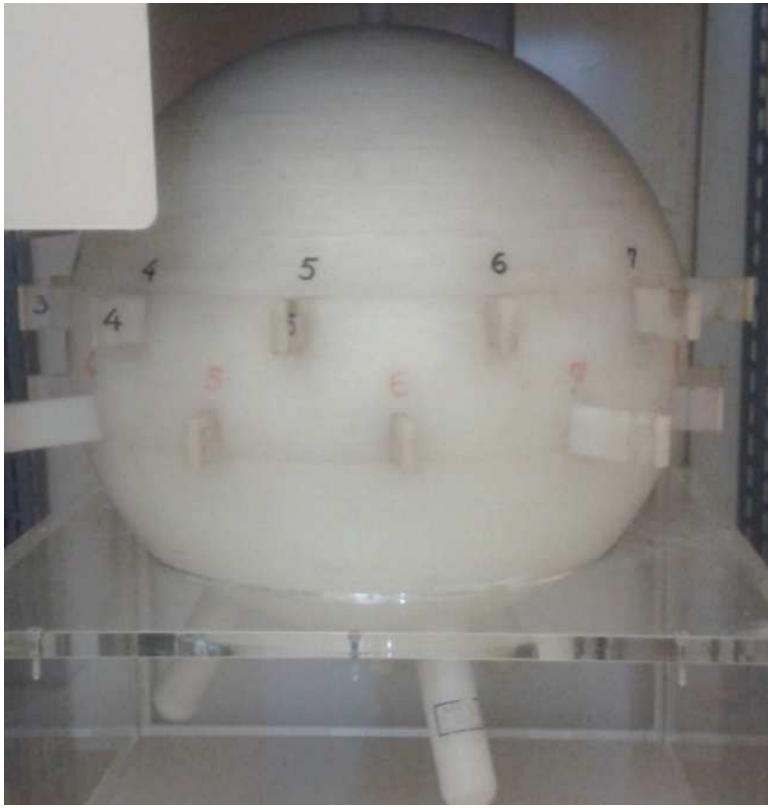
EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

Placée au centre d'une sphère en polyéthylène de 30 cm de rayon

UTILISATION DE DOSIMEX-N (*CODE MONTE-CARLO*)



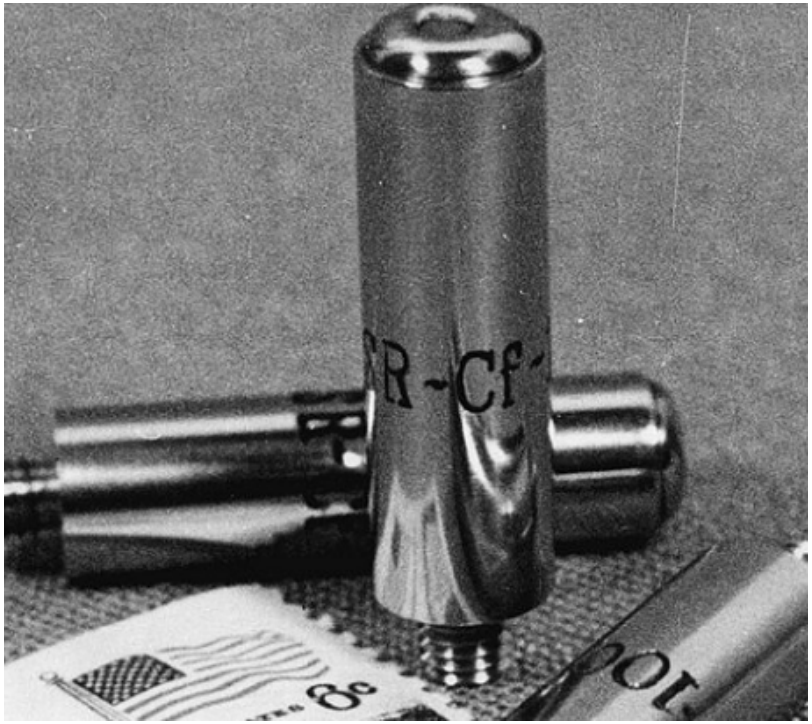


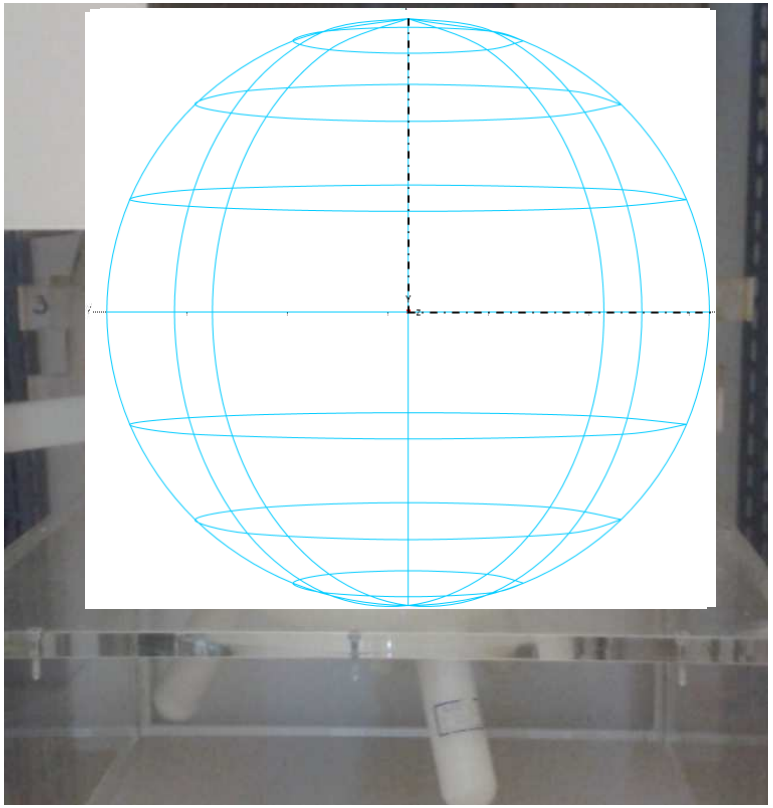
EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

Placée au centre d'une sphère en polyéthylène de 30 cm de rayon

UTILISATION DE DOSIMEX-N (*CODE MONTE-CARLO*)



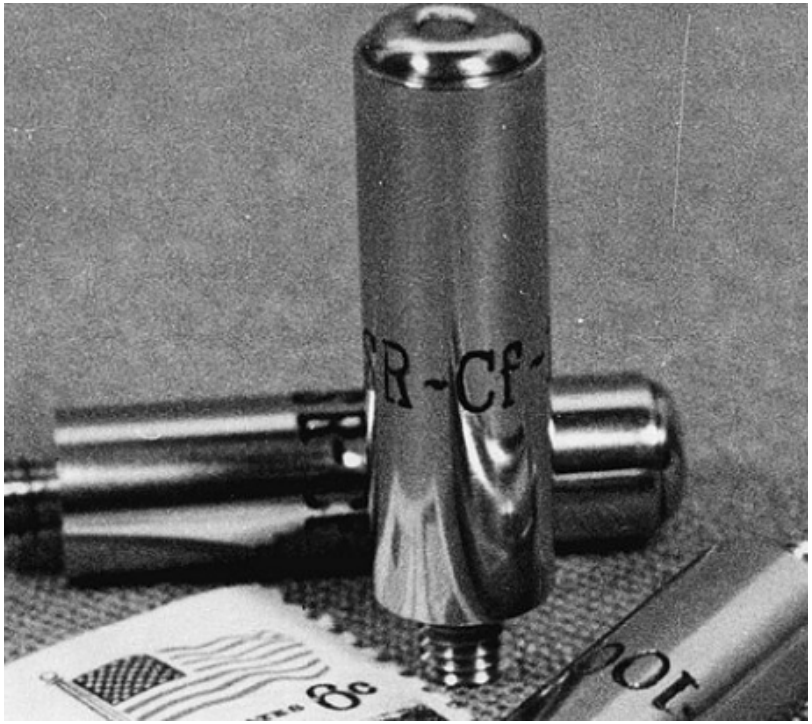


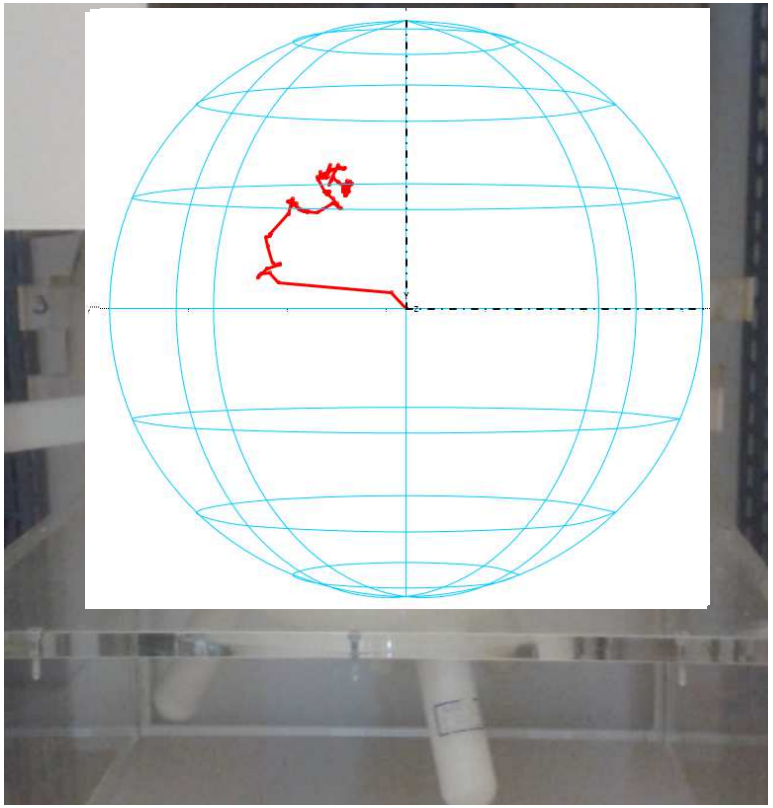
EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

Placée au centre d'une sphère en polyéthylène de 30 cm de rayon

UTILISATION DE DOSIMEX-N (*CODE MONTE-CARLO*)



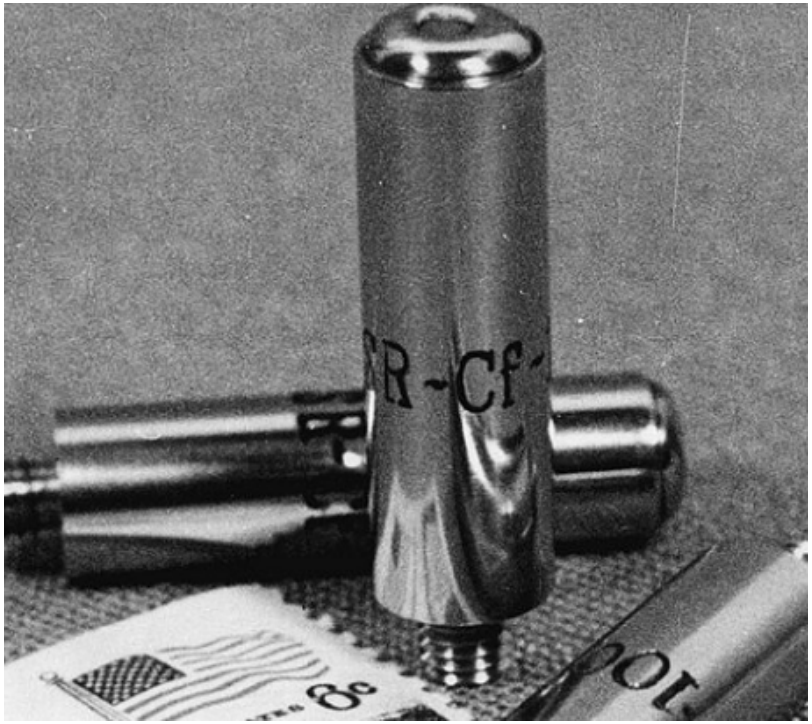


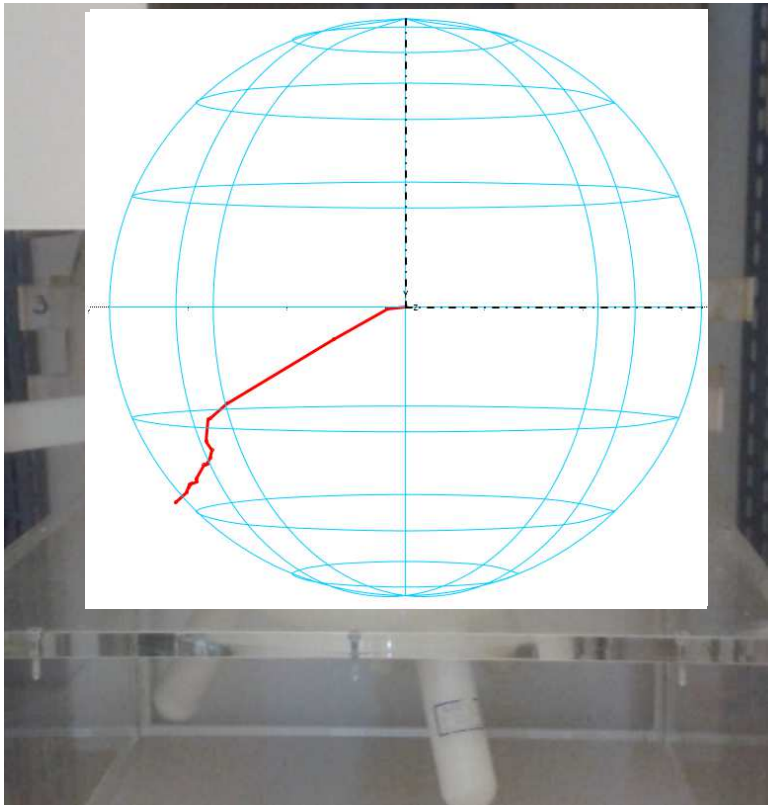
EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

Placée au centre d'une sphère en polyéthylène de 30 cm de rayon

UTILISATION DE DOSIMEX-N (*CODE MONTE-CARLO*)



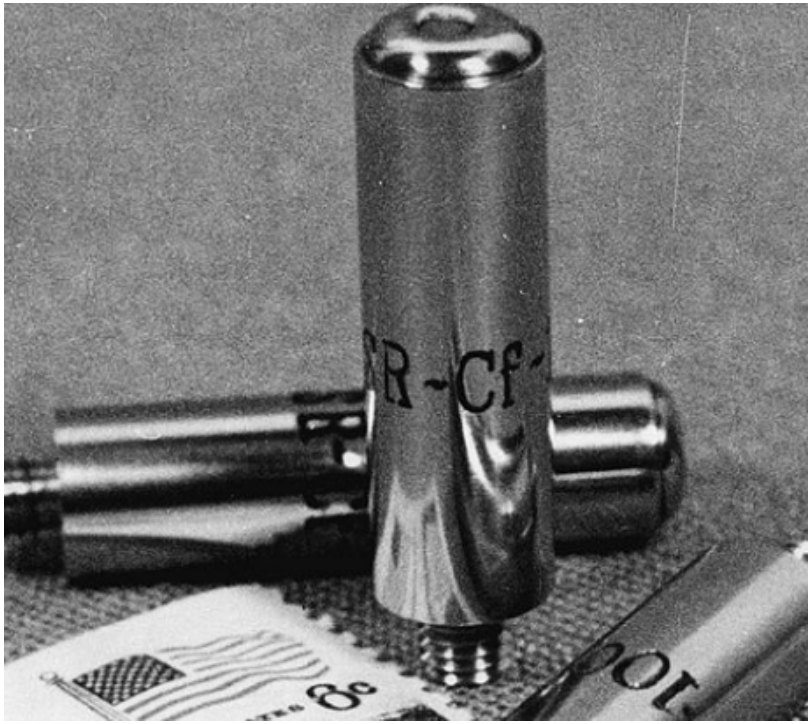


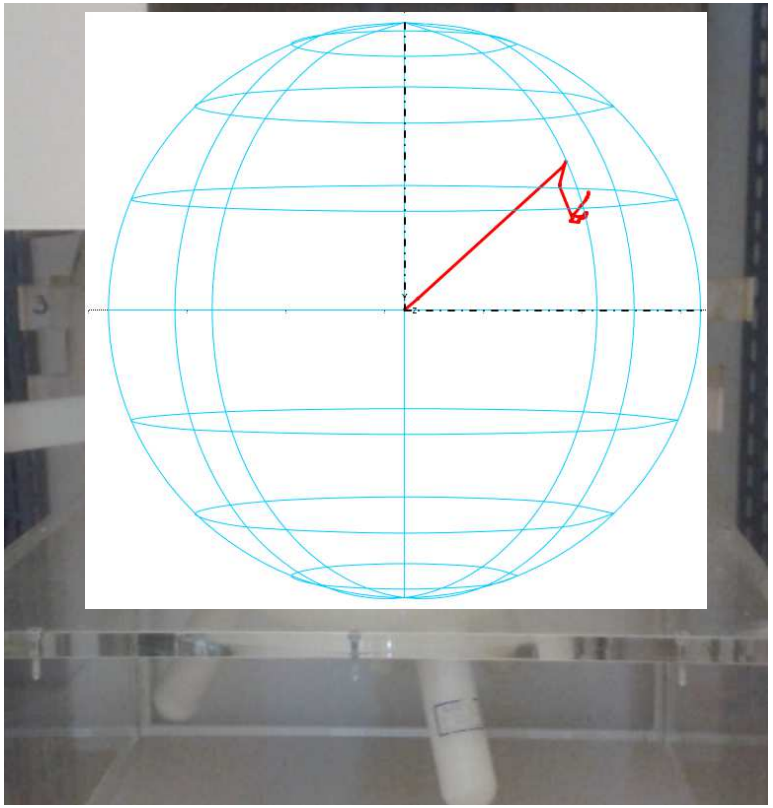
EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

Placée au centre d'une sphère en polyéthylène de 30 cm de rayon

UTILISATION DE DOSIMEX-N (*CODE MONTE-CARLO*)



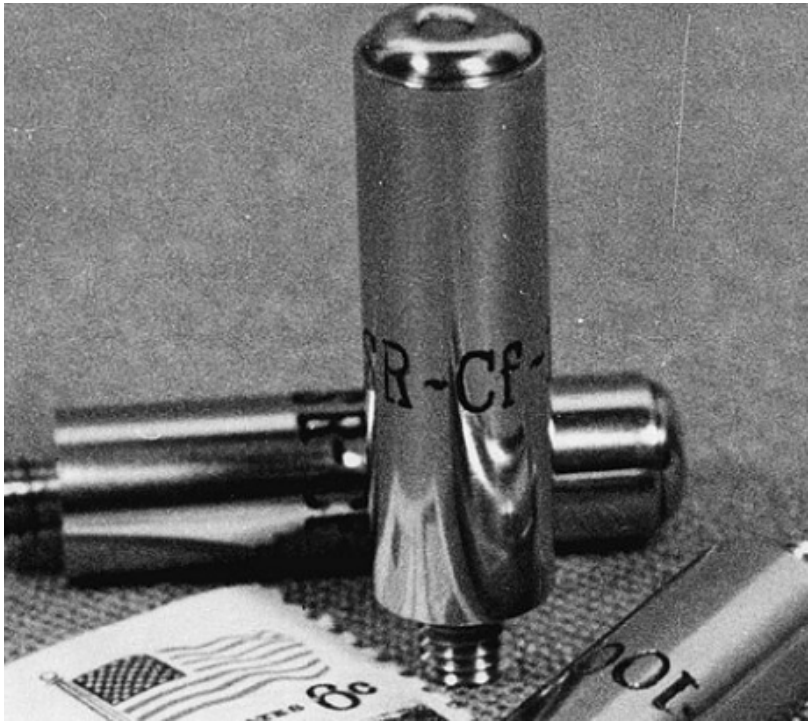


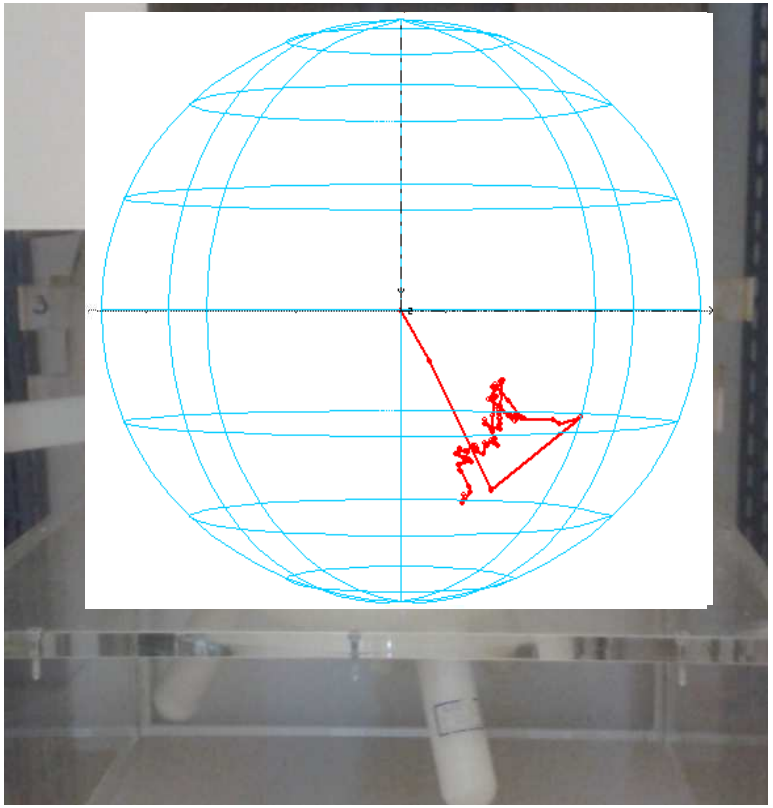
EXEMPLE 3 : CES PHOTONS QUI NOUS ONT TANT MANQUÉ

Contexte : étude radioprotection par le SPR d'une source de Cf 252 (500 MBq) acquise par l'INSTN

Placée au centre d'une sphère en polyéthylène de 30 cm de rayon

UTILISATION DE DOSIMEX-N (*CODE MONTE-CARLO*)





CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**		
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**		
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**		

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**		
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**		

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**		
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**		

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**		

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	***1,17***
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**		

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	***1,17***
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**	**1,2E-03 µSv/h**	

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	***1,17***
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**	**1,2E-03 µSv/h**	***10000***

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	***1,17***
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**	**1,2E-03 µSv/h**	***10000***

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	***1,17***
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**	**1,2E-03 µSv/h**	***10000***

CALCULS MCNP REALISE PAR LE SPR/CEA/ SACLAY

Référence : DSM/SAC/UPSE/SPR/SRL/2014-1145

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 1.0**	***Rapport***
Neutron	**10,5 µSv/h**	**10,3 µSv/h**	***1,02***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	***1,17***
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**	**1,2E-03 µSv/h**	***10000***

L'ORIGINE DE L'ERREUR

Utilisation pour l'émission gamma de la table Laraweb :

$^{252}_{98}Cf_{154}$

Gamma Emissions

	Energy keV	Photons per 100 disint.
$\gamma_{1,0}$(Cm)	43,399 (25)	0,0152 (4)
$\gamma_{2,1}$(Cm)	100,2 (4)	0,0119 (20)
$\gamma_{3,2}$(Cm)	154,5 (6)	0,00051

L'ORIGINE DE L'ERREUR

Utilisation pour l'émission gamma de la table Laraweb :

Mais, pour qui prend le temps de lire ou de réfléchir, Cette émission quasi-négligeable ne concerne que la <u>transition alpha</u> !!

$^{252}_{98}Cf_{154}$

Gamma Emissions

	Energy keV	Photons per 100 disint.
$\gamma_{1,0}$(Cm)	43,399 (25)	0,0152 (4)
$\gamma_{2,1}$(Cm)	100,2 (4)	0,0119 (20)
$\gamma_{3,2}$(Cm)	154,5 (6)	0,00051

L'ORIGINE DE L'ERREUR

Utilisation pour l'émission gamma de la table Laraweb :

Mais, pour qui prend le temps de lire ou de réfléchir, Cette émission quasi-négligeable ne concerne que la <u>transition alpha</u> !!

$^{252}_{98}Cf_{154}$

Gamma Emissions

	Energy keV	Photons per 100 disint.
$\gamma_{1,0}$(Cm)	43,399 (25)	0,0152 (4)
$\gamma_{2,1}$(Cm)	100,2 (4)	0,0119 (20)
$\gamma_{3,2}$(Cm)	154,5 (6)	0,00051

L'ORIGINE DE L'ERREUR

Utilisation pour l'émission gamma de la table Laraweb :

Mais, pour qui prend le temps de lire ou de réfléchir, Cette émission quasi-négligeable ne concerne que la <u>transition alpha</u> !!

$^{252}_{98}Cf_{154}$

Gamma Emissions

	Energy keV	Photons per 100 disint.
$\gamma_{1,0}$(Cm)	43,399 (25)	0,0152 (4)
$\gamma_{2,1}$(Cm)	100,2 (4)	0,0119 (20)
$\gamma_{3,2}$(Cm)	154,5 (6)	0,00051

L'ORIGINE DE L'ERREUR

Utilisation pour l'émission gamma de la table Laraweb :

Mais, pour qui prend le temps de lire ou de réfléchir, Cette émission quasi-négligeable ne concerne que la <u>transition alpha</u> !!

$^{252}_{98}Cf_{154}$

Gamma Emissions

	Energy keV	Photons per 100 disint.
$\gamma_{1,0}$(Cm)	43,399 (25)	0,0152 (4)
$\gamma_{2,1}$(Cm)	100,2 (4)	0,0119 (20)
$\gamma_{3,2}$(Cm)	154,5 (6)	0,00051

L'ORIGINE DE L'ERREUR

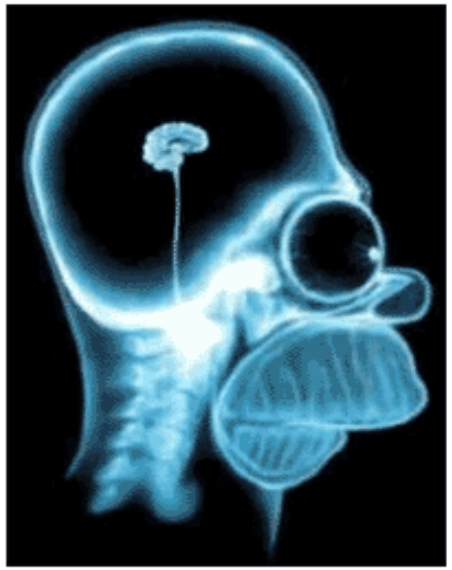
Utilisation pour l'émission gamma de la table Laraweb :

Mais, pour qui prend le temps de lire ou de réfléchir, Cette émission quasi-négligeable ne concerne que la <u>transition alpha</u> !!

$^{252}_{98}Cf_{154}$

Gamma Emissions

	Energy keV	Photons per 100 disint.
$\gamma_{1,0}$(Cm)	43,399 (25)	0,0152 (4)
$\gamma_{2,1}$(Cm)	100,2 (4)	0,0119 (20)
$\gamma_{3,2}$(Cm)	154,5 (6)	0,00051



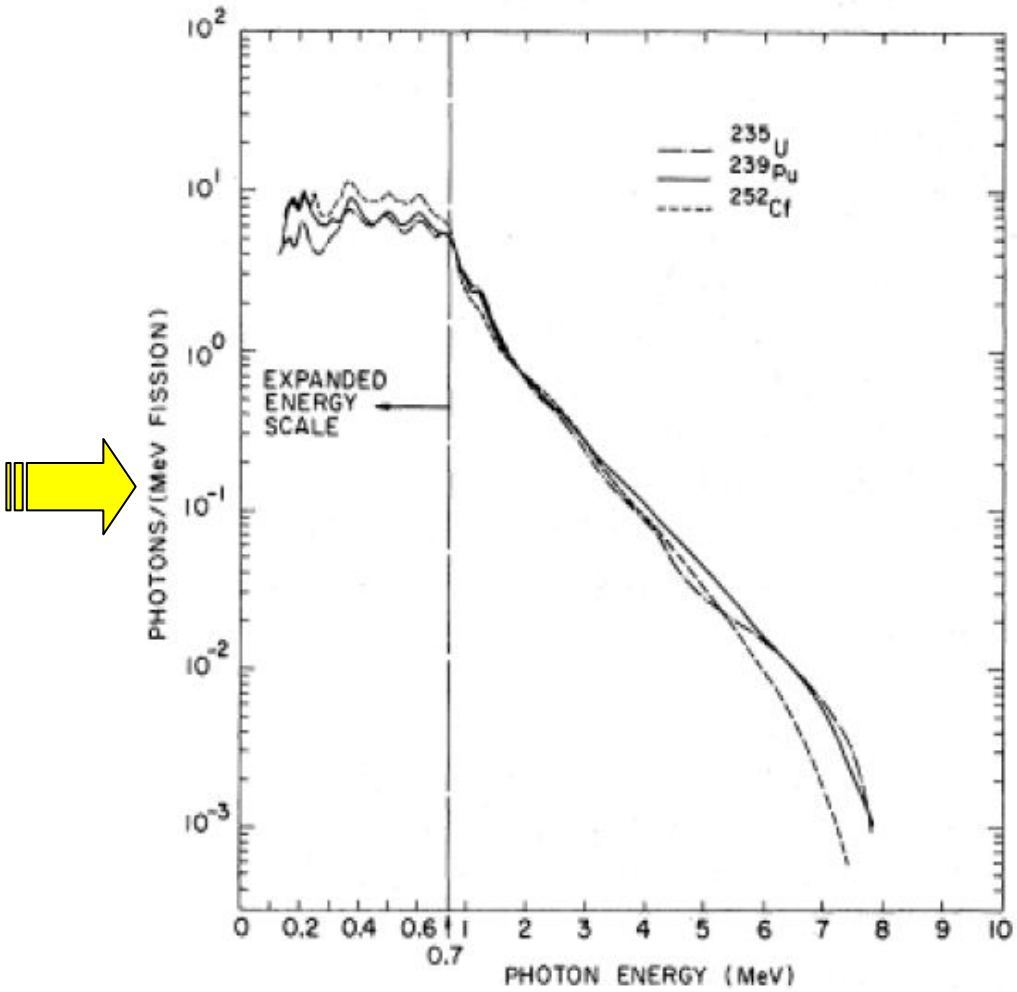
L'ORIGINE DE L'ERREUR

Il faut prendre en compte les gamma prompts et retardés des <u>produits de fissions</u> ainsi que les X de freinage.

Références :

Verbinski V.V, Weber H, Sund R.E, 1973. Prompt Gamma Rays from ^{235}U(n,f), 239Pu(n,f) and Spontaneous Fission of 252Cf. Physics Review C7 (3), 1173-1185.

Eugene C. Master of Science in Nuclear and Radiological Engineering Gamma and neutron dose profiles near a Cf-252 Brachytherapy source – Georgia Institute of Technology, August 2010



MODIFICATION TABLE D'EMISSION DOSIMEX—N ET DOSIMEX-GX

$^{252}_{98}Cf_{154}$

Gamma Emissions

	Energy keV	Photons per 100 disint.
$\gamma_{1,0}$(Cm)	43,399 (25)	0,0152 (4)
$\gamma_{2,1}$(Cm)	100,2 (4)	0,0119 (20)
$\gamma_{3,2}$(Cm)	154,5 (6)	0,00051

Terme source

Source

Radionucléide		Activité	
Cf	252	5,00E+08	Bq

Spectre gamma

Radionucléide	*Isotope*	*E(keV)*	*I (%)*
Cf	252	861,56 keV	*13,915 %.*
Cf	252	485,45 keV	*8,278 %.*
Cf	252	16,73 keV	*8,06 %.*
Cf	252	17,96 keV	*6,07 %.*
Cf	252	347,96 keV	*5,119 %.*
Cf	252	264,39 keV	*4,505 %.*
Cf	252	1645 keV	*4,367 %.*
Cf	252	2520 keV	*3,006 %.*
Cf	252	129,35 keV	*2,936 %.*
Cf	252	196,07 keV	*1,598 %.*
Cf	252	49,87 keV	*1,223 %.*
Cf	252	4220 keV	*0,94 %.*
Cf	252	7590 keV	*0,052 %.*
Cf	252	43 keV	*0,016 %.*
Cf	252	100 keV	*0,012 %.*
Cf	252	1545 keV	*0,001 %.*

CORRECTION INTEGRE A DOSIMEX-N 2.0

DOSIMEX N 2.2 | Calcul débit équivalent de | Manuel + validation

Protection biologique

R(cm) 30

ρ(g.cm⁻³) 0.9

Composition (entrer proportions)

H 1	2
H 2 (D)	0
O 16	0
C 12	1
N 14	0
B 10	0
Pb 207	0

Enveloppe acier source Am/Be ou Cf 252 Impact gamma source seulement (mm)

1

Source neutrons

Cf252

Bq(α) 500E6

Lancer calcul

Distance source - individu 100 cm

Ecran Cadmium

Choix nbre neutrons émergeants (limite

50 000

Calcul terminé

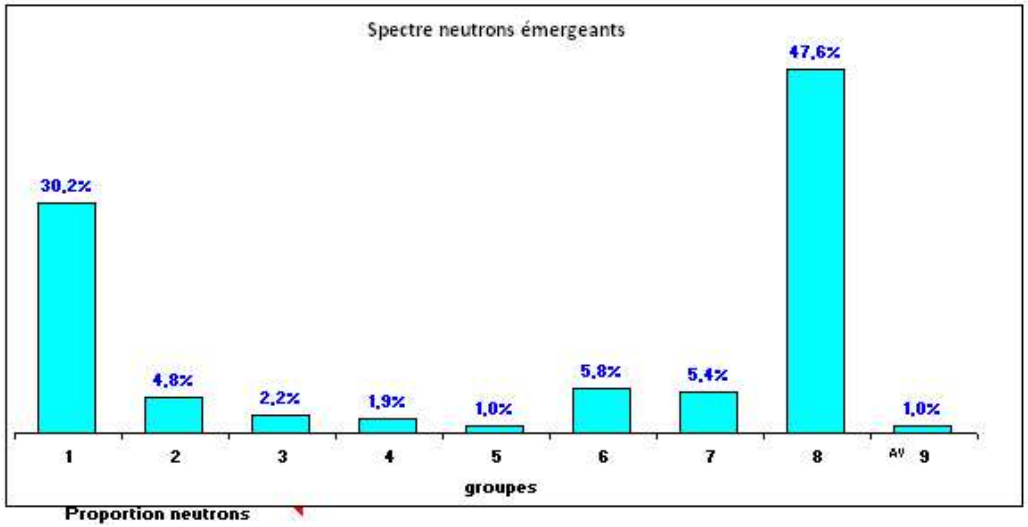
Définitions des groupes

	Hp(10)	H*(10)
DED neutron	1,11E+1 µSv/h	1,06E+01 µSv/h
Coefficient fluence /ED neutron moyen	249 pSv.cm2	239 pSv.cm2
Transmission en dose neutron	1,52%	1,52%
DED gamma de capture	7,93E+0 µSv/h	8,09E+00 µSv/h
Proportion dose gamma capture /dose	26,37%	27,29%
DED total neutrons + g. source + g.capture	3,01E+1 µSv/h	2,97E+01 µSv/h
ED gamma PF Cf252	1,11E+1 µSv/h	1,10E+1 µSv/h

Débit de fluence au point de mesure	1,23E+1 n/cm2/s
Transmission en fluence	2,65%

% | 0,0E-00

RAZ



Proportion neutrons

CORRECTION INTEGRE A DOSIMEX-N 2.0

Source Cf 252 ; activité 500 MBq ; distance : 100 cm Protection polyéthylène R=30 cm densité 0,9			
Rayonnement	**MCNPX**	**Dosimex-N 2.0**	***Rapport***
Neutrons	**10,5 µSv/h**	**10,6 µSv/h**	***0,99***
Gamma de capture	**9,5 µSv/h**	**8,1 µSv/h**	***1,17***
Gamma Cf 252	**12,8 µSv/h**	**11,0 µSv/h**	***1,16***

COMMENT S'EN SORTENT NOS PETITS CAMARADES ?

(cf dossier de validation Dosimex-GX)

COMMENT S'EN SORTENT NOS PETITS CAMARADES ?

(cf dossier de validation Dosimex-GX)

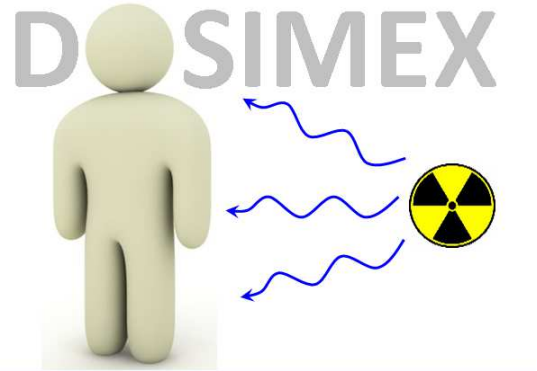
Source ponctuelle 1 GBq à 10 cm sans écran (mSv.h^{-1})					
RN	Dosimex-GX 2.2	Code Commercial 1	Code commercial 2	RayXpert© 1.5	MCNP
Cf252	5,80	0,14	5,48	5,96	5,71

Les choses s'aggravent, en rajoutant un écran de Plomb :

Source ponctuelle 1 GBq à 10 cm avec écran de 1 cm en Pb (mSv.h^{-1})					
RN	Dosimex-GX 2.2	Code Commercial 1	Code commercial 2	RayXpert© 1.5	MCNP
Cf252	2,76	3,83E-20	2,13E-09	2,90	2,81

EXEMPLE FINAL

OU NOUS ALLAMES D'ERREUR EN ERREUR

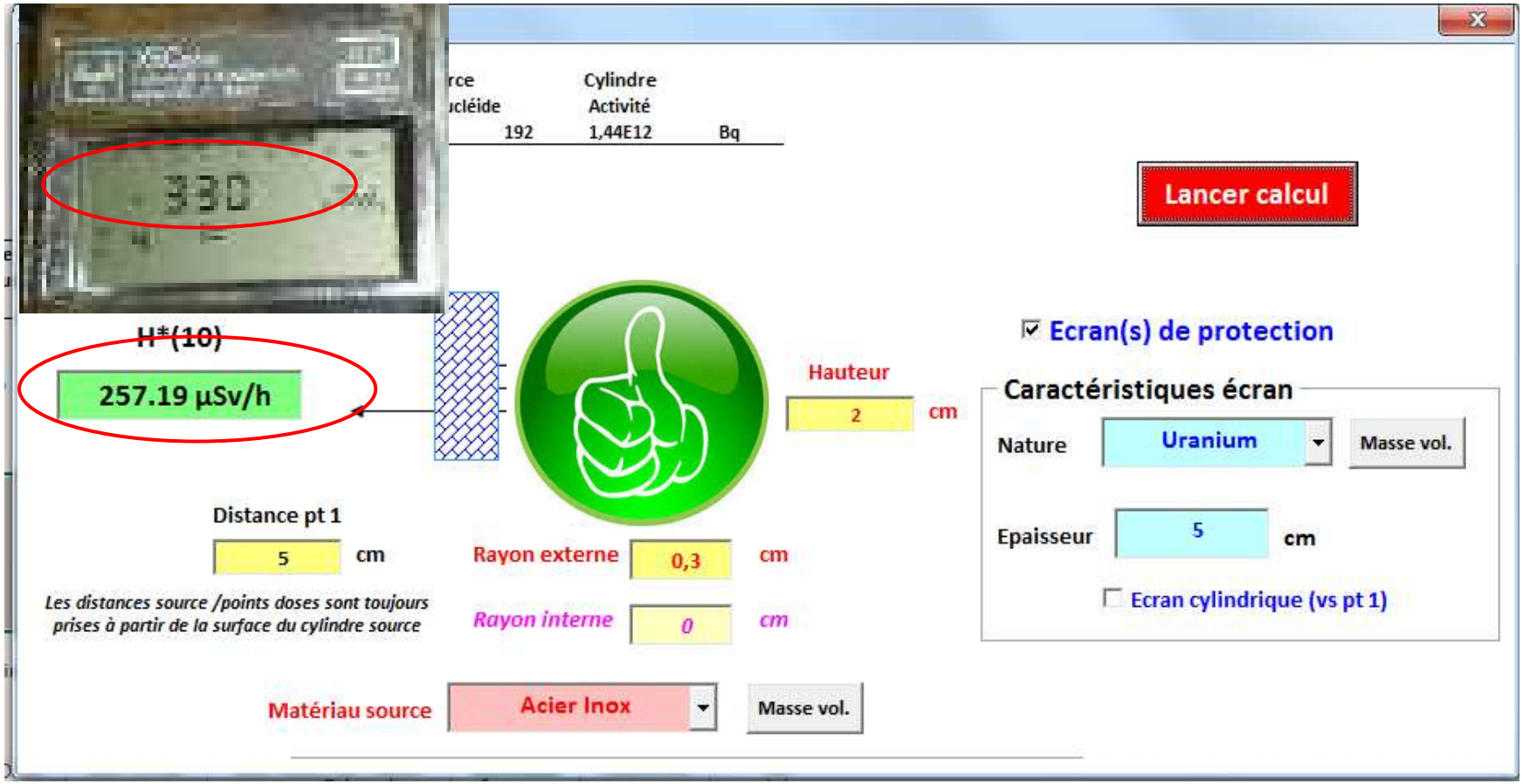


TD : *RISQUES RADIOLOGIQUES SOURCES DE GAMMAGRAPHIE*

Une mesure au contact avec 1,44 TBq d'Ir 192 donne une valeur de 330 µSv/h.

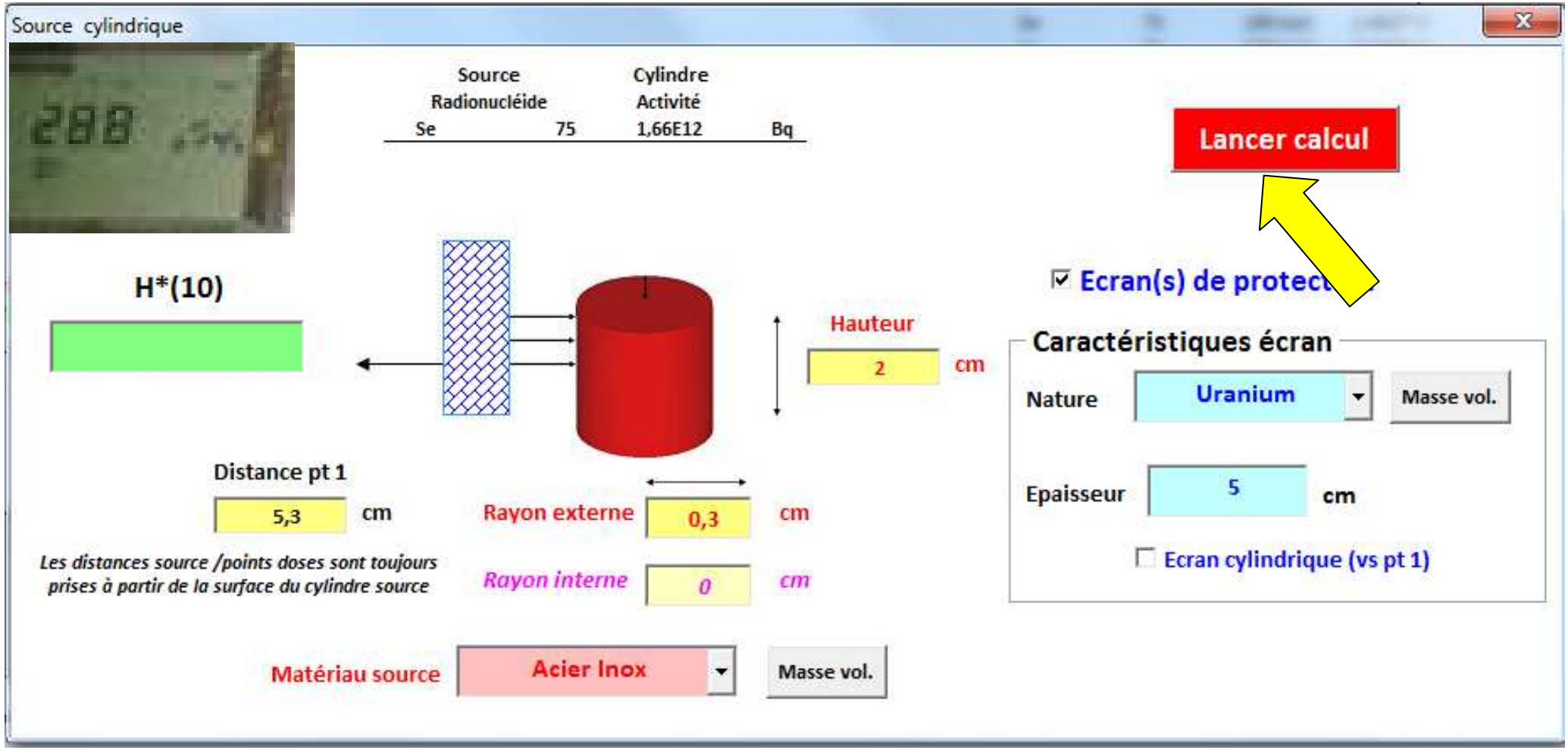
Un calcul Dosimex est-il cohérent avec cette mesure ?

REPONSE

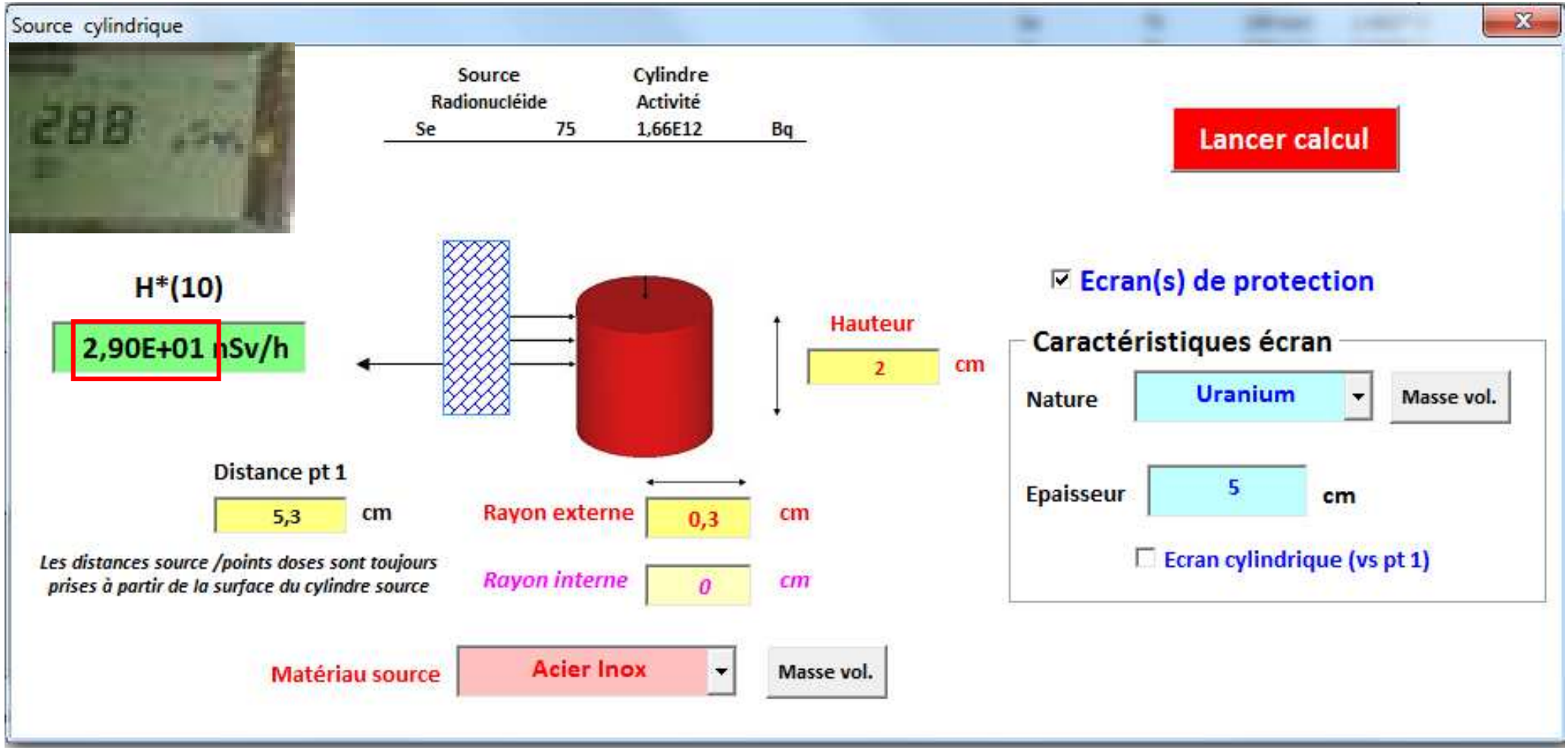

rce
ucléide
192
Cylindre
Activité
1,44E12
Bq
Lancer calcul
330
H*(10)
257.19 µSv/h
Hauteur
2
cm
Ecran(s) de protection
Caractéristiques écran
Nature
Uranium
Masse vol.
Epaisseur
5
cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Distance pt 1
5
cm
Rayon externe
0,3
cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Rayon interne
0
cm
Matériau source
Acier Inox
Masse vol.

Même question avec 1,66 TBq de Sélénium 75 pour un DED mesuré de 28,8 µSv/h

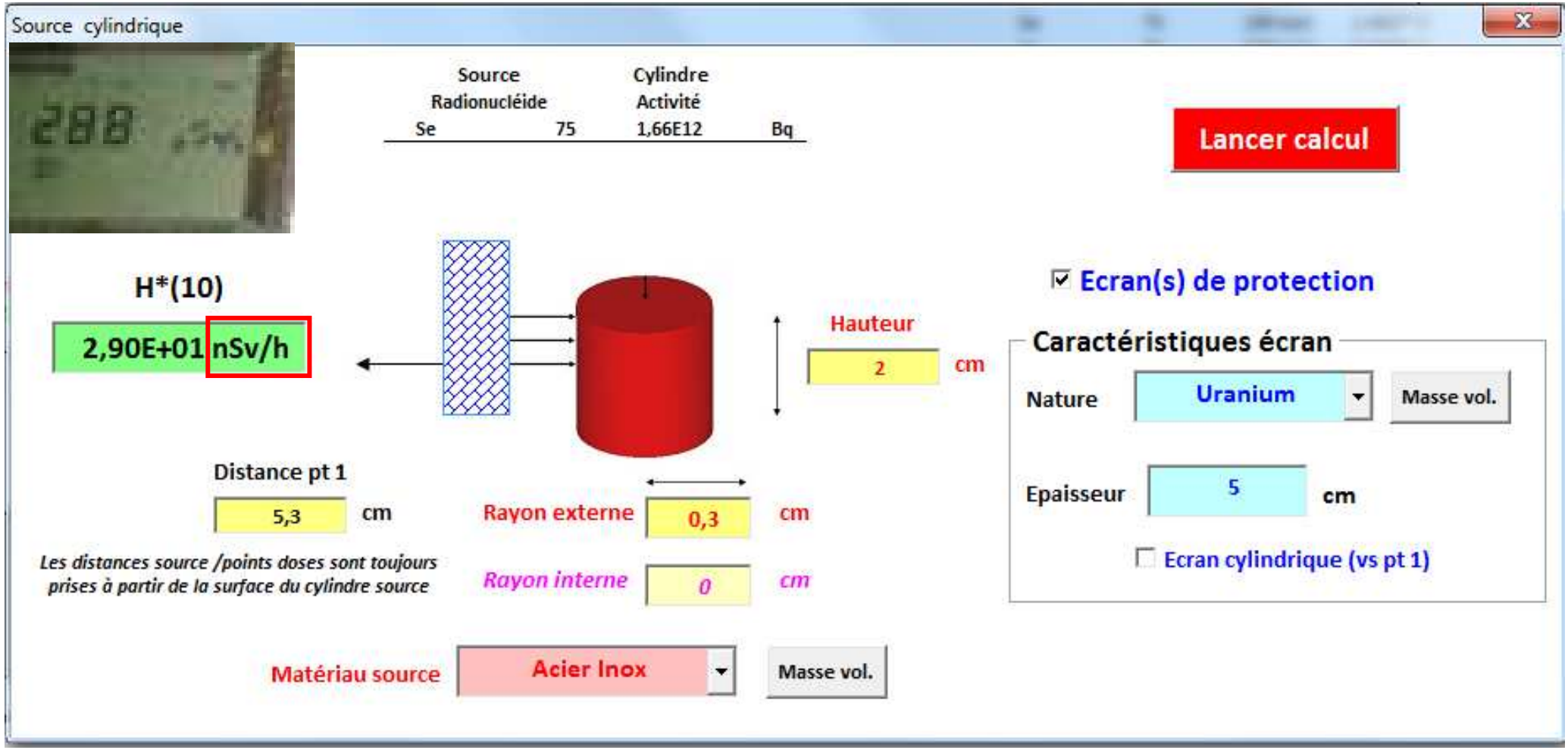
REPONSE


Source cylindrique
Source
Radionucléide
Se 75
Cylindre
Activité
1,66E12 Bq
Lancer calcul
H*(10)
Hauteur
2 cm
Ecran(s) de protect
Caractéristiques écran
Nature
Uranium
Masse vol.
Epaisseur
5 cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Distance pt 1
5,3 cm
Rayon externe
0,3 cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Rayon interne
0 cm
Matériau source
Acier Inox
Masse vol.

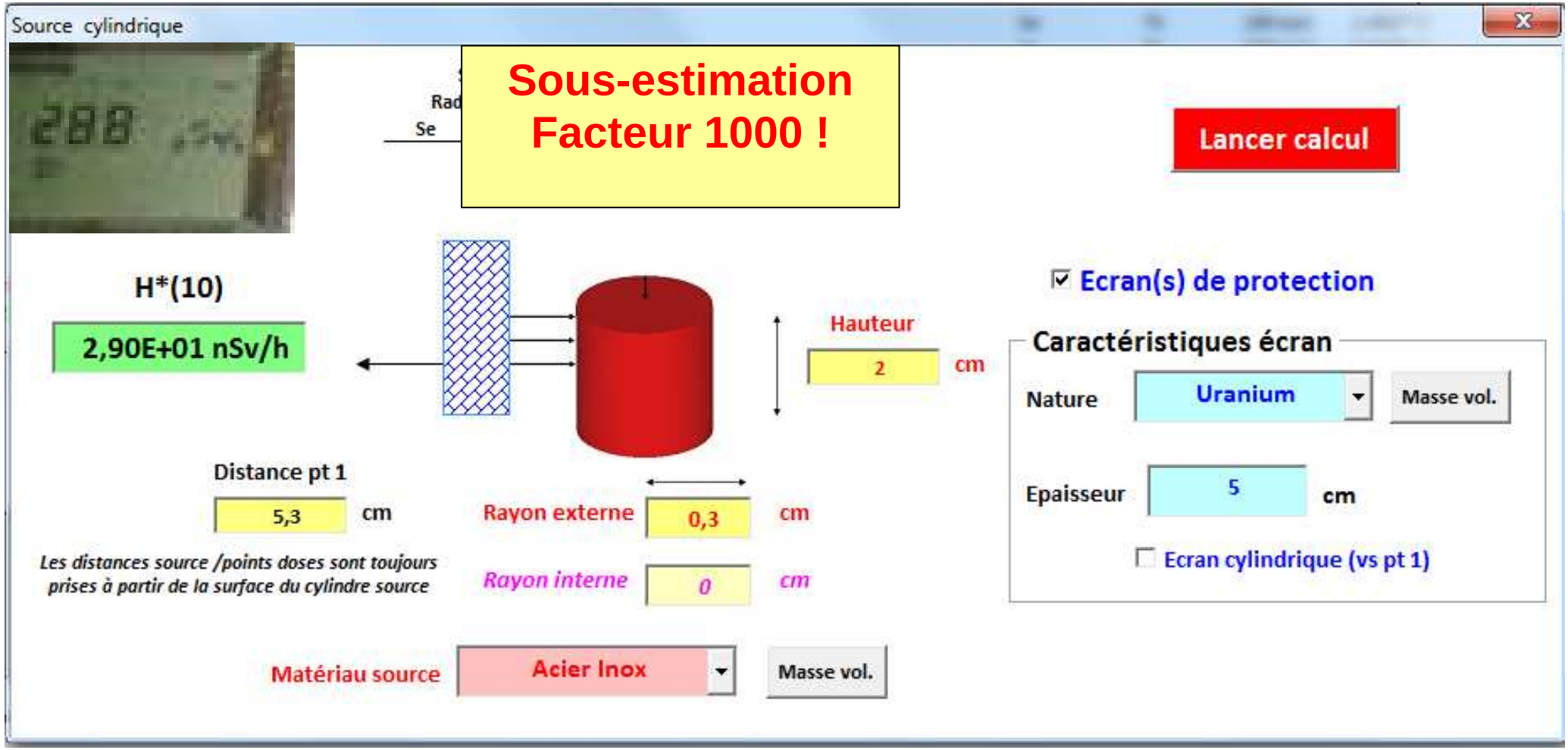
REPONSE


Source cylindrique
Source
Radionucléide
Se 75
Cylindre
Activité
1,66E12 Bq
Lancer calcul
H*(10)
2,90E+01 nSv/h
Hauteur
2 cm
Ecran(s) de protection
Caractéristiques écran
Nature
Uranium
Masse vol.
Epaisseur
5 cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Distance pt 1
5,3 cm
Rayon externe
0,3 cm
Rayon interne
0 cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Matériau source
Acier Inox
Masse vol.

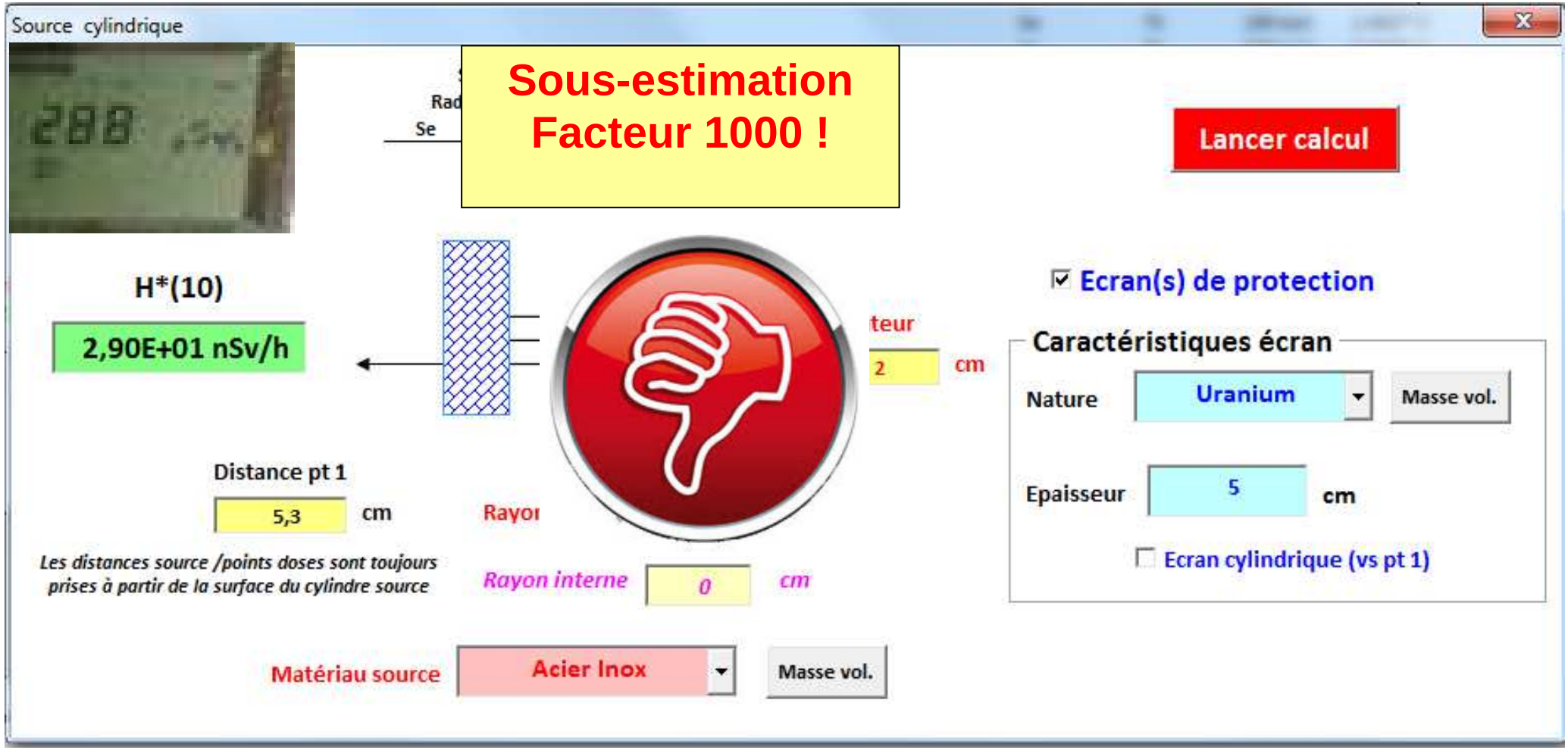
REPONSE


Source cylindrique
Source
Radionucléide
Se 75
Cylindre
Activité
1,66E12 Bq
Lancer calcul
H*(10)
2,90E+01 nSv/h
Hauteur
2 cm
Ecran(s) de protection
Caractéristiques écran
Nature
Uranium
Masse vol.
Epaisseur
5 cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Distance pt 1
5,3 cm
Rayon externe
0,3 cm
Rayon interne
0 cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Matériau source
Acier Inox
Masse vol.

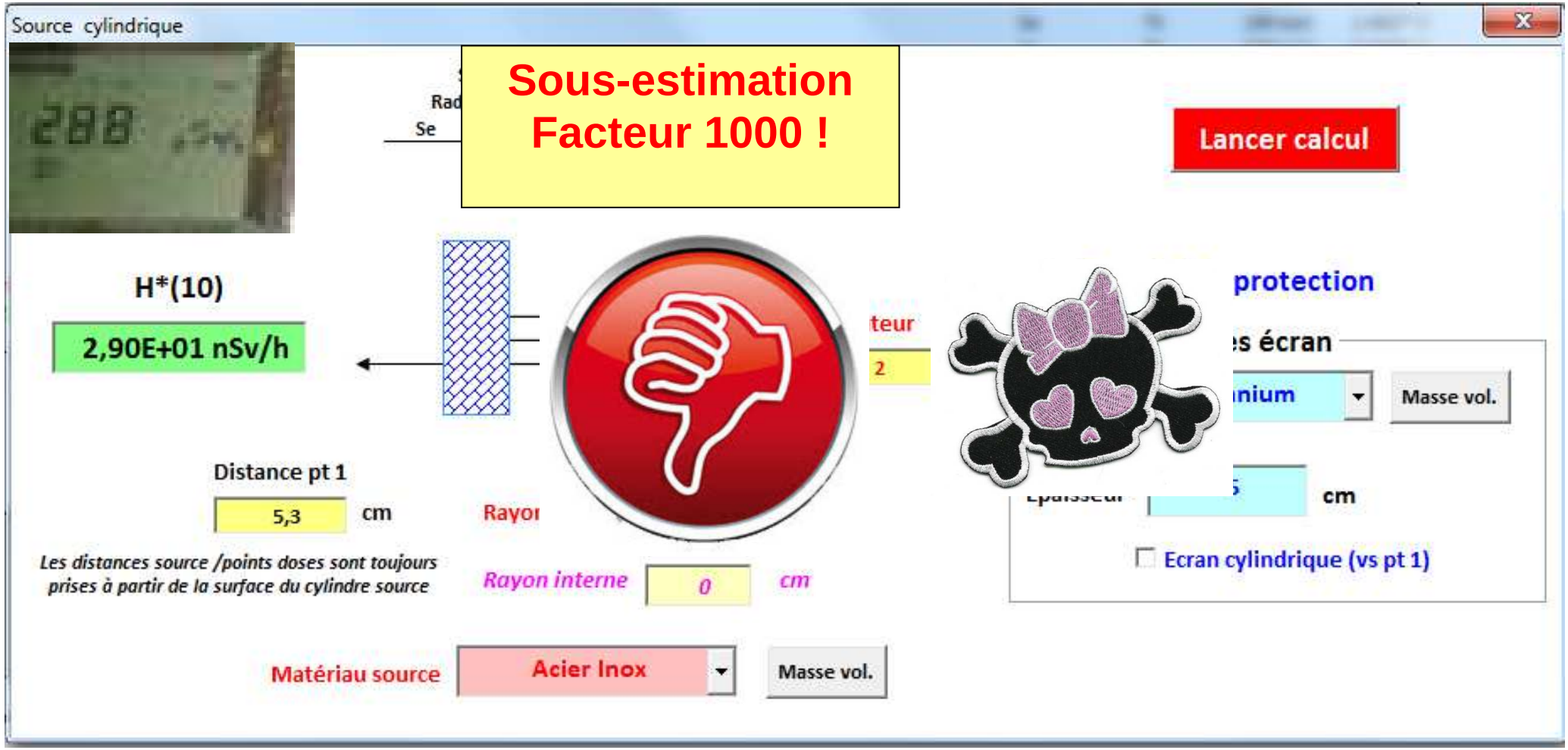
REPONSE


Source cylindrique
Sous-estimation
Facteur 1000 !
Lancer calcul
H*(10)
2,90E+01 nSv/h
Hauteur
2
cm
Ecran(s) de protection
Caractéristiques écran
Nature
Uranium
Masse vol.
Epaisseur
5
cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Distance pt 1
5,3
cm
Rayon externe
0,3
cm
Rayon interne
0
cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Matériau source
Acier Inox
Masse vol.

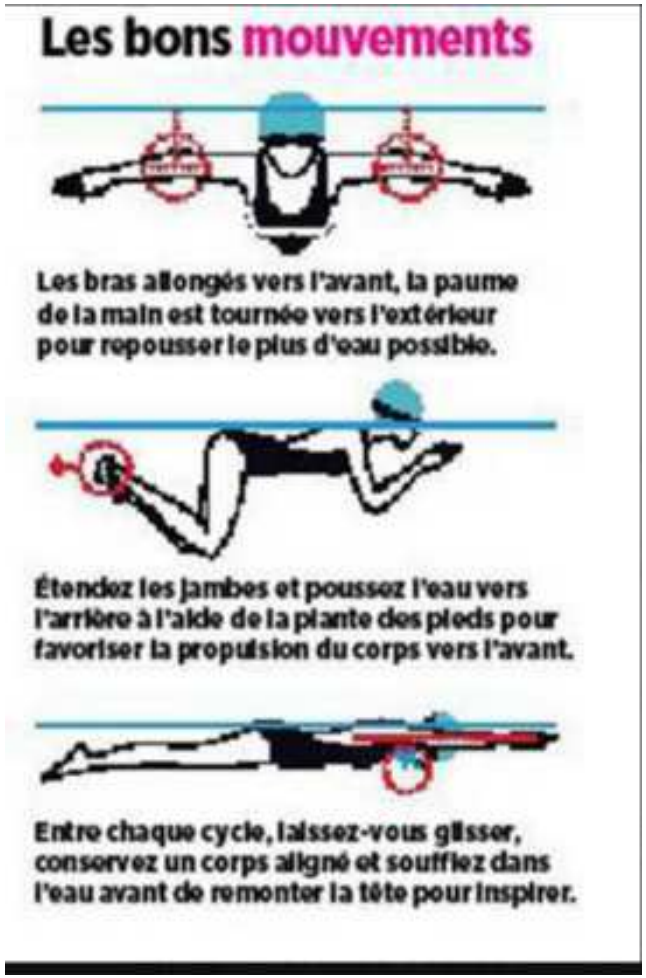
REPONSE


Source cylindrique
Sous-estimation
Facteur 1000 !
Lancer calcul
H*(10)
2,90E+01 nSv/h
Ecran(s) de protection
Caractéristiques écran
Nature
Uranium
Masse vol.
Epaisseur
5
cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
teur
2
cm
Distance pt 1
5,3
cm
Rayon
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Rayon interne
0
cm
Matériau source
Acier Inox
Masse vol.

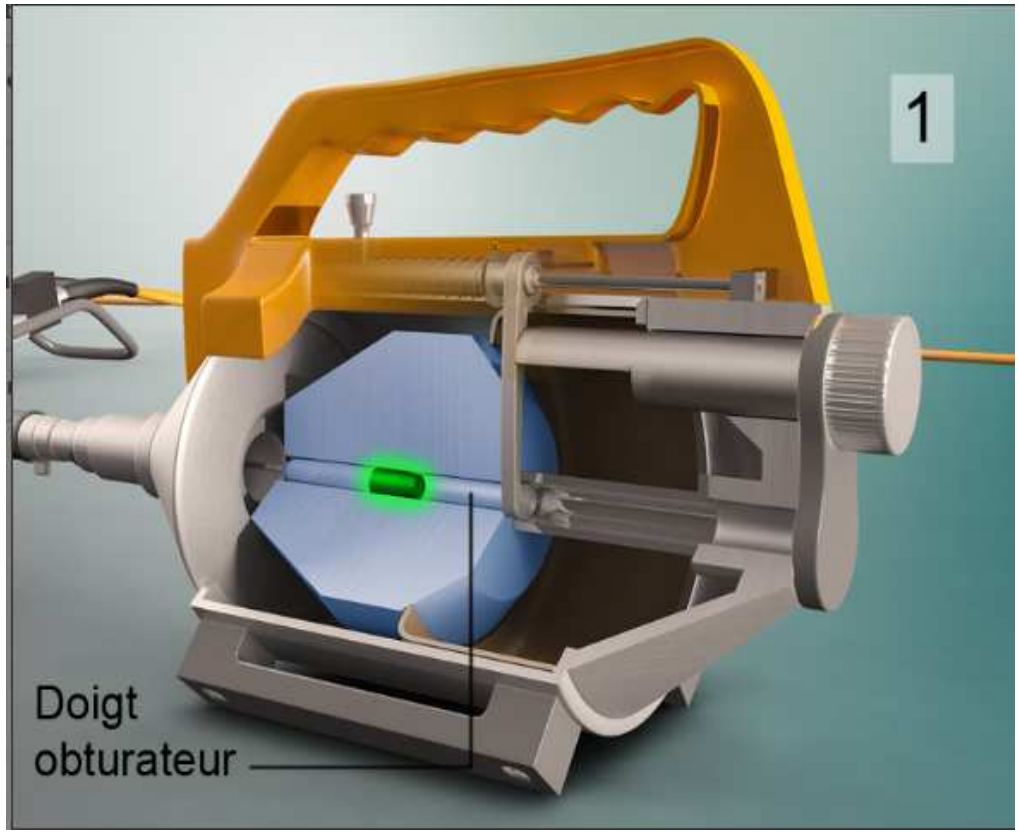
REPONSE


Source cylindrique
Sous-estimation
Facteur 1000 !
Lancer calcul
H*(10)
2,90E+01 nSv/h
protection
Masse vol.
Distance pt 1
5,3
cm
Rayon interne
0
cm
Ecran cylindrique (vs pt 1)
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Matériau source
Acier Inox
Masse vol.

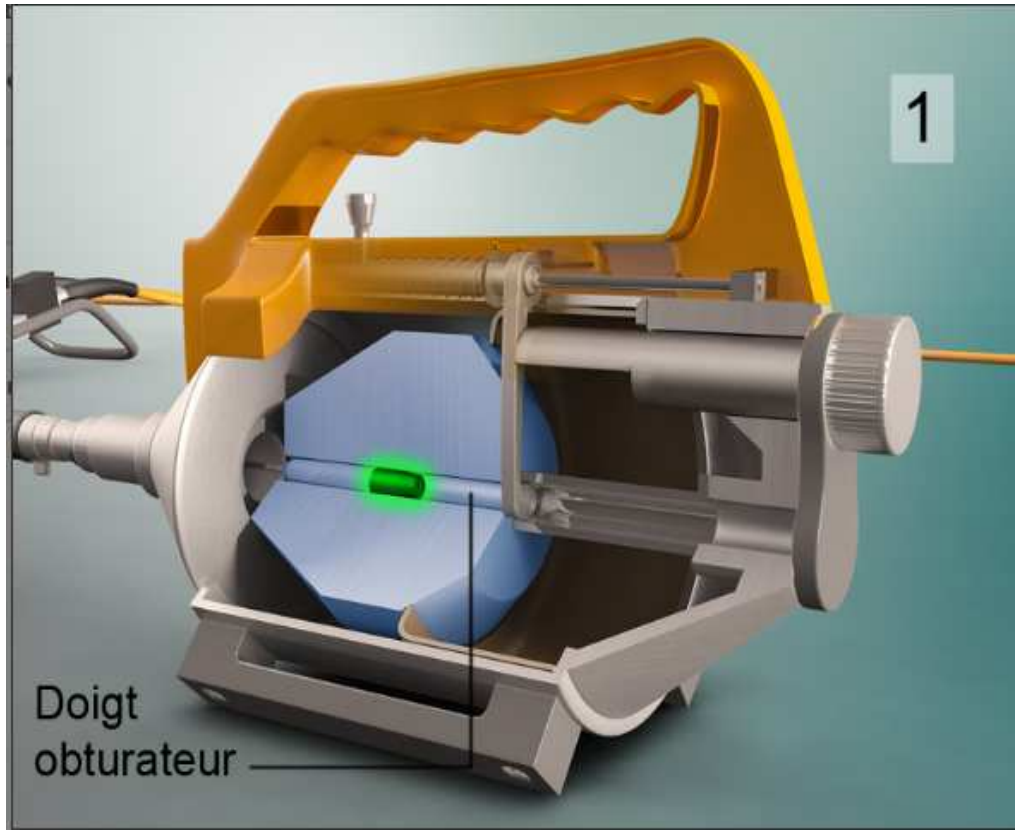
Facteur 1000 ?!



En position transport, la source est placée dans une ampoule d'uranium appauvri de 5 cm d'épaisseur (GAM 80)



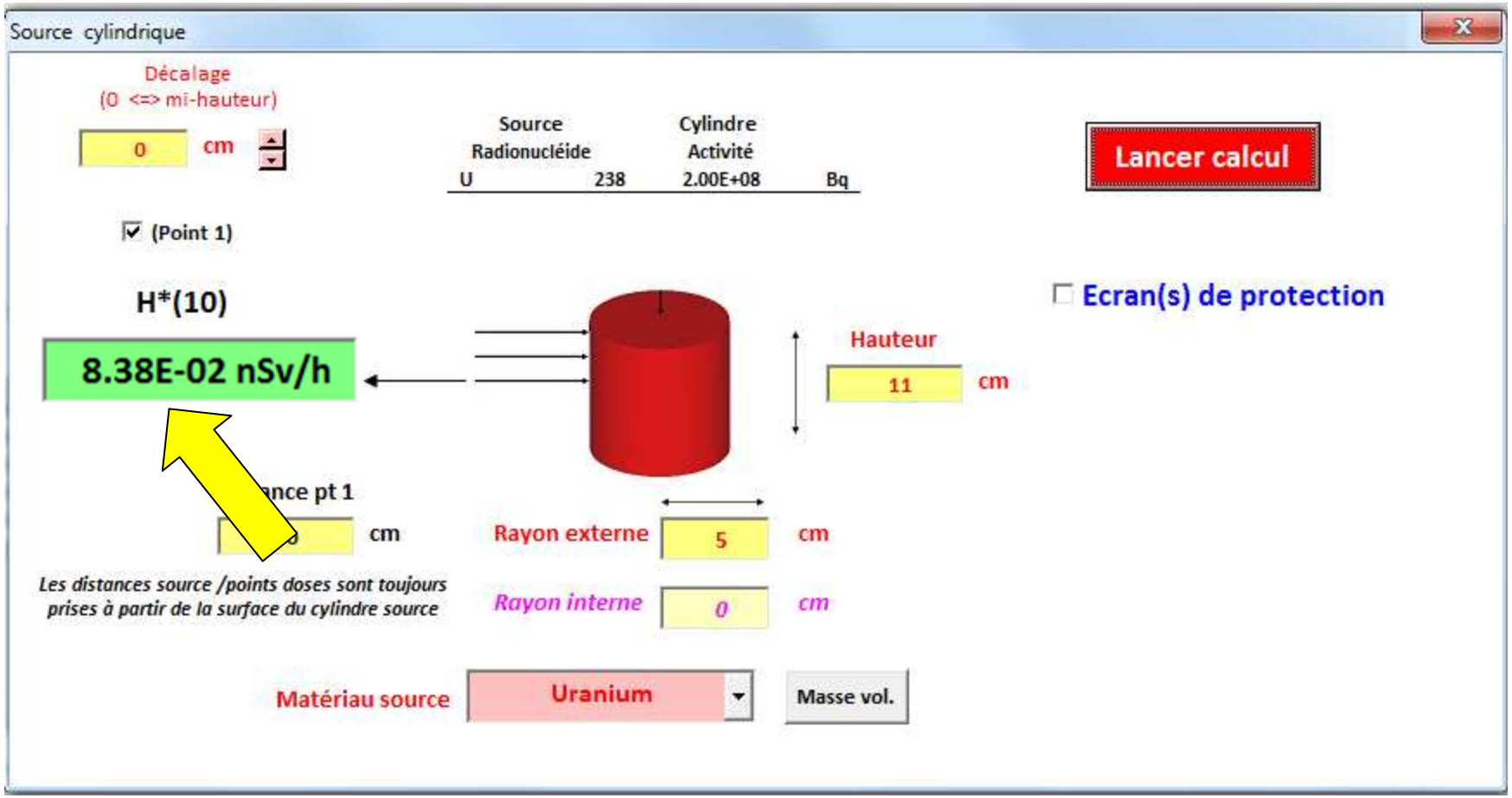
En position transport, la source est placée dans une ampoule d'uranium appauvri de 5 cm d'épaisseur (GAM 80)



La solution apparaît si l'on se rappelle que l'Uranium, même appauvri, reste radioactif.

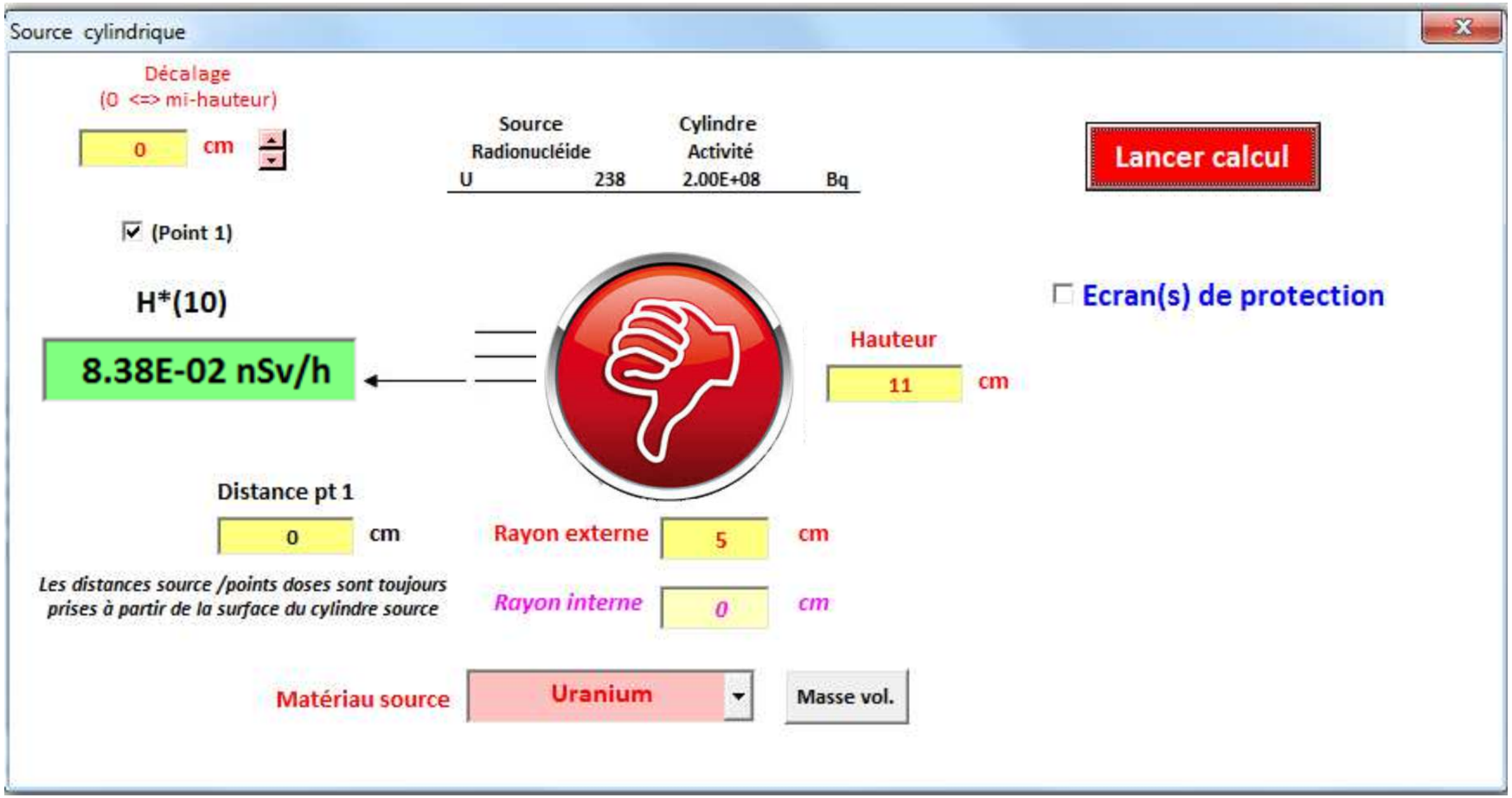
La protection en Uranium appauvri est-elle responsable du DED de 28 µSv/h au contact ?

U8



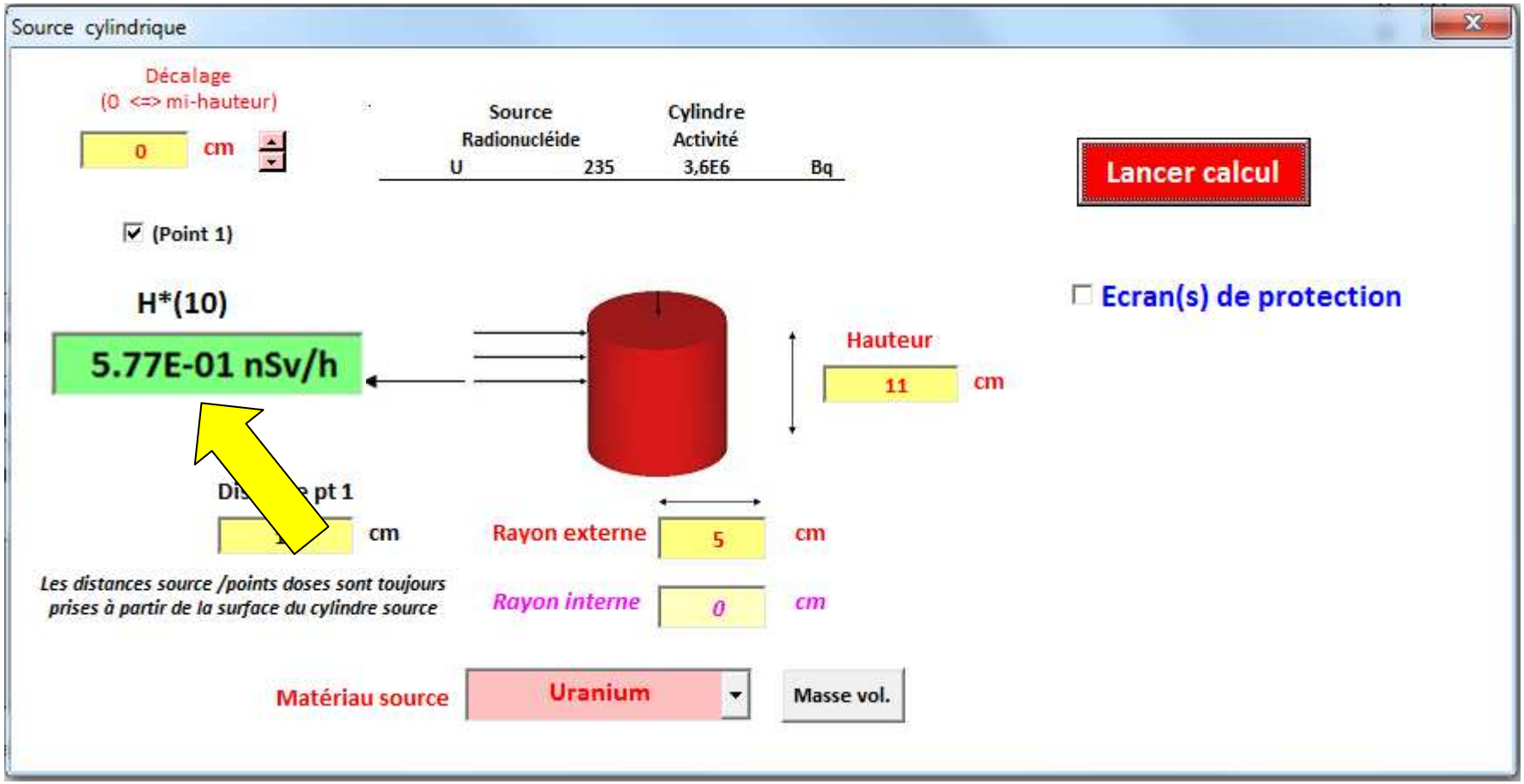
La protection en Uranium appauvri est-elle responsable du DED de 28 µSv/h au contact ?

U8



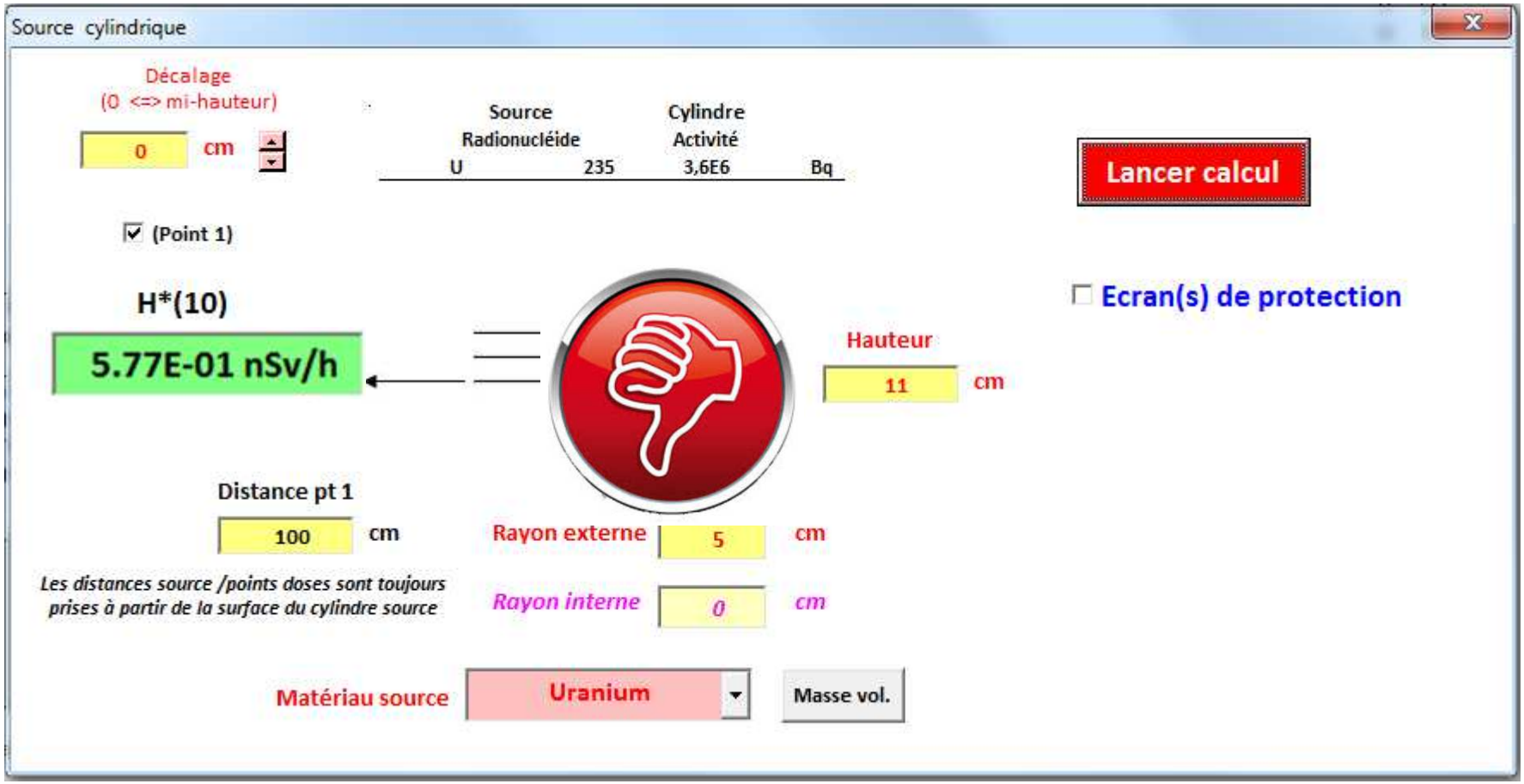
La protection en Uranium appauvri est-elle responsable du DED de 28 µSv/h au contact ?

U5



La protection en Uranium appauvri est-elle responsable du DED de 28 µSv/h au contact ?

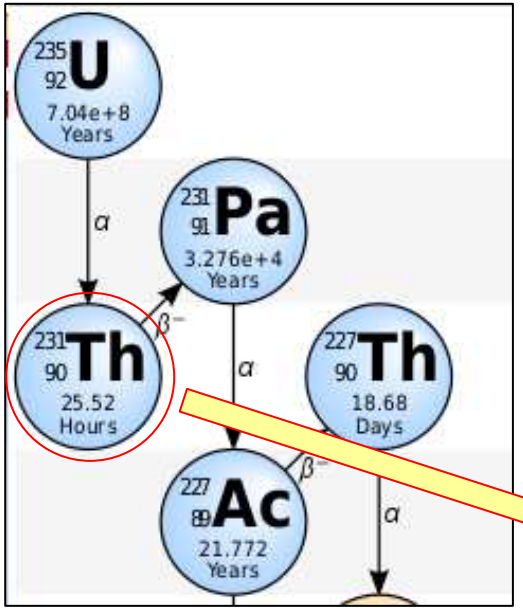
U5

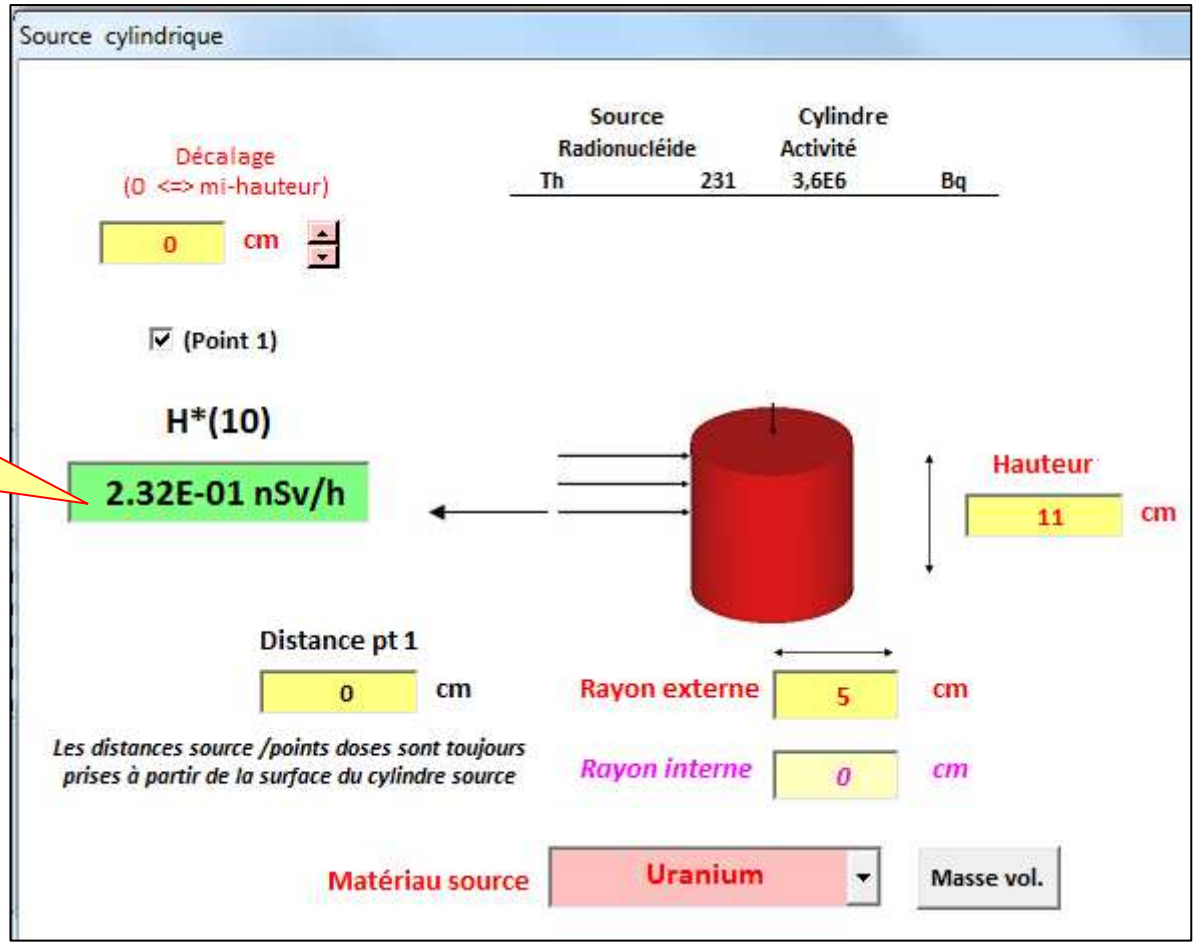


Il faut selon toute vraisemblance aller voir du côté de leurs descendants

FAMILLE U5

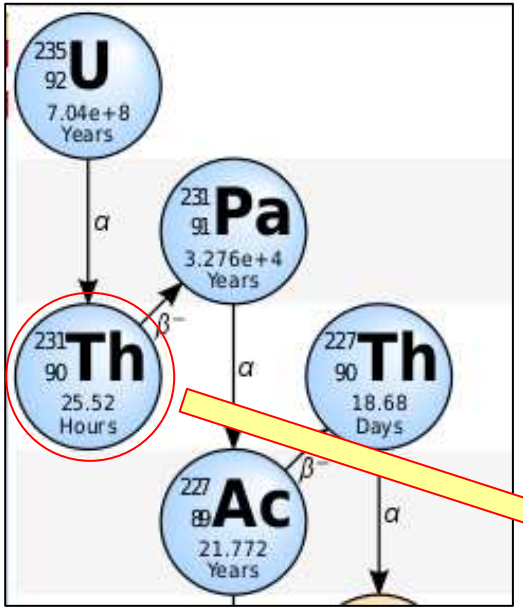
Seul le Thorium 231 peut présenter une activité significative:

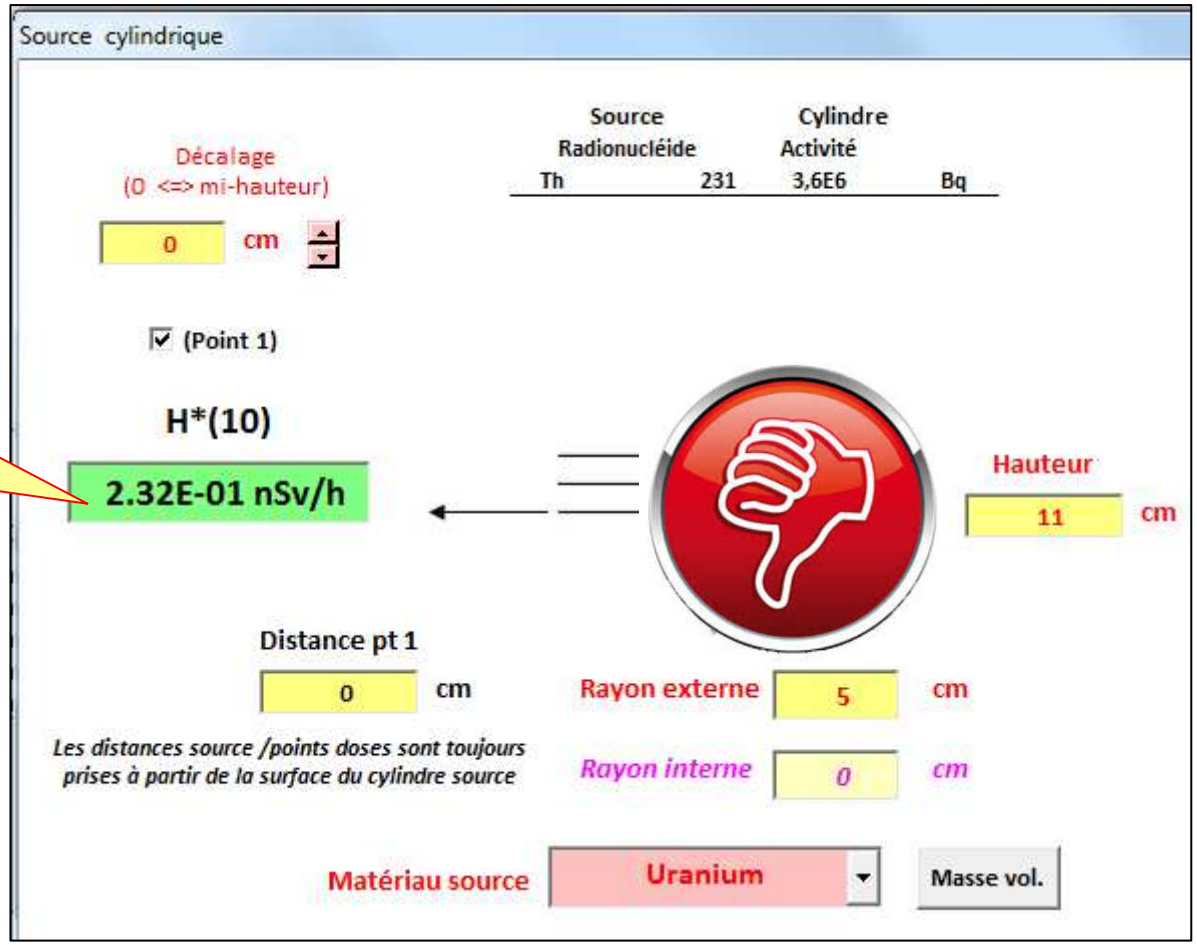




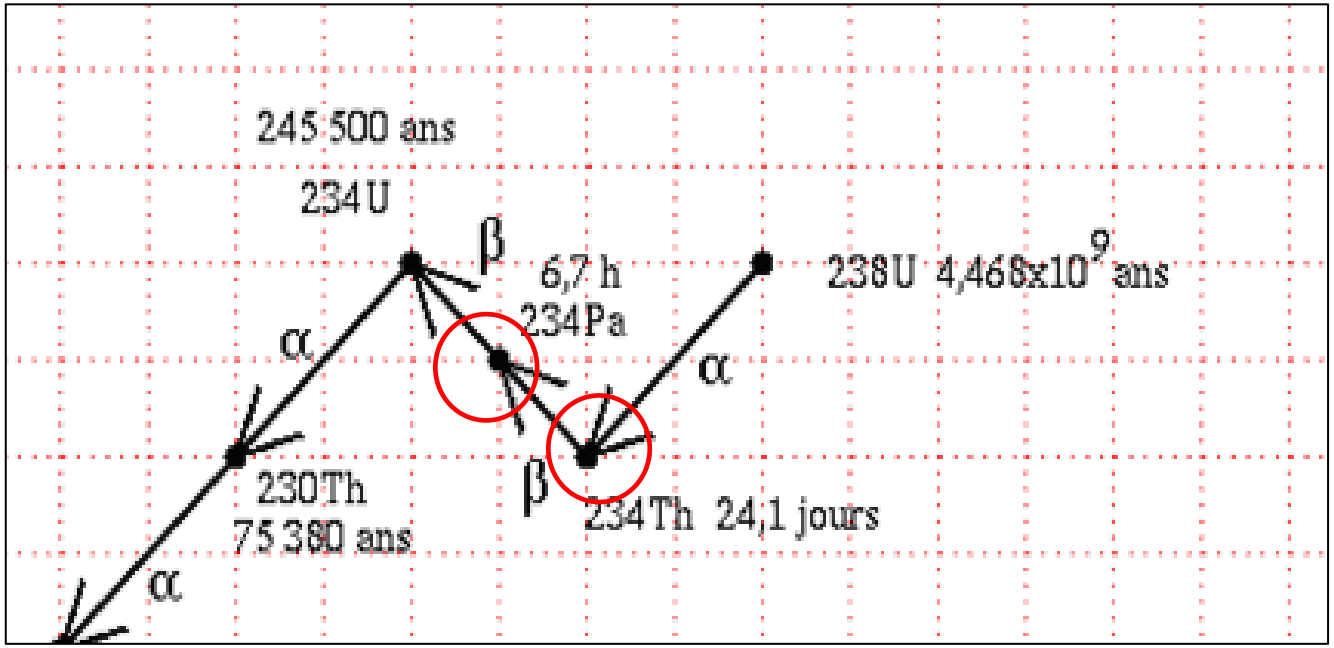
FAMILLE U5

Seul le Thorium 231 peut présenter une activité significative:





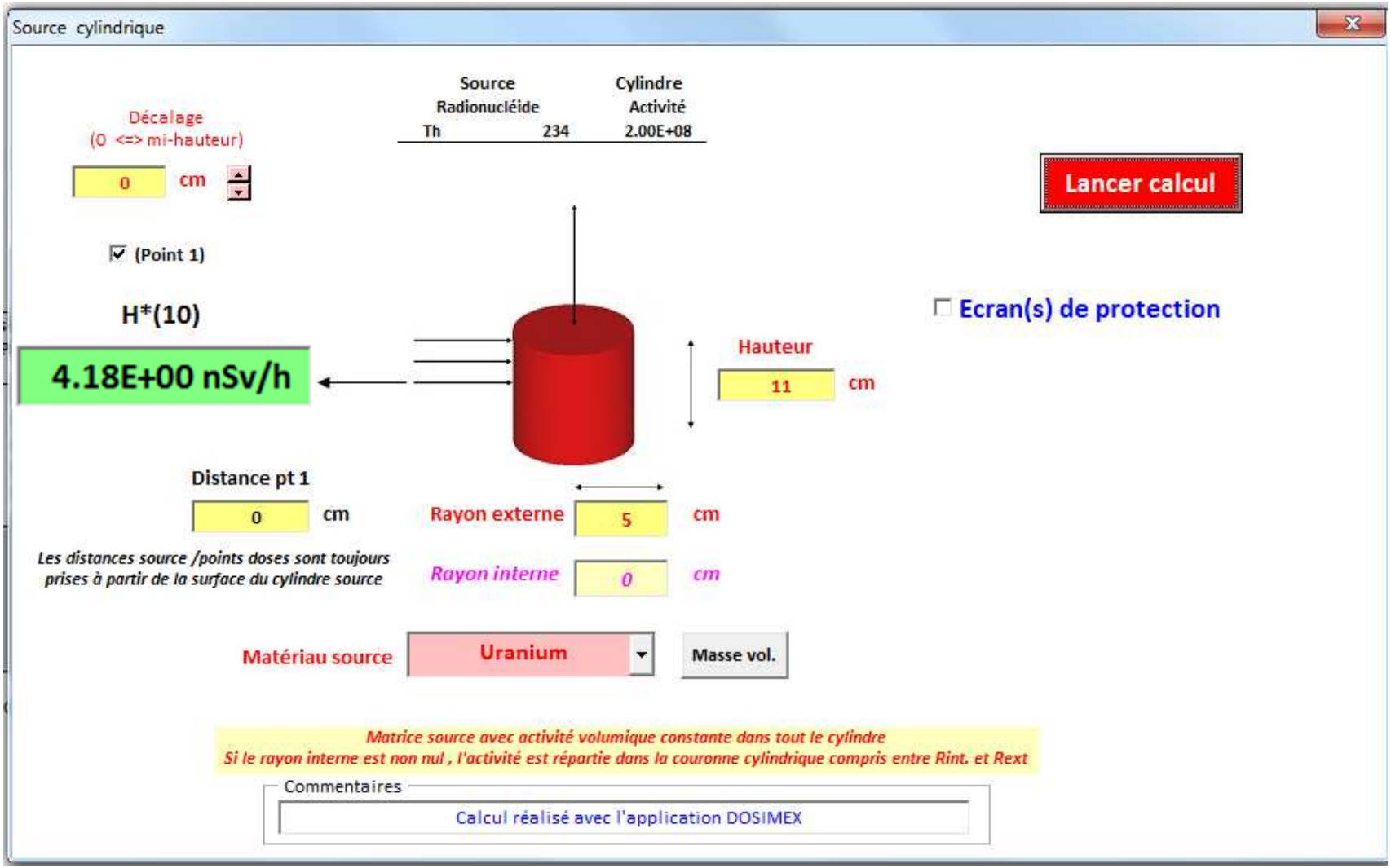
FAMILLE U8



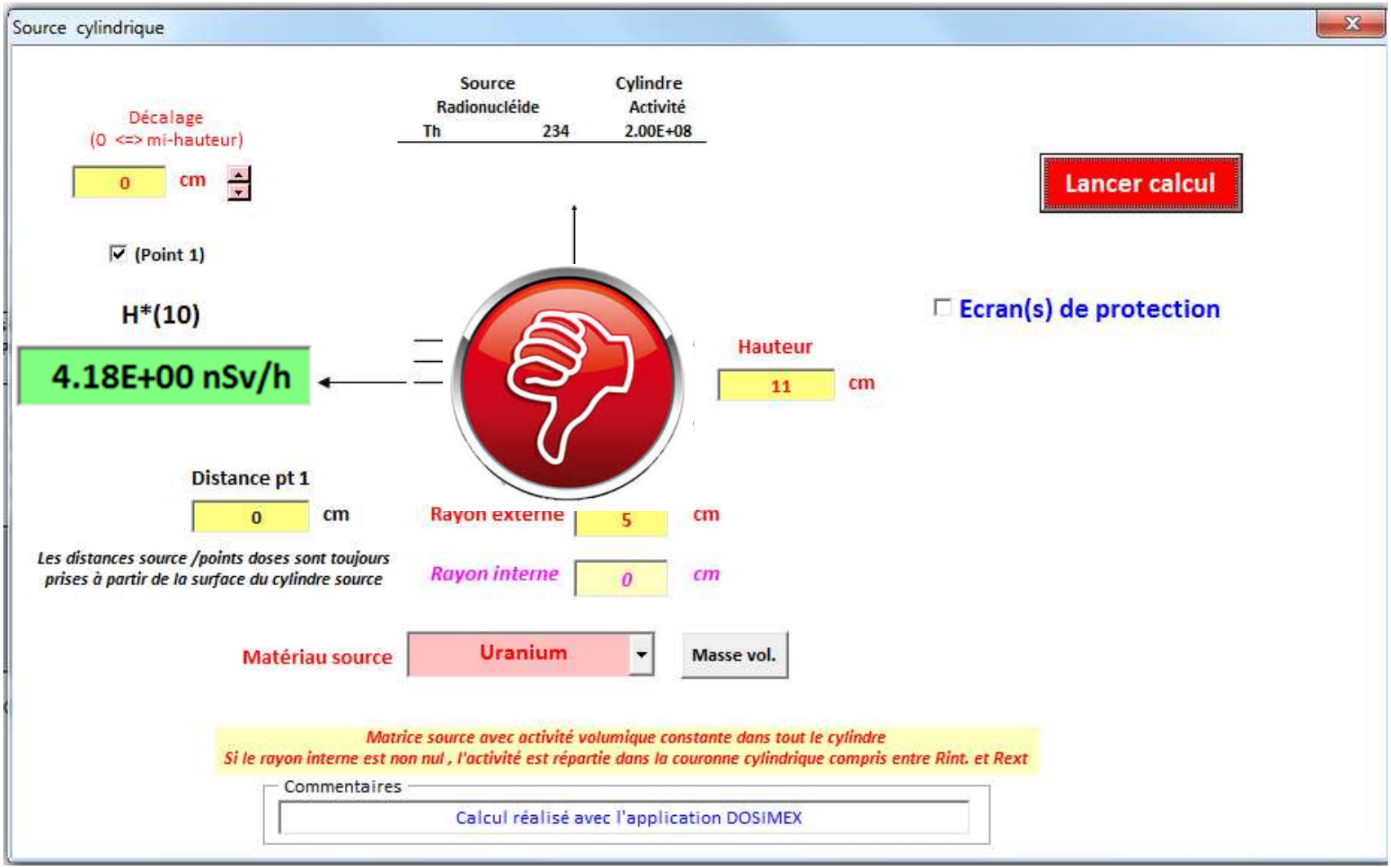
Source Wikipédia

Thorium 234 et Protactinium 234 en équilibre séculaire

Thorium 234 :


Source cylindrique
Source
Radionucléide
Th 234
Cylindre
Activité
2.00E+08
Décalage
(0 <=> mi-hauteur)
0 cm
Lancer calcul
(Point 1)
H*(10)
4.18E+00 nSv/h
Ecran(s) de protection
Hauteur
11 cm
Distance pt 1
0 cm
Rayon externe 5 cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Rayon interne 0 cm
Matériau source
Uranium
Masse vol.
Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext
Commentaires
Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

Thorium 234 :


Source cylindrique
Source
Radionucléide
Th 234
Cylindre
Activité
2.00E+08
Décalage
(0 <=> mi-hauteur)
0 cm
Lancer calcul
(Point 1)
H*(10)
4.18E+00 nSv/h
Ecran(s) de protection
Hauteur
11 cm
Distance pt 1
0 cm
Rayon externe 5 cm
Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source
Rayon interne 0 cm
Matériau source
Uranium
Masse vol.
Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext
Commentaires
Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

DERNIERE CHANCE :
Le Protactinium 234 !

Source cylindrique

Source Radionucléide: Pa 234
Cylindre Activité: 2.00E+08 Bq

Décalage (0 <=> mi-hauteur): 0 cm

Lancer calcul

(Point 1)

H*(10)

Ecran(s) de protection

Hauteur: 11 cm

Distance pt 1: 0 cm

Rayon externe: 5 cm

Rayon interne: 0 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

Matériau source: Uranium

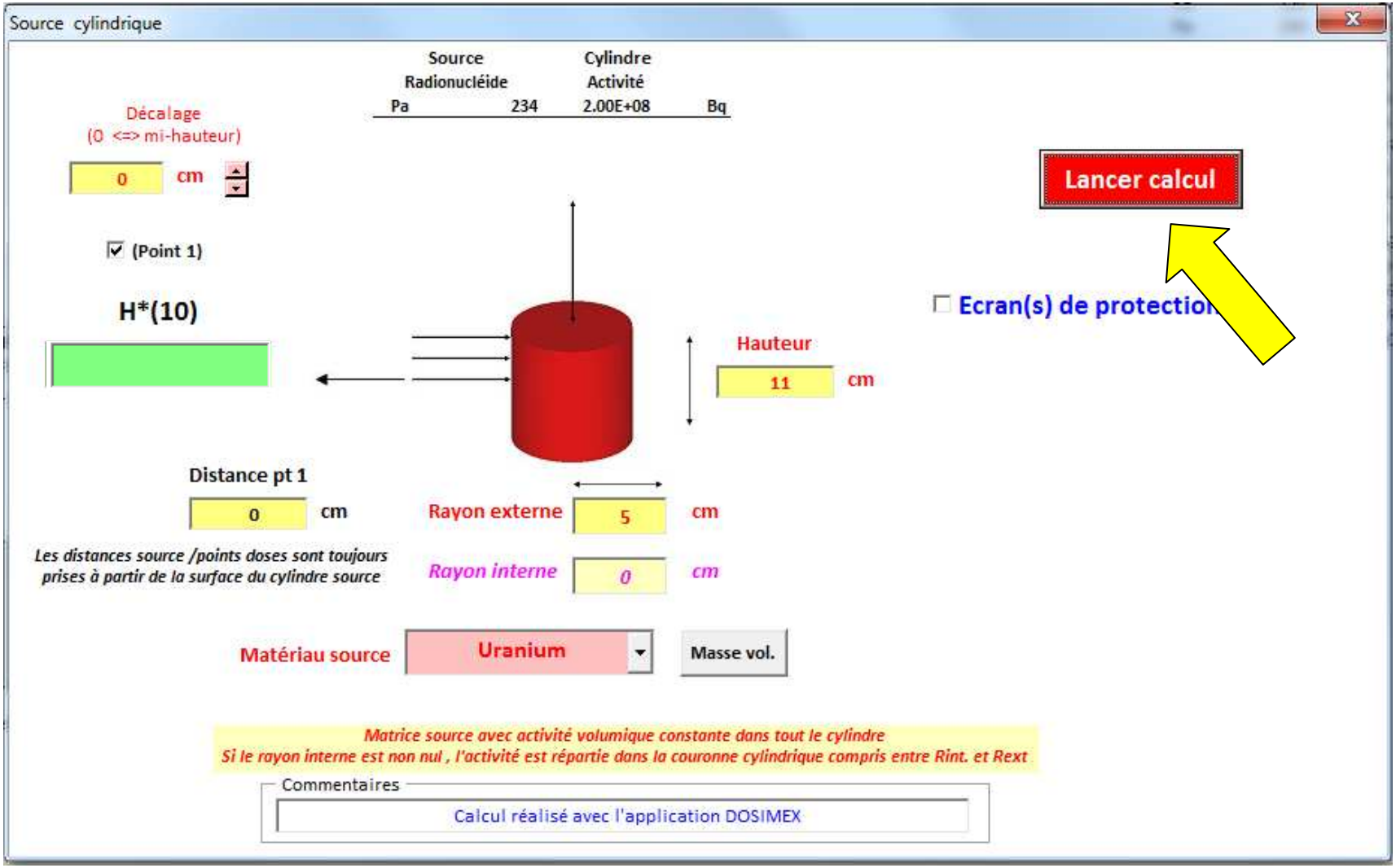
Masse vol.

Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires

Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

DERNIERE CHANCE :
Le Protactinium 234 !



DERNIERE CHANCE :
Le Protactinium 234 !

Source cylindrique

Source Radionucléide: Pa 234
Cylindre Activité: 2.00E+08 Bq

Décalage (0 <=> mi-hauteur): 0 cm

Lancer calcul

(Point 1)

H*(10)
1.28 mSv/h

Ecran(s) de protection

Hauteur: 11 cm

Distance pt 1: 0 cm

Rayon externe: 5 cm

Rayon interne: 0 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

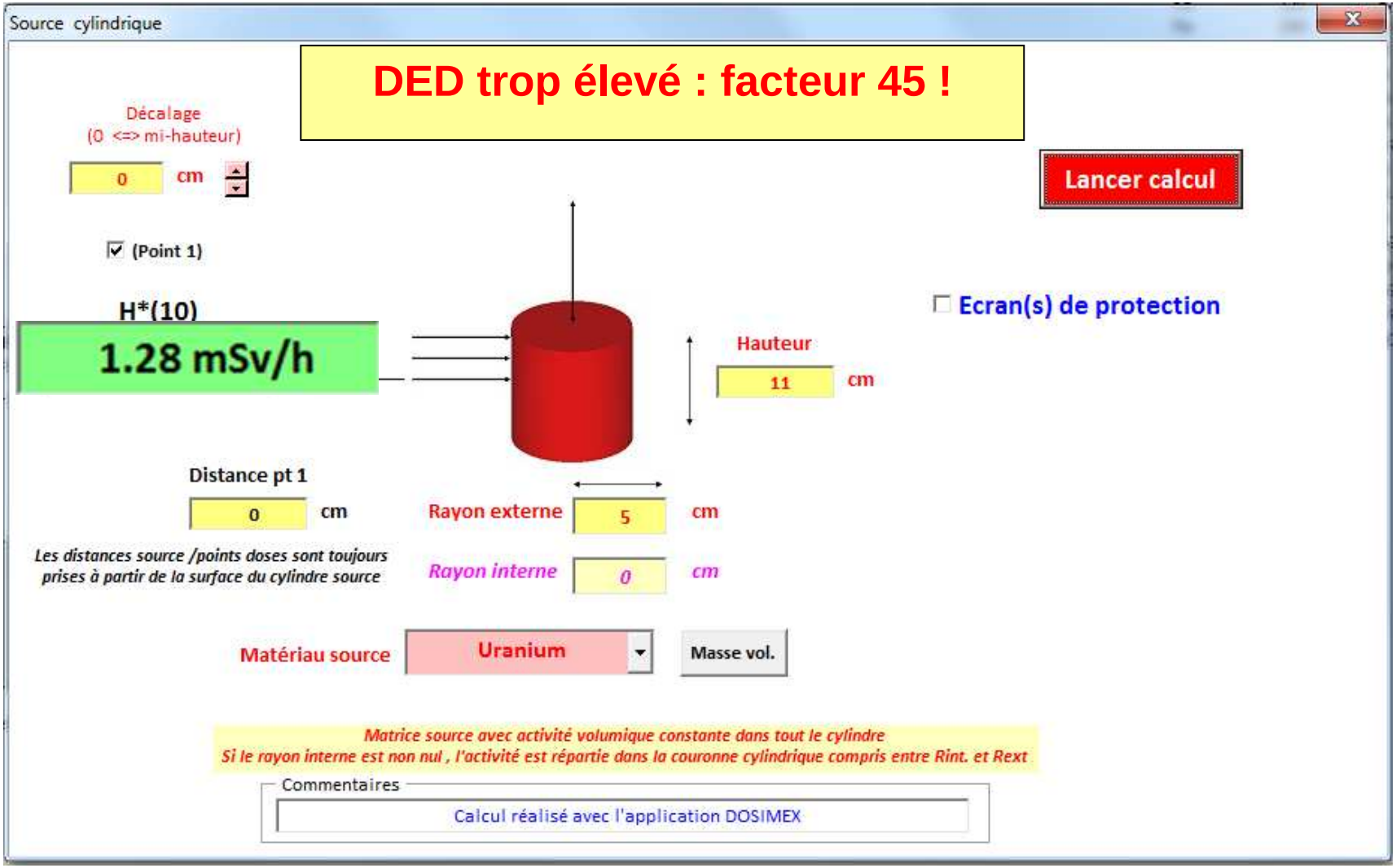
Matériau source: Uranium

Masse vol.

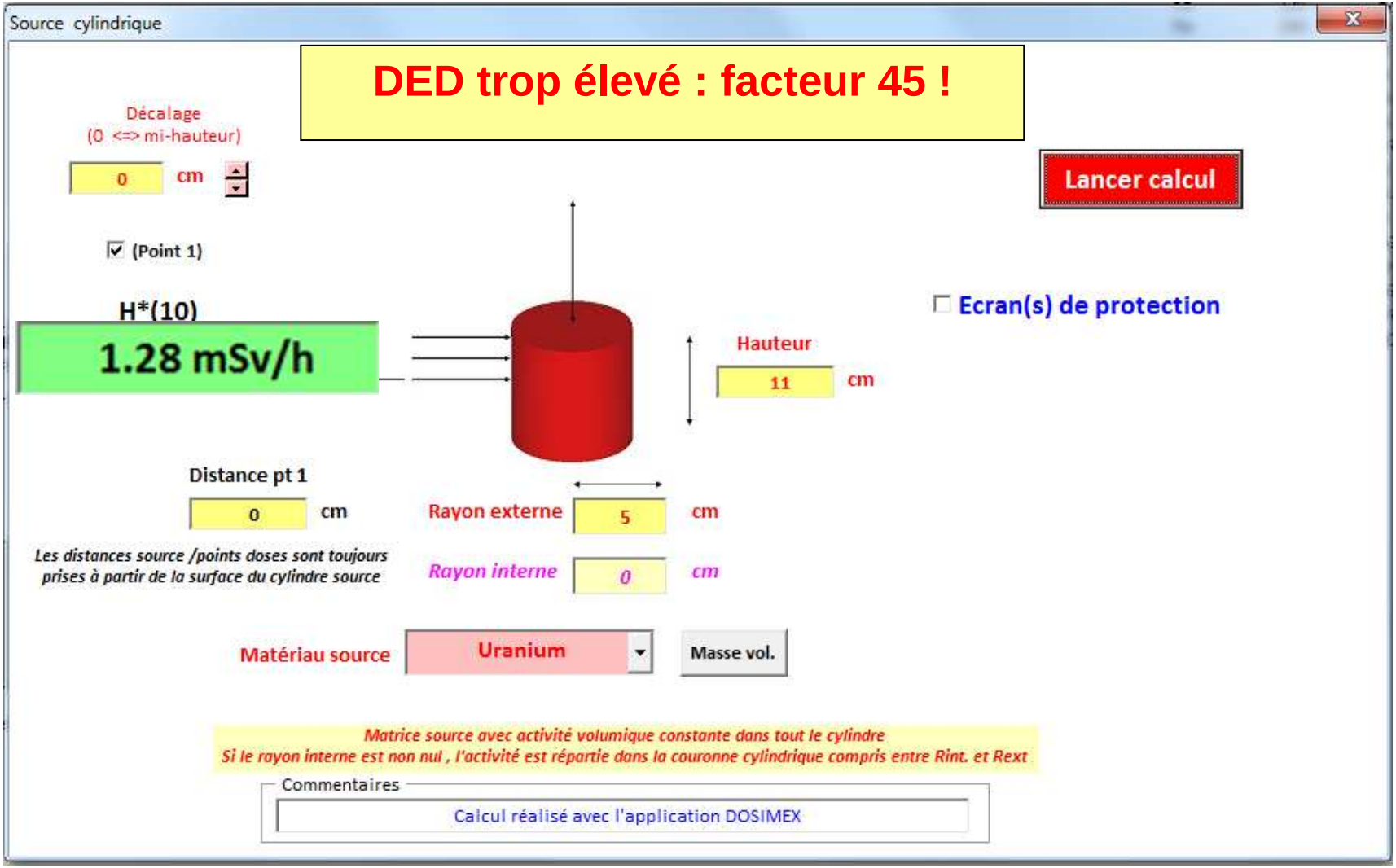
Matrice source avec activité volumique constante dans tout le cylindre
Si le rayon interne est non nul , l'activité est répartie dans la couronne cylindrique compris entre Rint. et Rext

Commentaires
Calcul réalisé avec l'application DOSIMEX

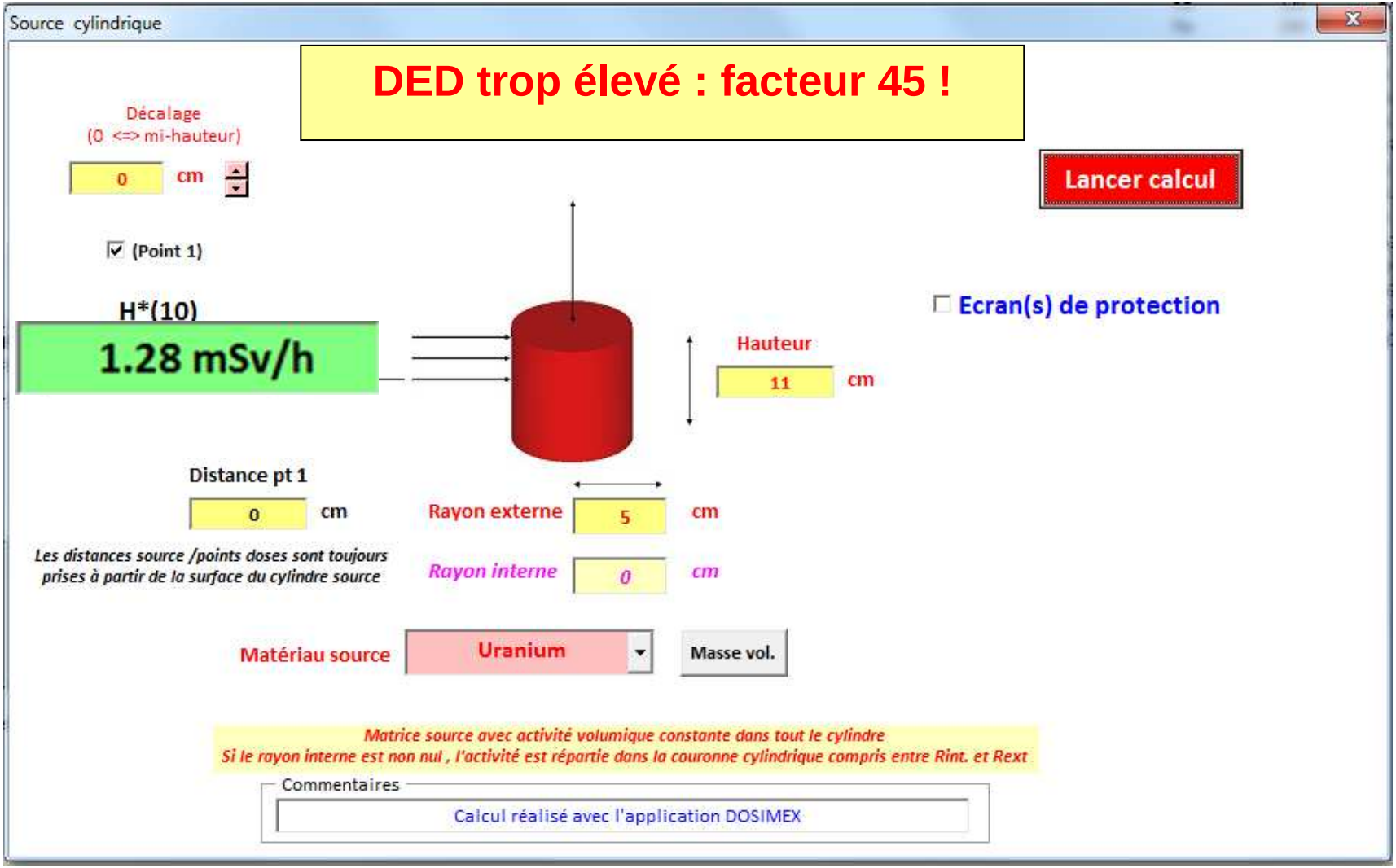
DERNIERE CHANCE :
Le Protactinium 234 !



DERNIERE CHANCE :
Le Protactinium 234 !



~~Dernière chance : le Protactinium 234 !~~

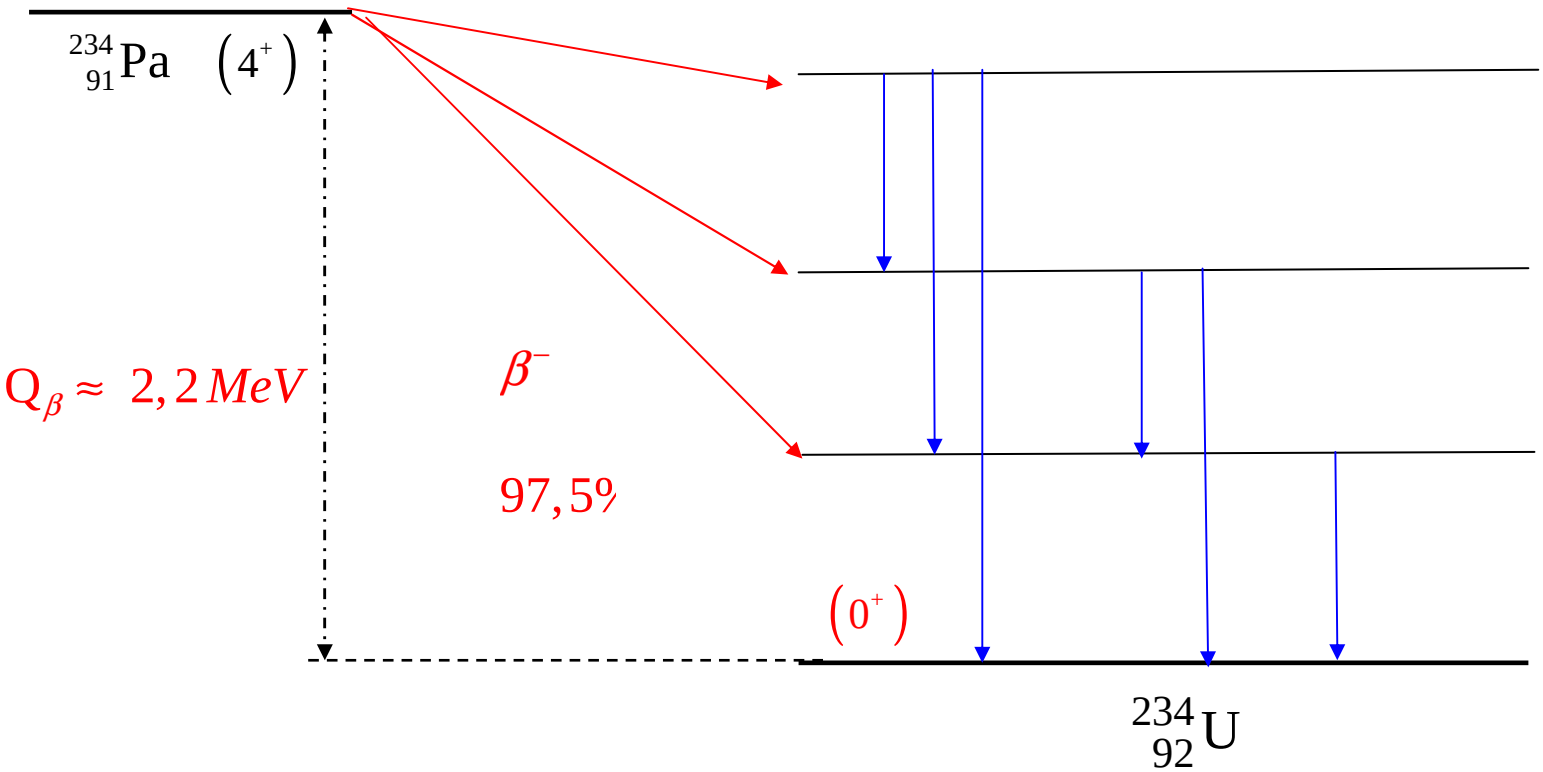


~~Dernière chance : Le Protactinium 234 !~~

MAIS EN Y REGARDANT DE PLUS PRES

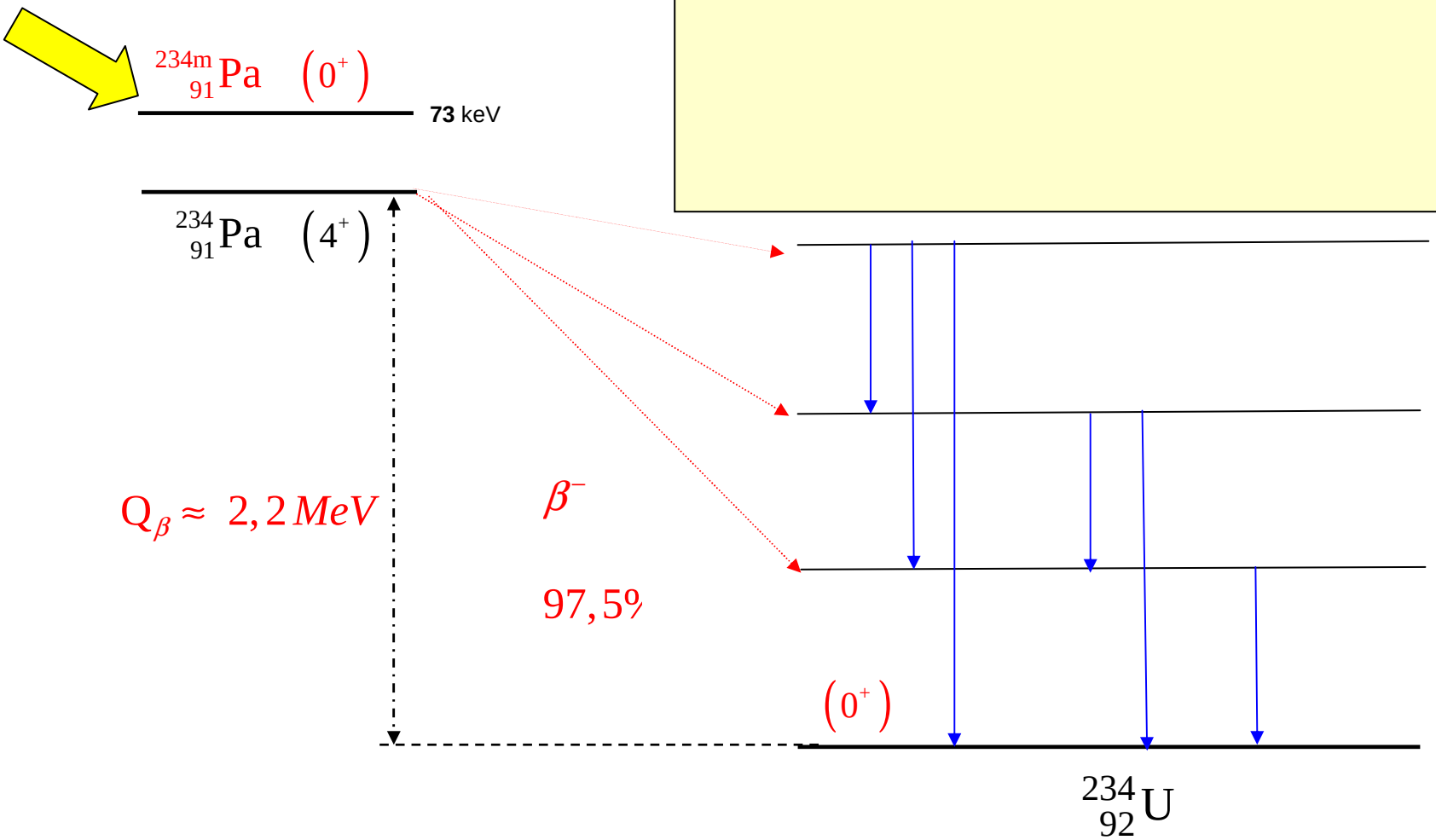
Le Protactinium 234

Un monstre radiologique :
250 émissions gamma
300 % d'intensité au total



MAIS EN Y REGARDANT DE PLUS PRES

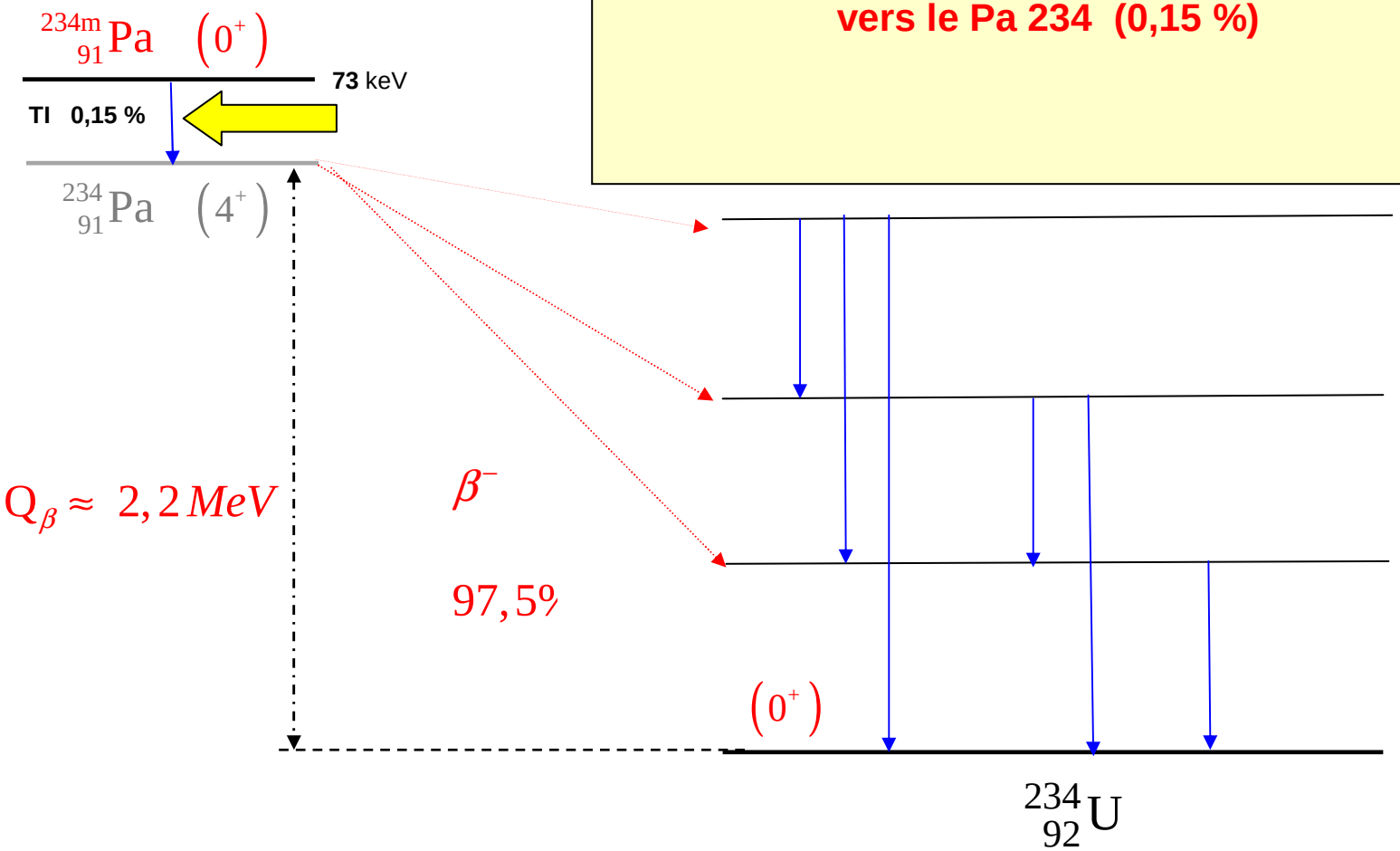
Niveau excité isomère :
Le Protactinium 234m



MAIS EN Y REGARDANT DE PLUS PRES

Niveau excité isomère :
Le Protactinium 234m

Très faible intensité de transition isomérique vers le Pa 234 (0,15 %)

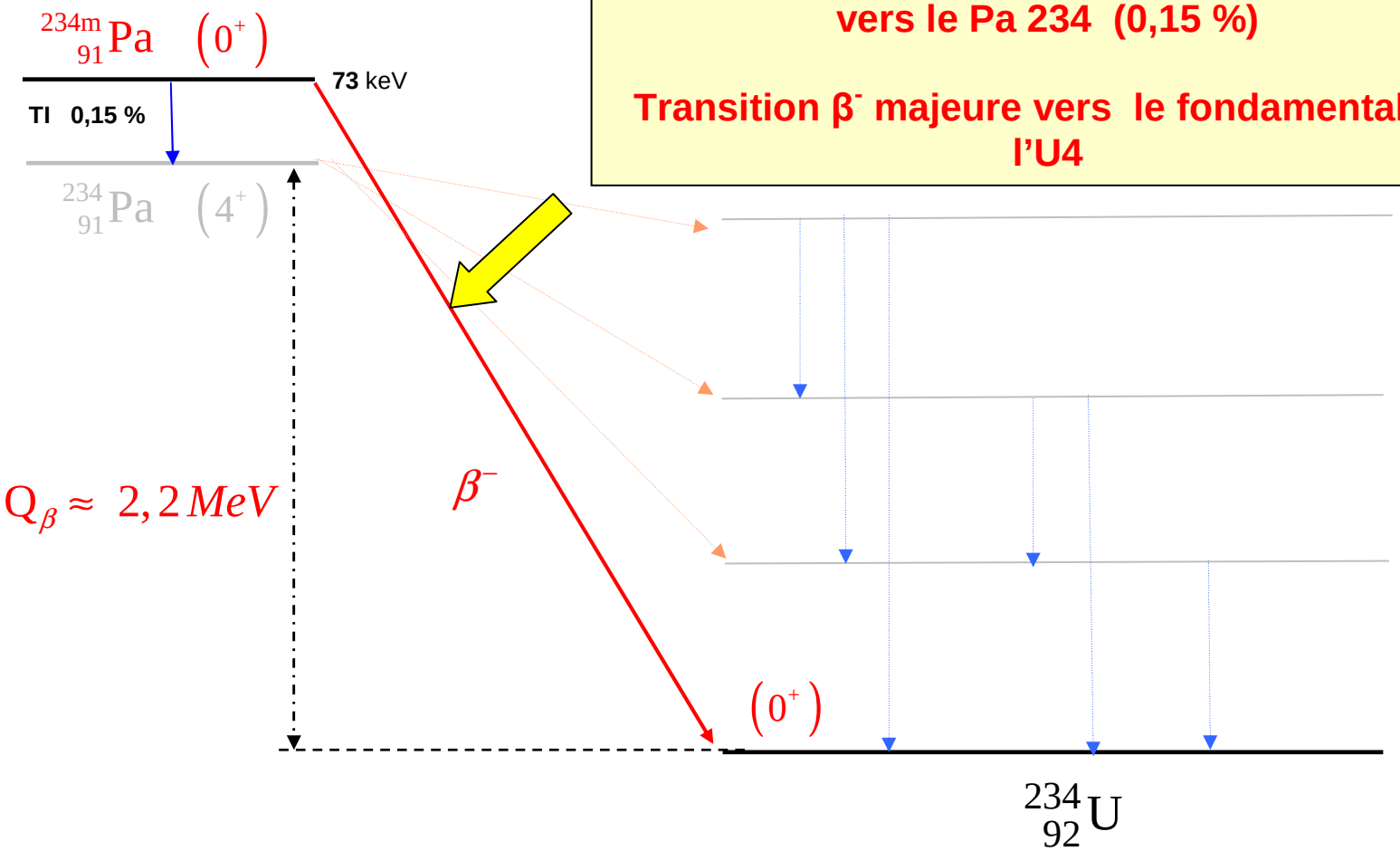


MAIS EN Y REGARDANT DE PLUS PRES

Niveau excité isomère :
Le Protactinium 234m

Très faible intensité de transition isomérique vers le Pa 234 (0,15 %)

Transition β⁻ majeure vers le fondamental de l'U4



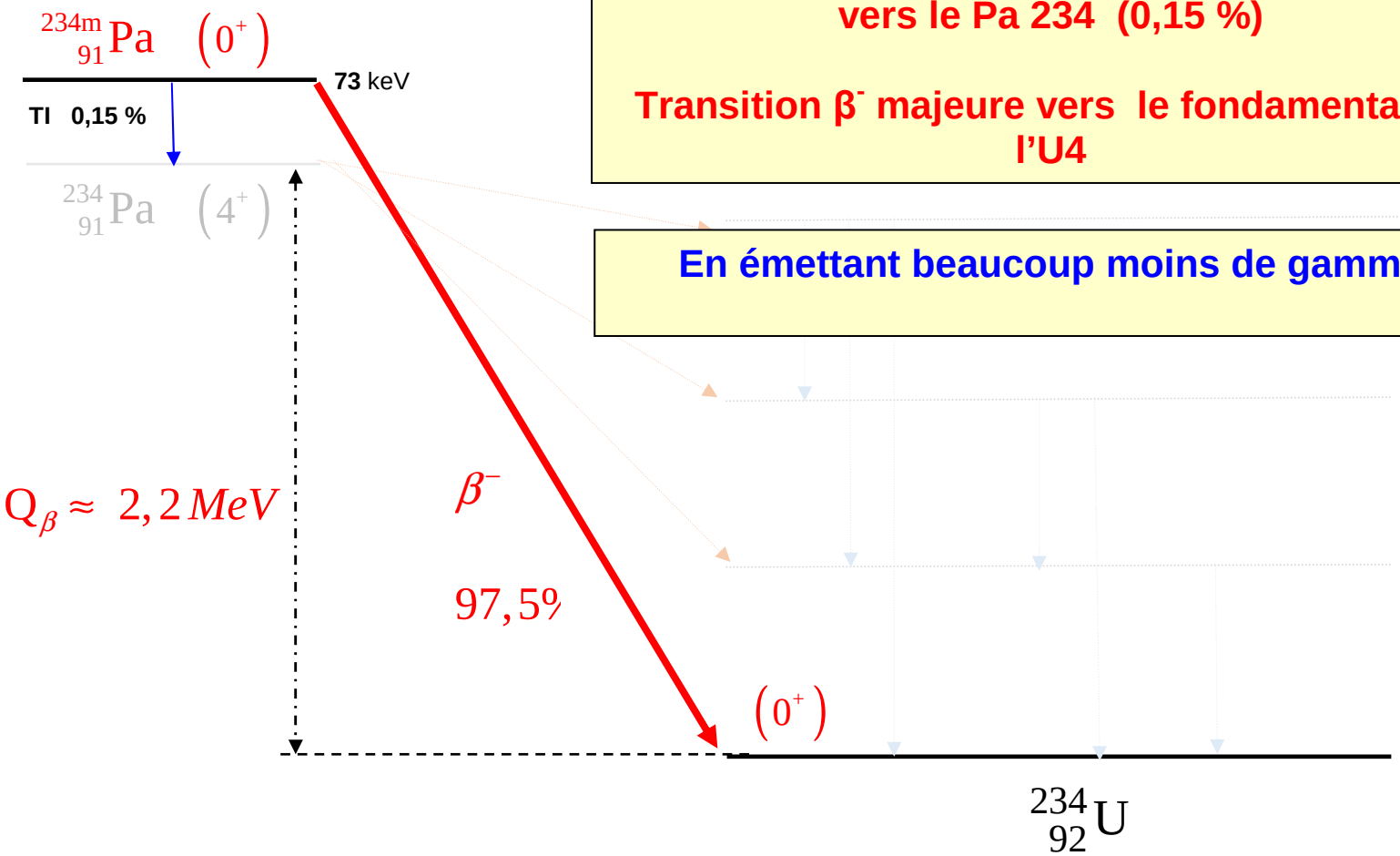
MAIS EN Y REGARDANT DE PLUS PRES

Niveau excité isomère :
Le Protactinium 234m

Très faible intensité de transition isomérique vers le Pa 234 (0,15 %)

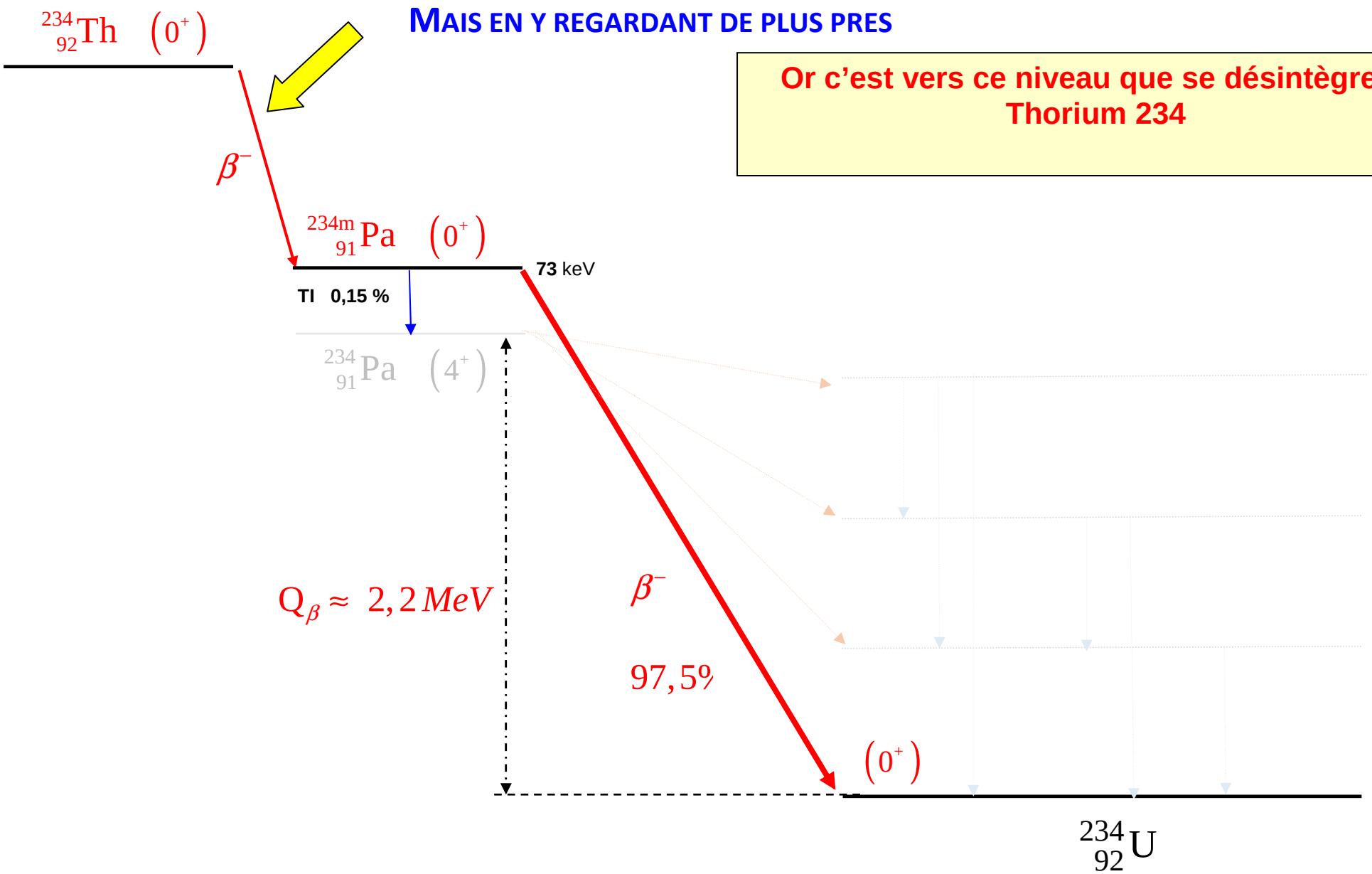
Transition β⁻ majeure vers le fondamental de l'U4

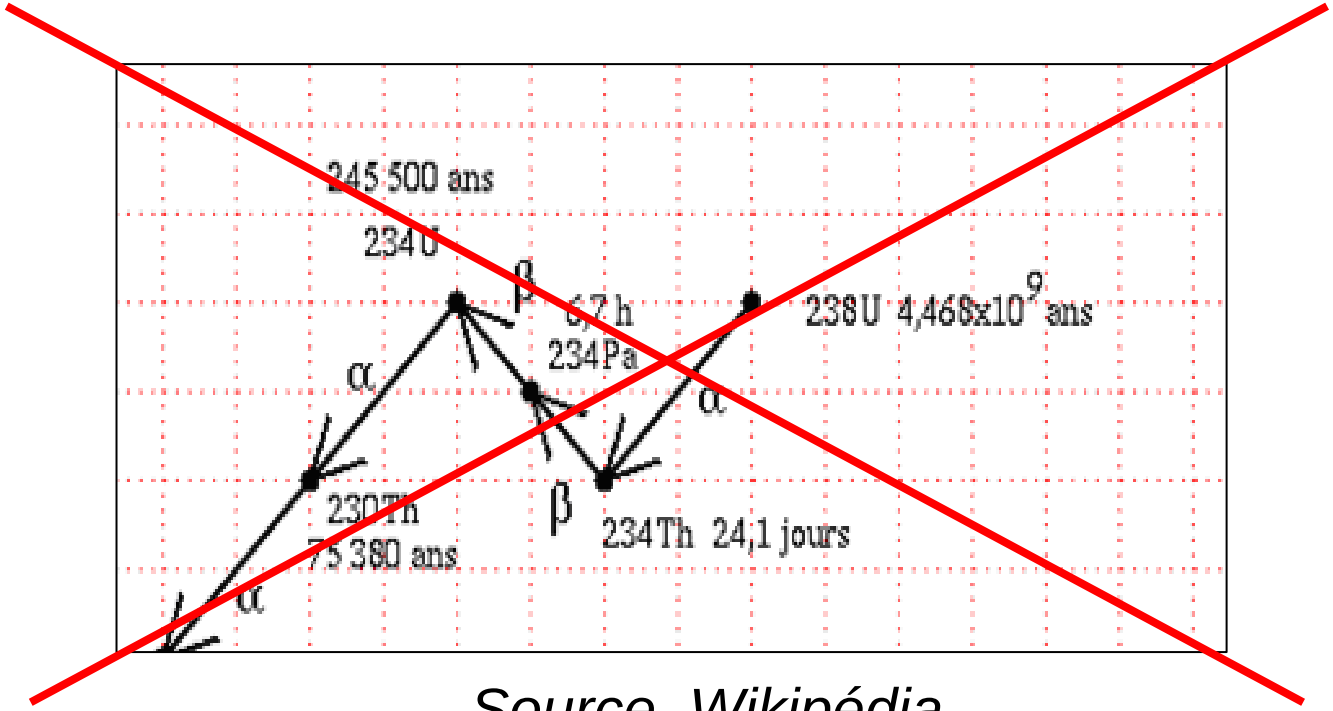
En émettant beaucoup moins de gamma



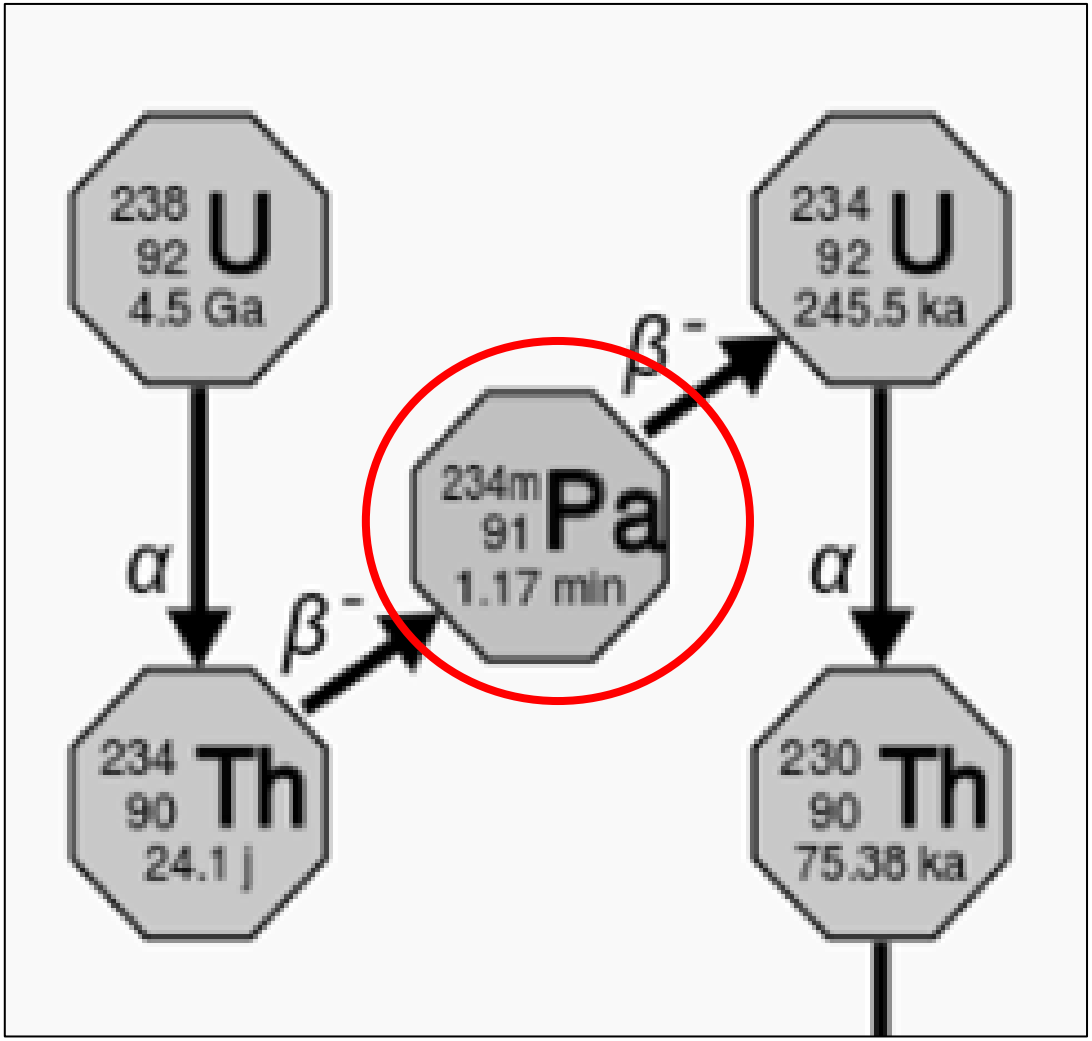
MAIS EN Y REGARDANT DE PLUS PRES

Or c'est vers ce niveau que se désintègre le Thorium 234

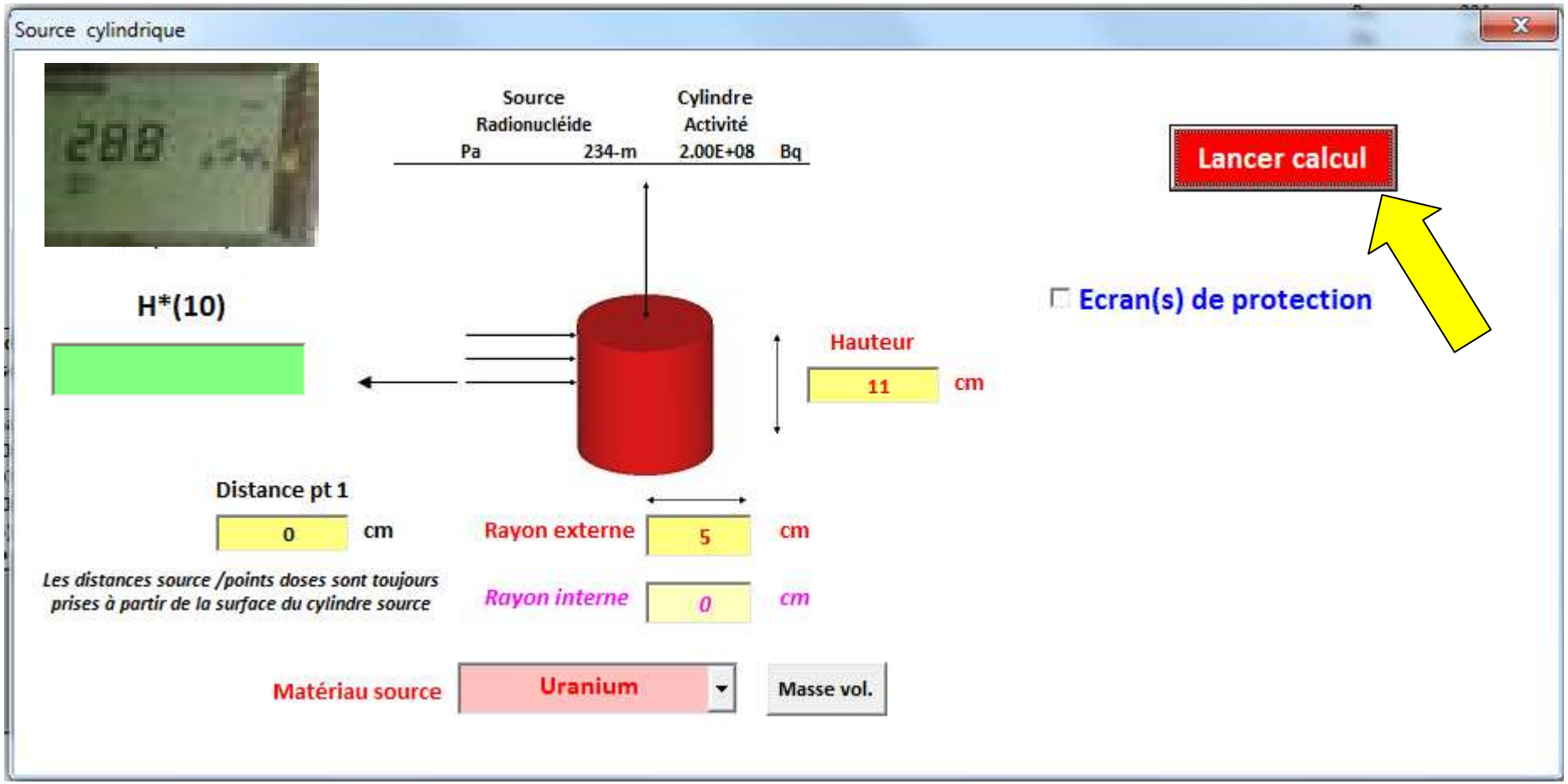




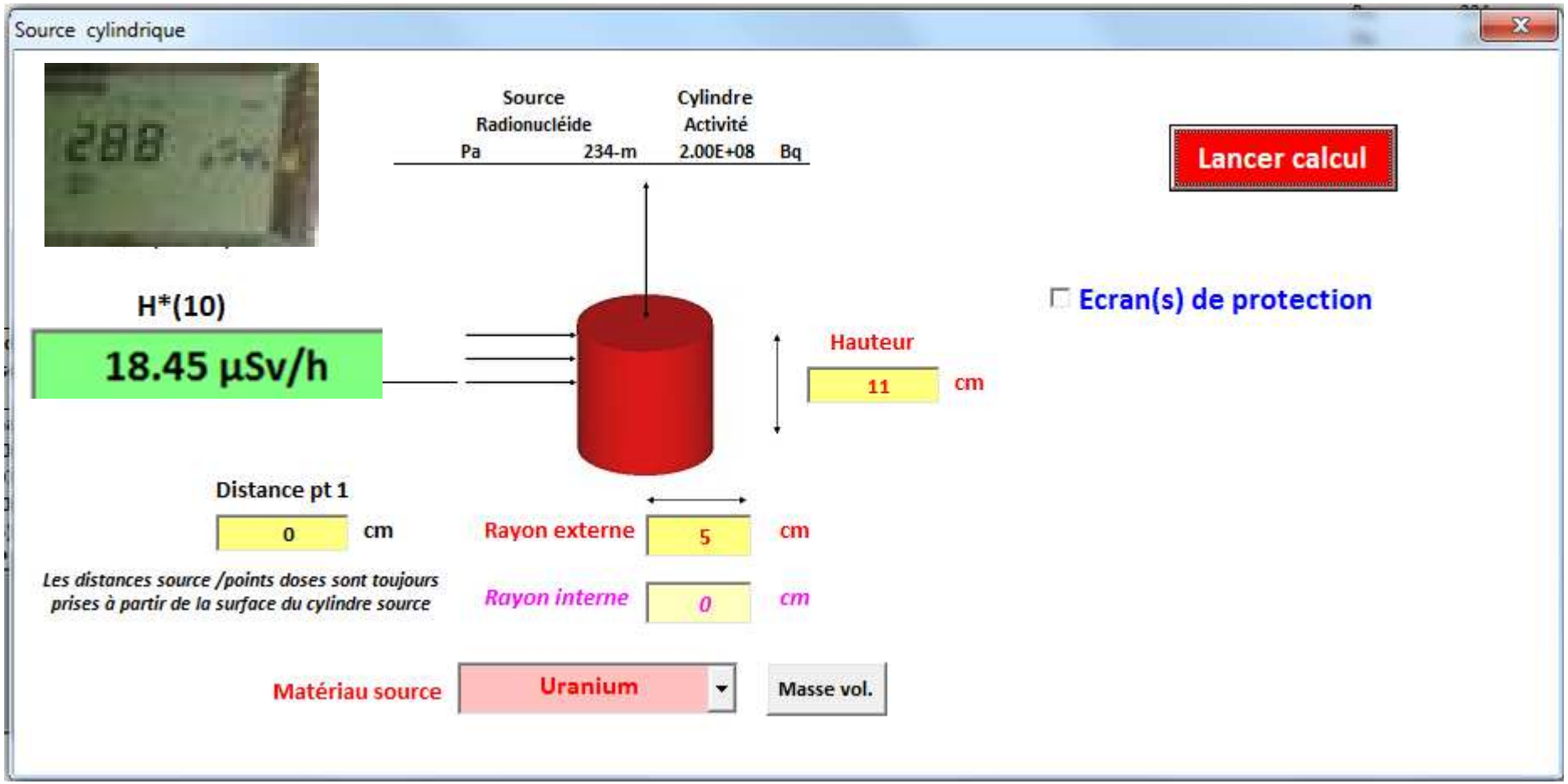
Source Wikipédia


238
92
U
4.5 Ga
α
234
90
Th
24.1 j
β -
234m
91
Pa
1.17 min
β -
234
92
U
245.5 ka
α
230
90
Th
75.38 ka

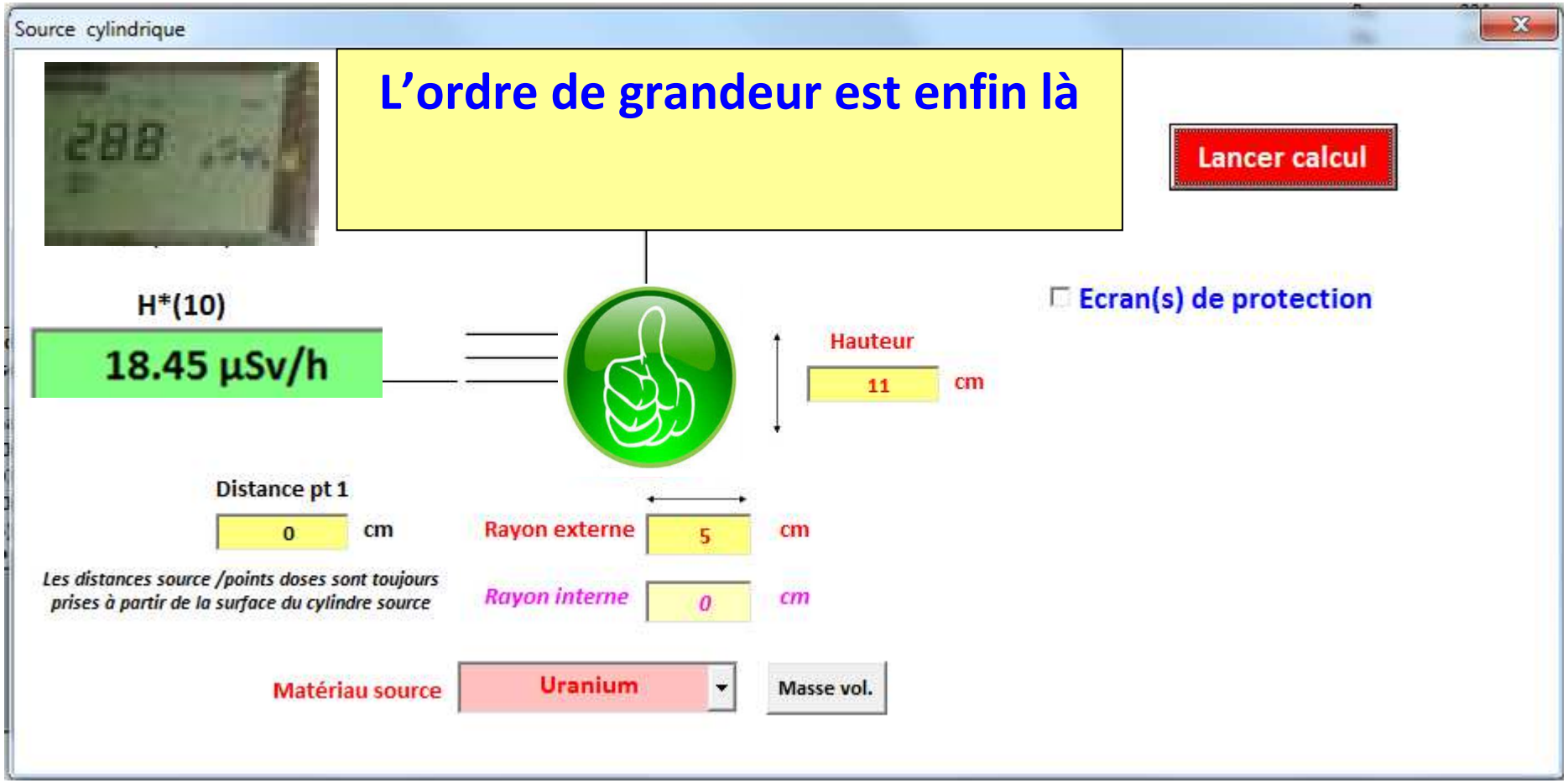
PROTACTINIUM 234M



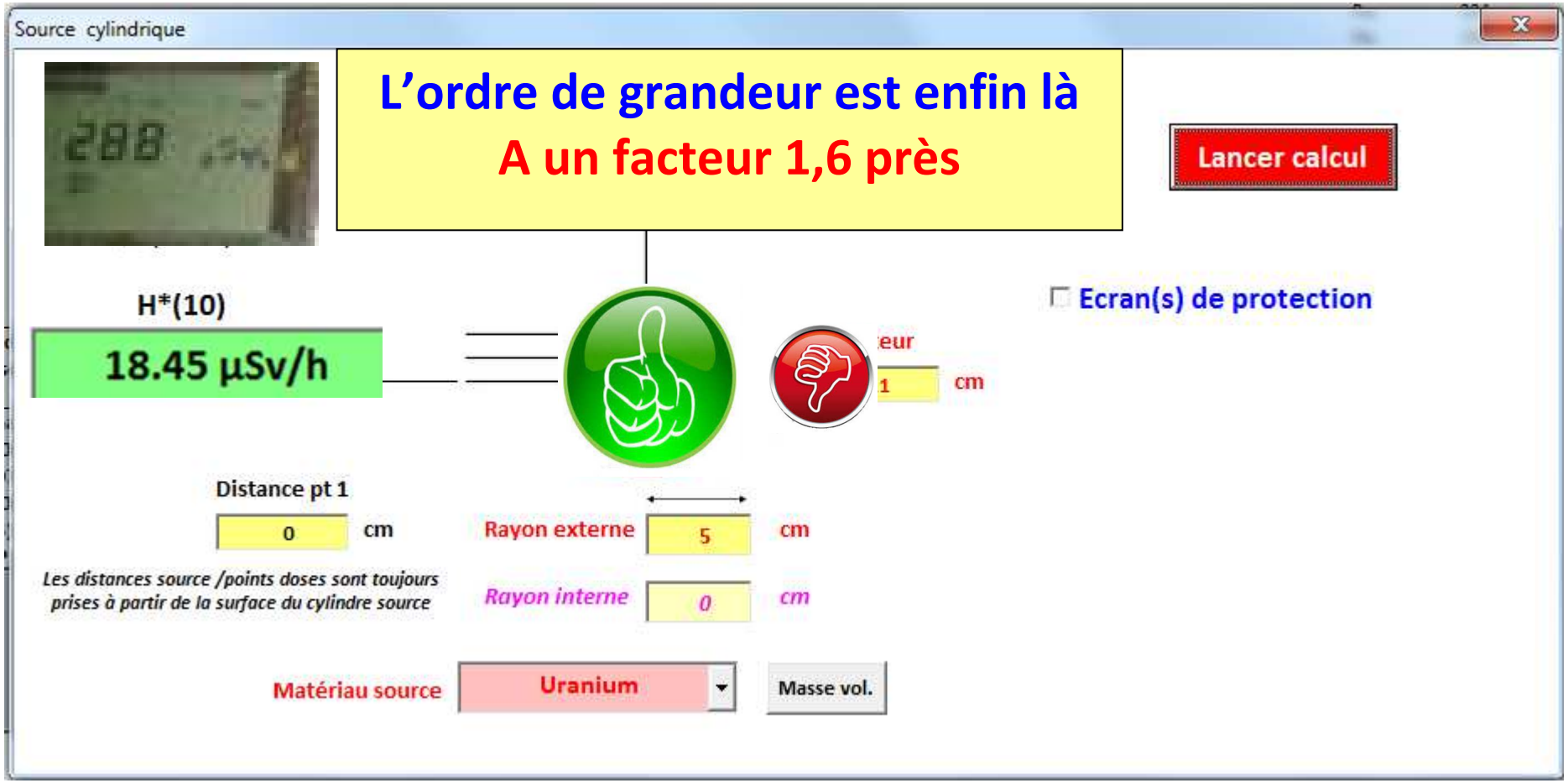
PROTACTINIUM 234M



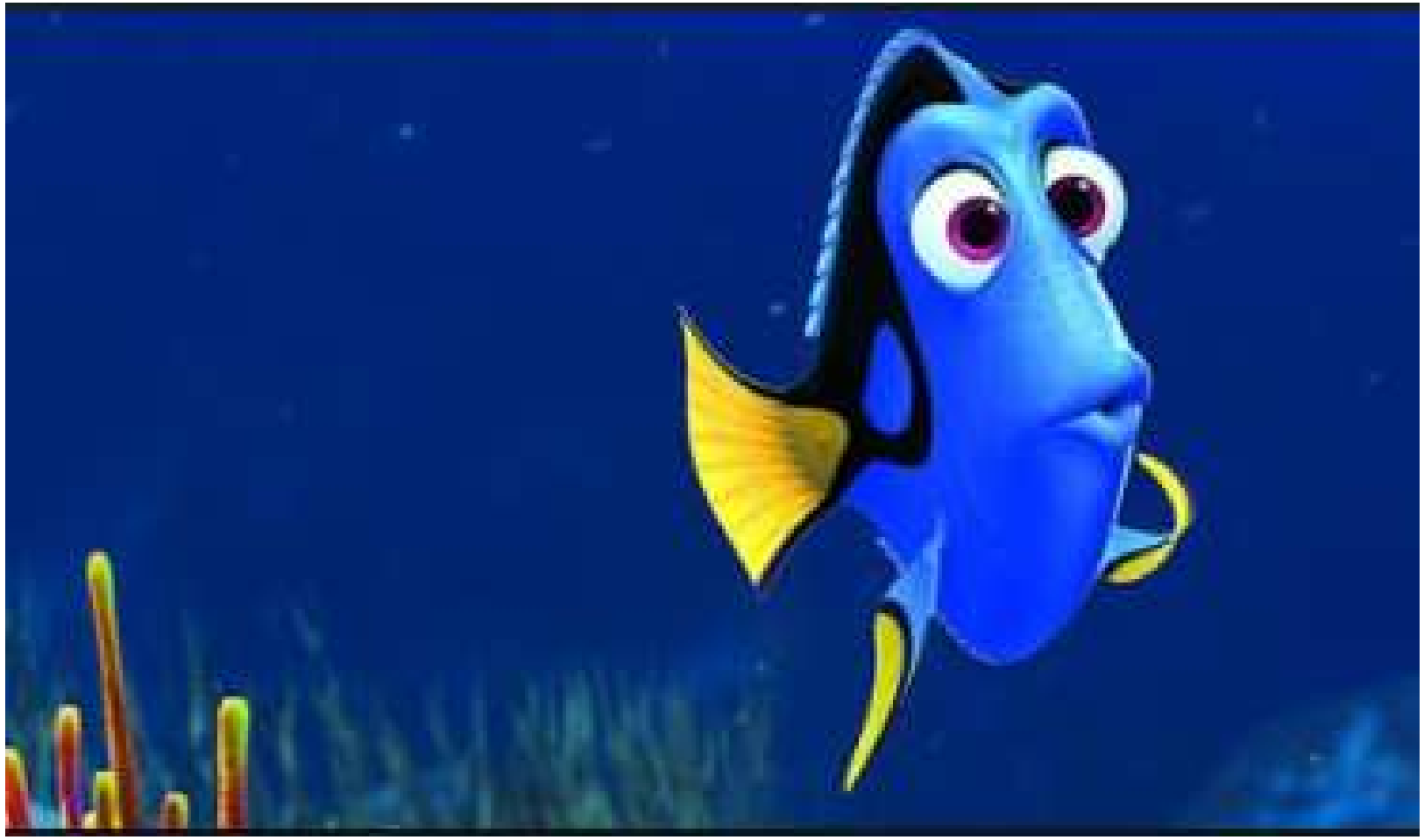
PROTACTINIUM 234M



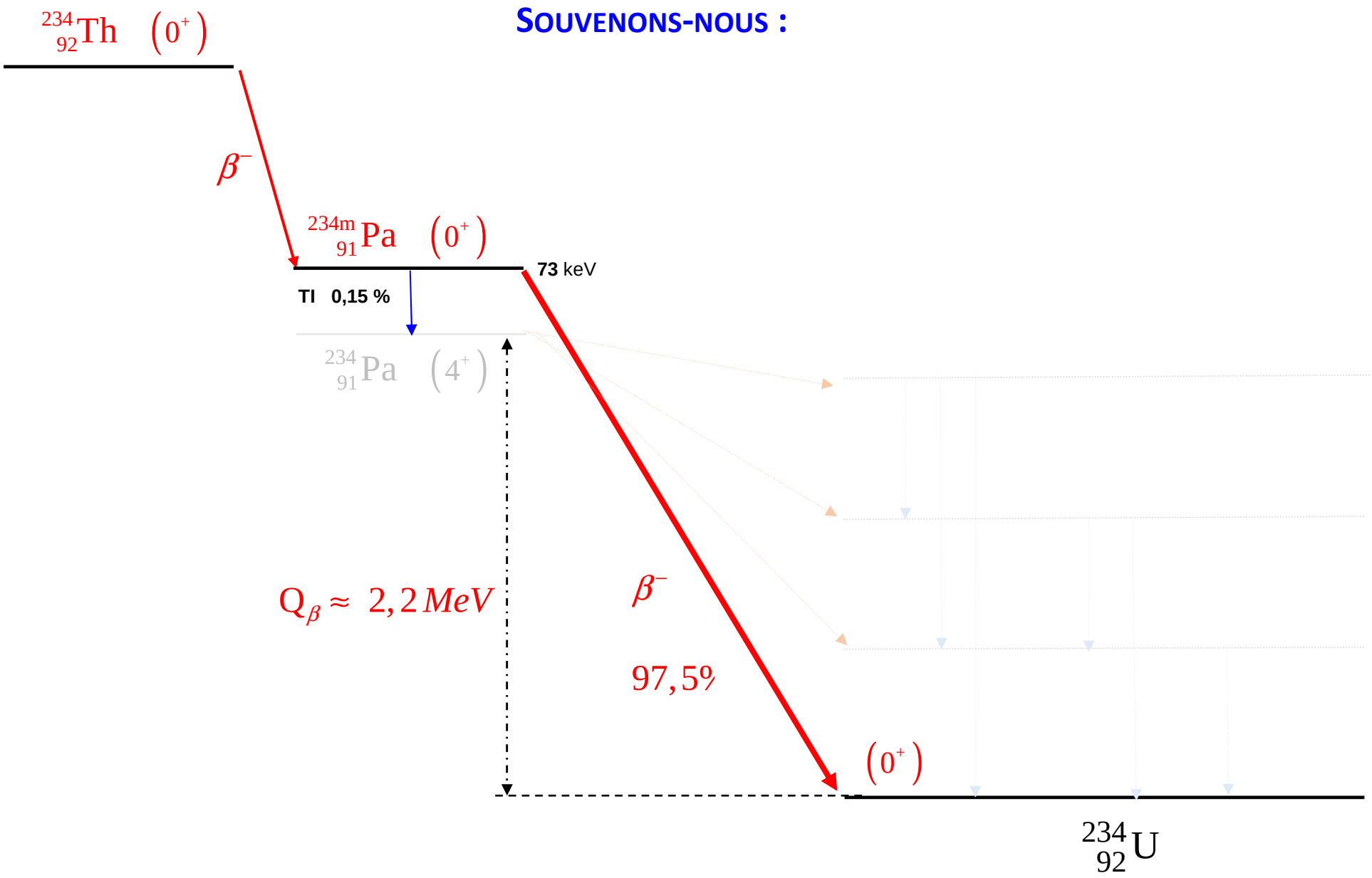
PROTACTINIUM 234M



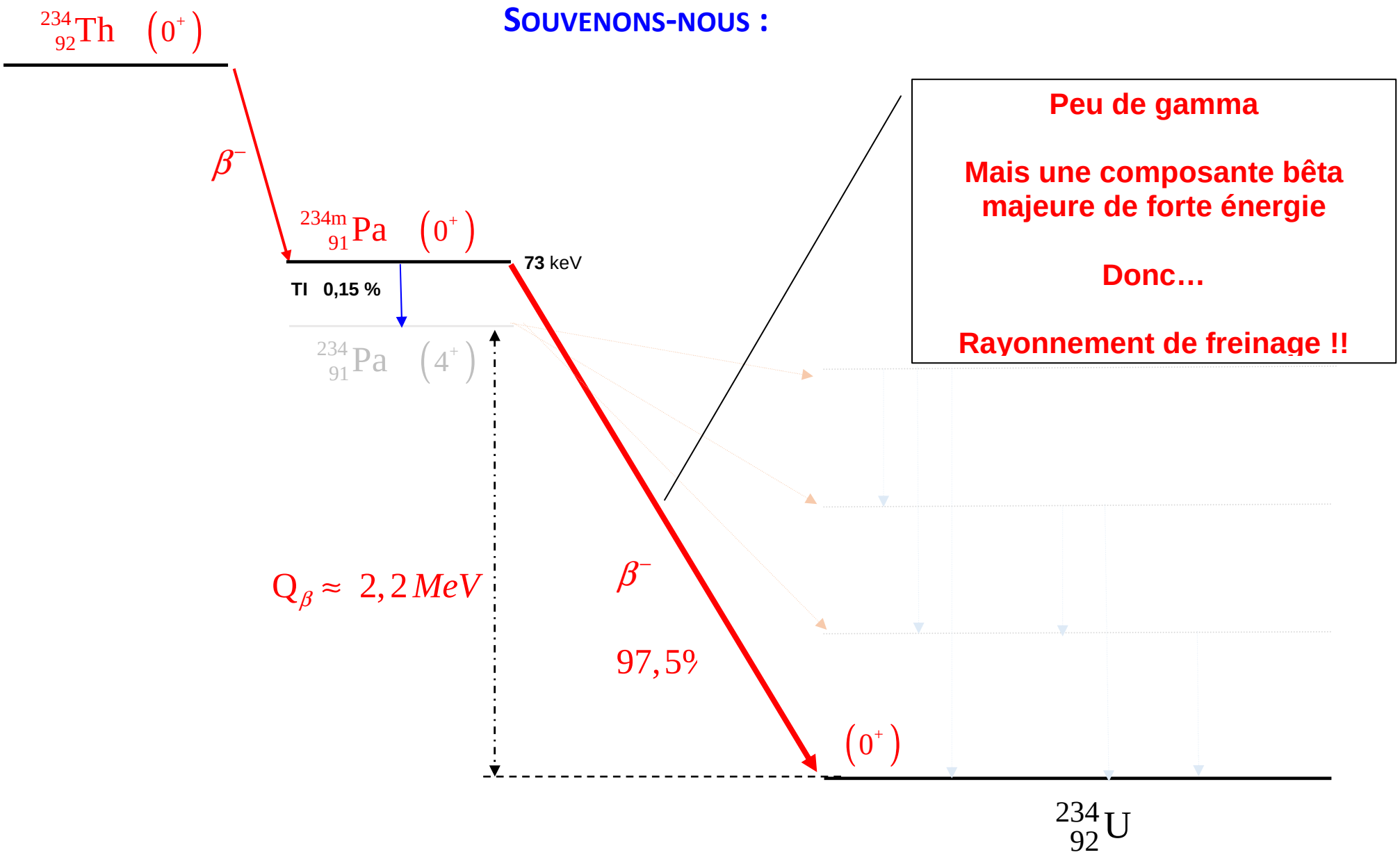
NOUS AVONS CEPENDANT OUBLIÉ UNE COMPOSANTE A LA DOSE !!



SOUVENONS-NOUS :

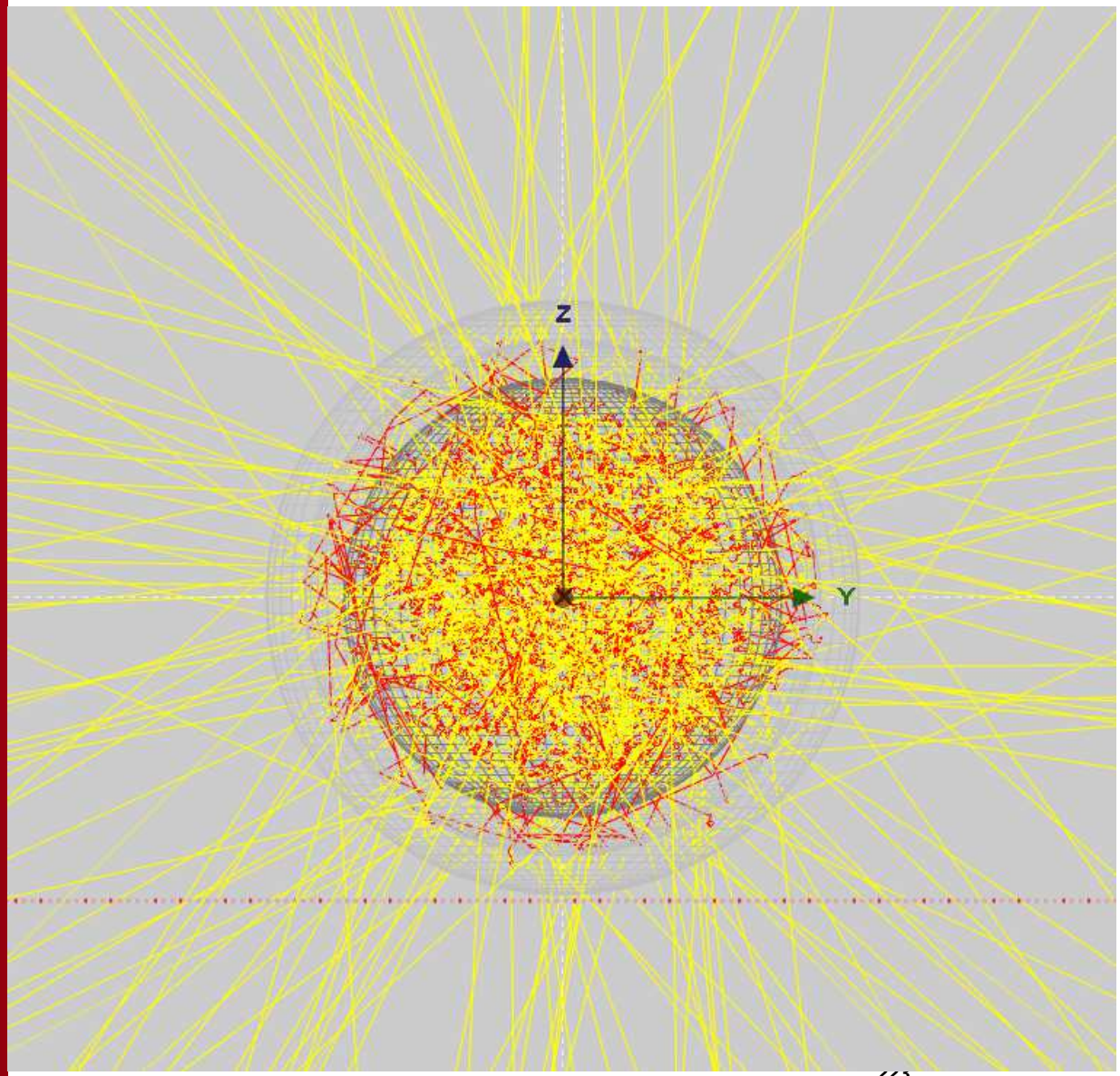


SOUVENONS-NOUS :

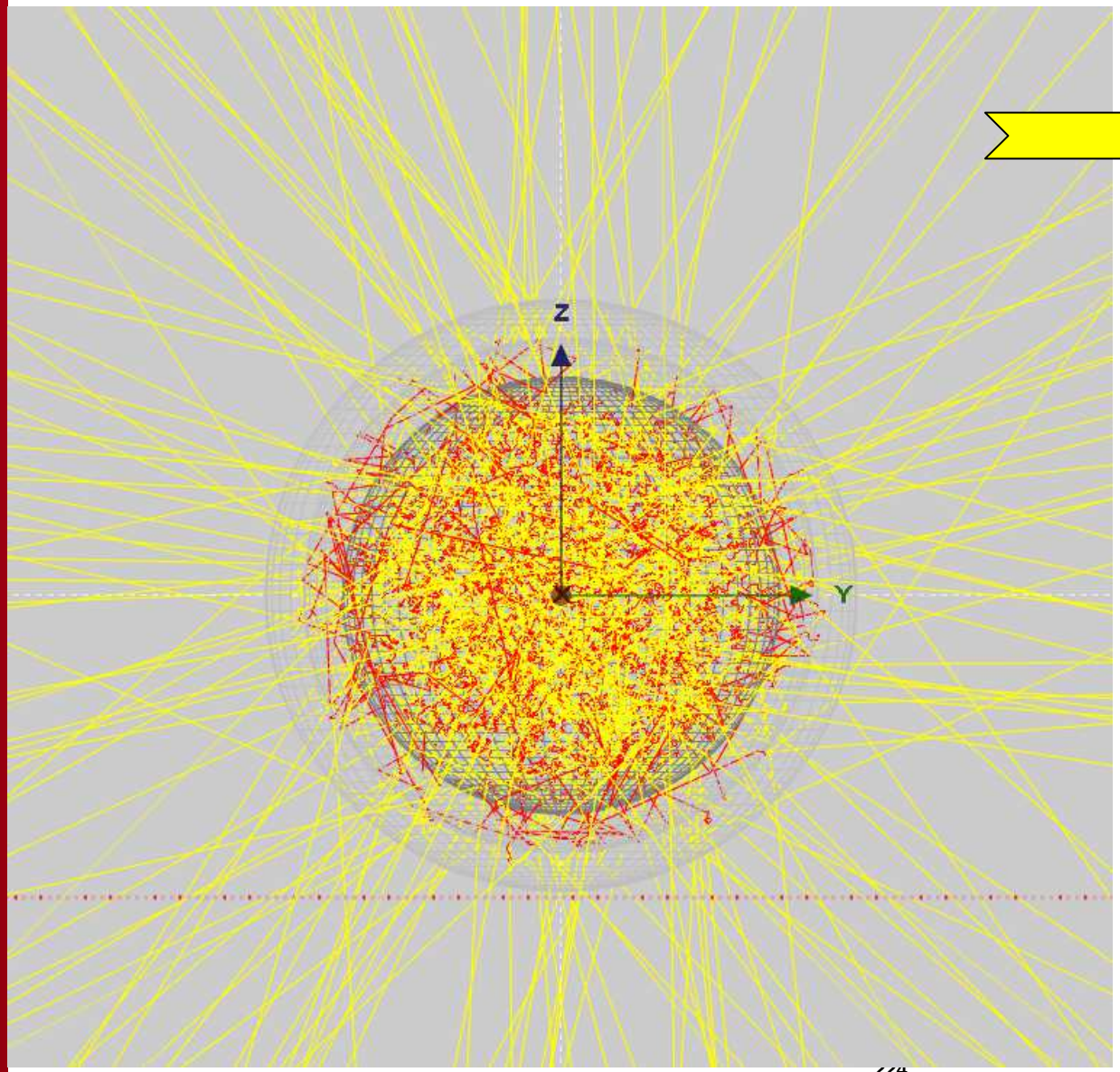


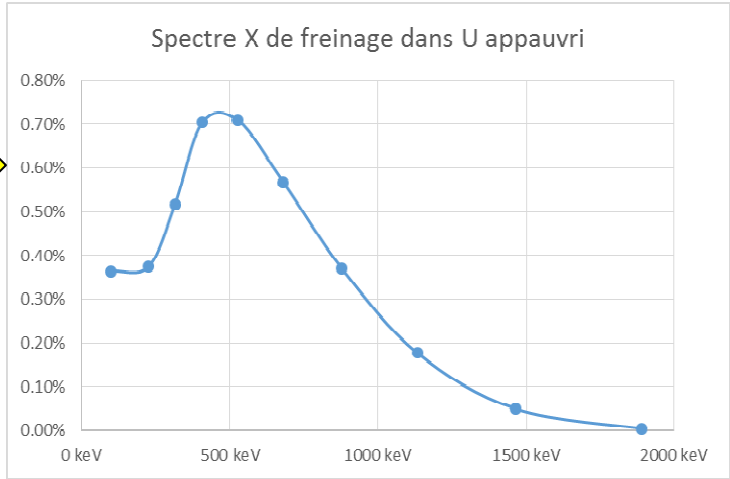
EVALUATION DU SPECTRE DE RAYONNEMENT DE FREINAGE AVEC RAYXPERT©

EVALUATION DU SPECTRE DE RAYONNEMENT DE FREINAGE AVEC RAYXPERT©

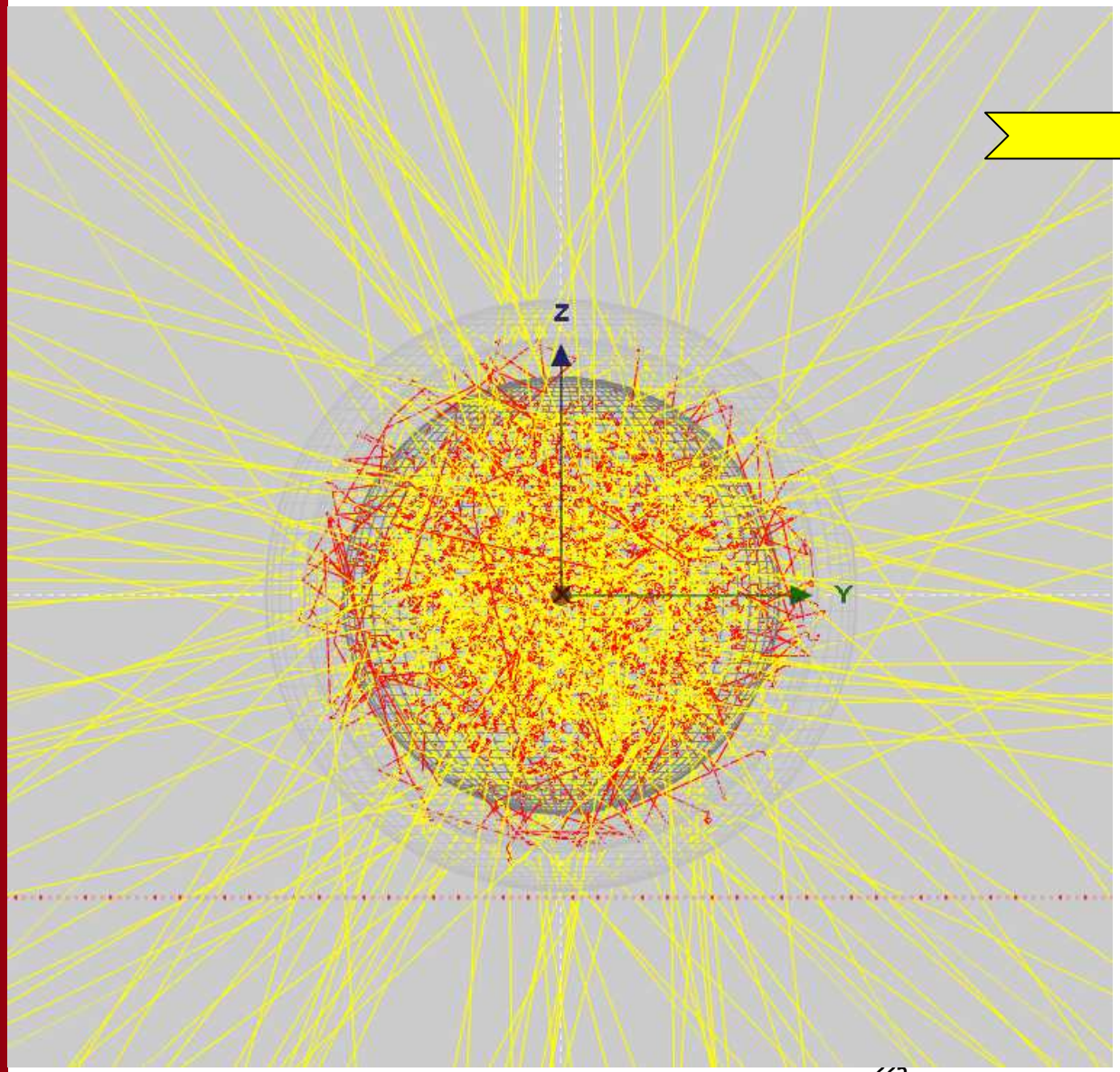


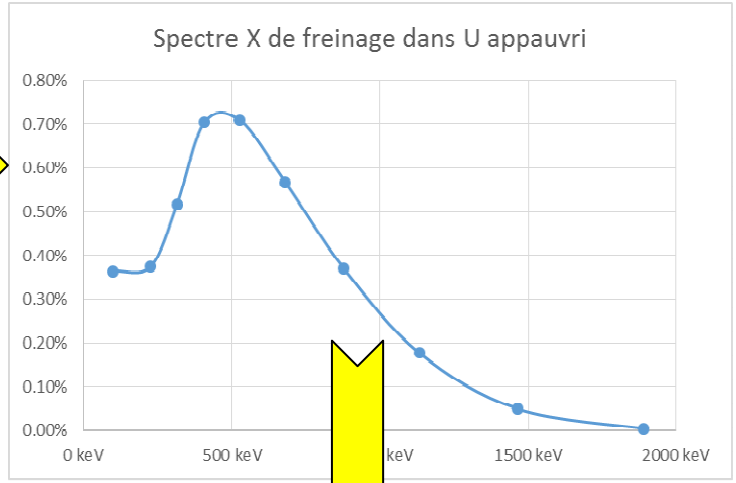
EVALUATION DU SPECTRE DE RAYONNEMENT DE FREINAGE AVEC RAYXPERT©

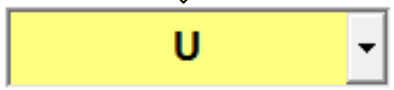


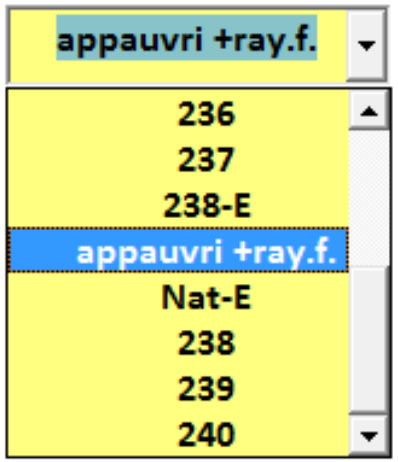


EVALUATION DU SPECTRE DE RAYONNEMENT DE FREINAGE AVEC RAYXPERT©

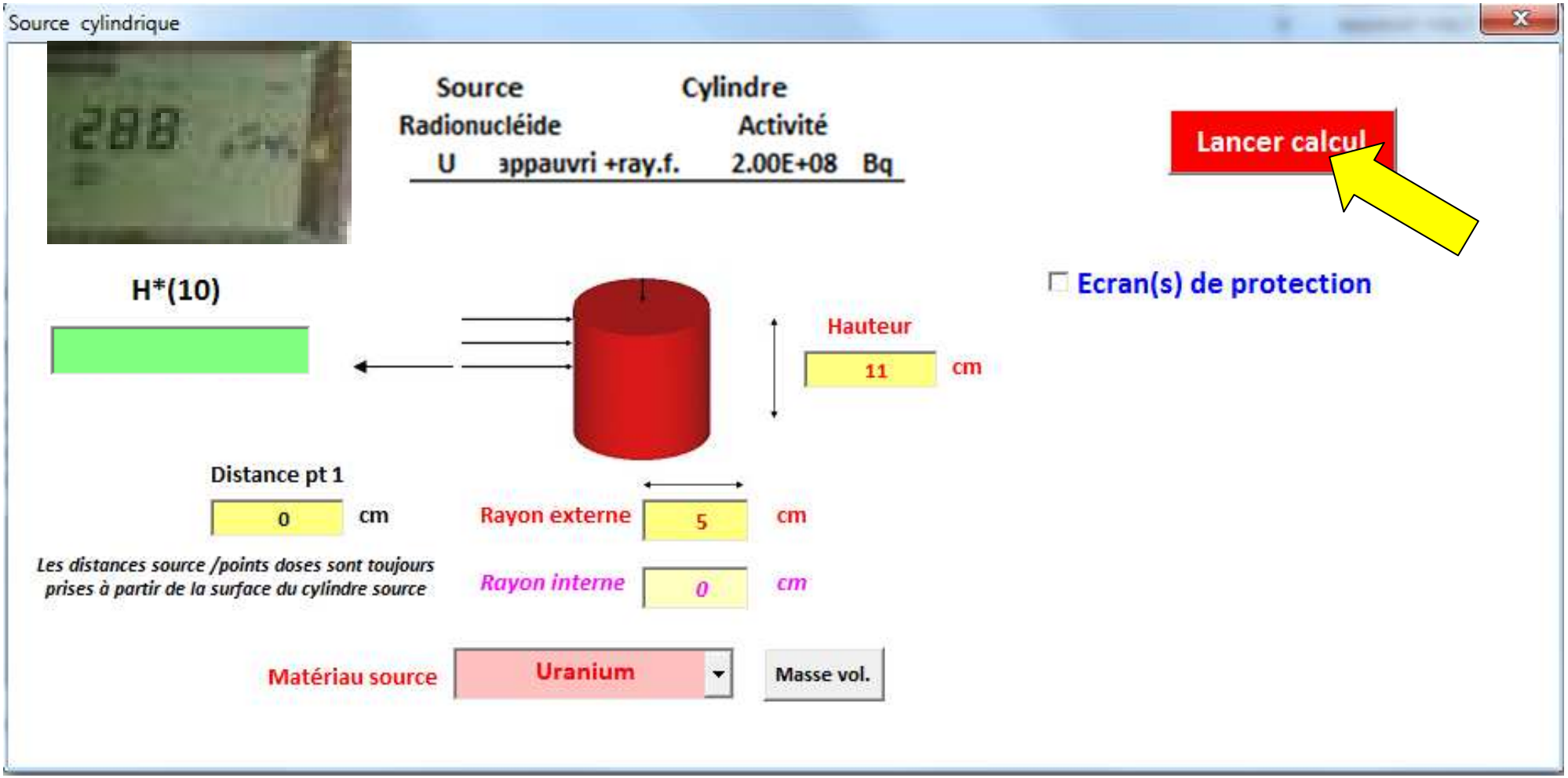




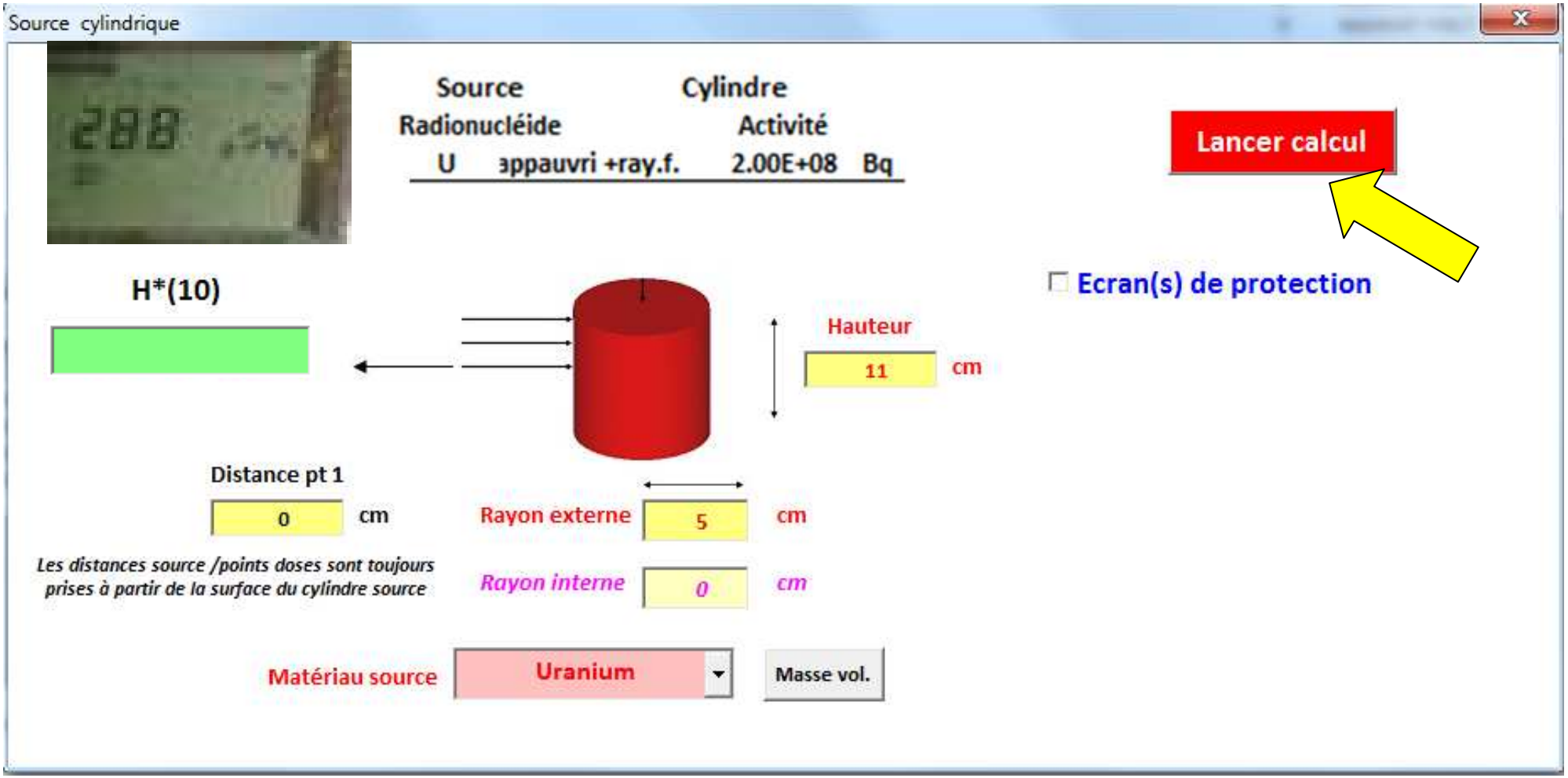




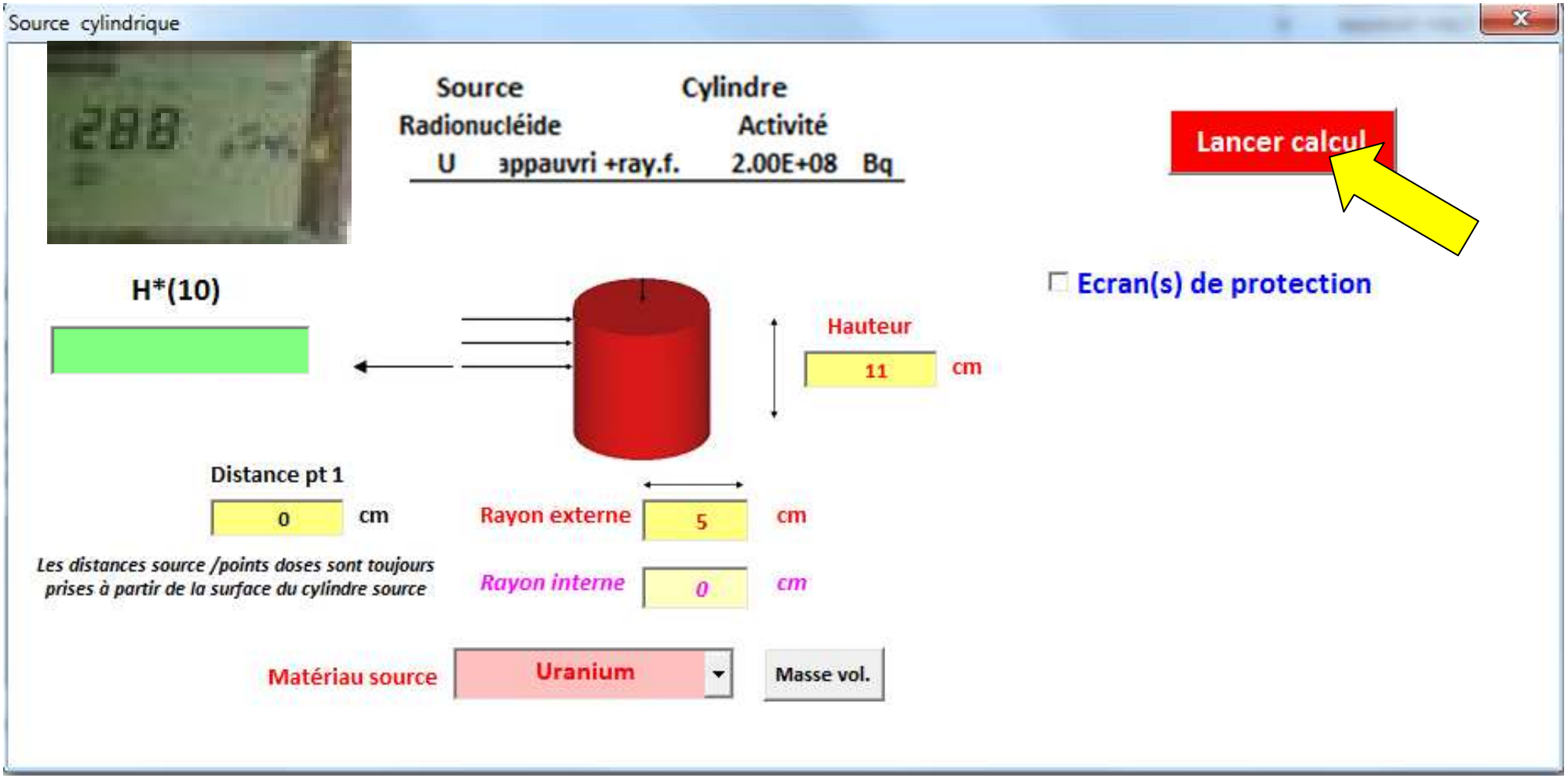
ET DANS UN SUSPENS HITCHOCKIEN FINAL :



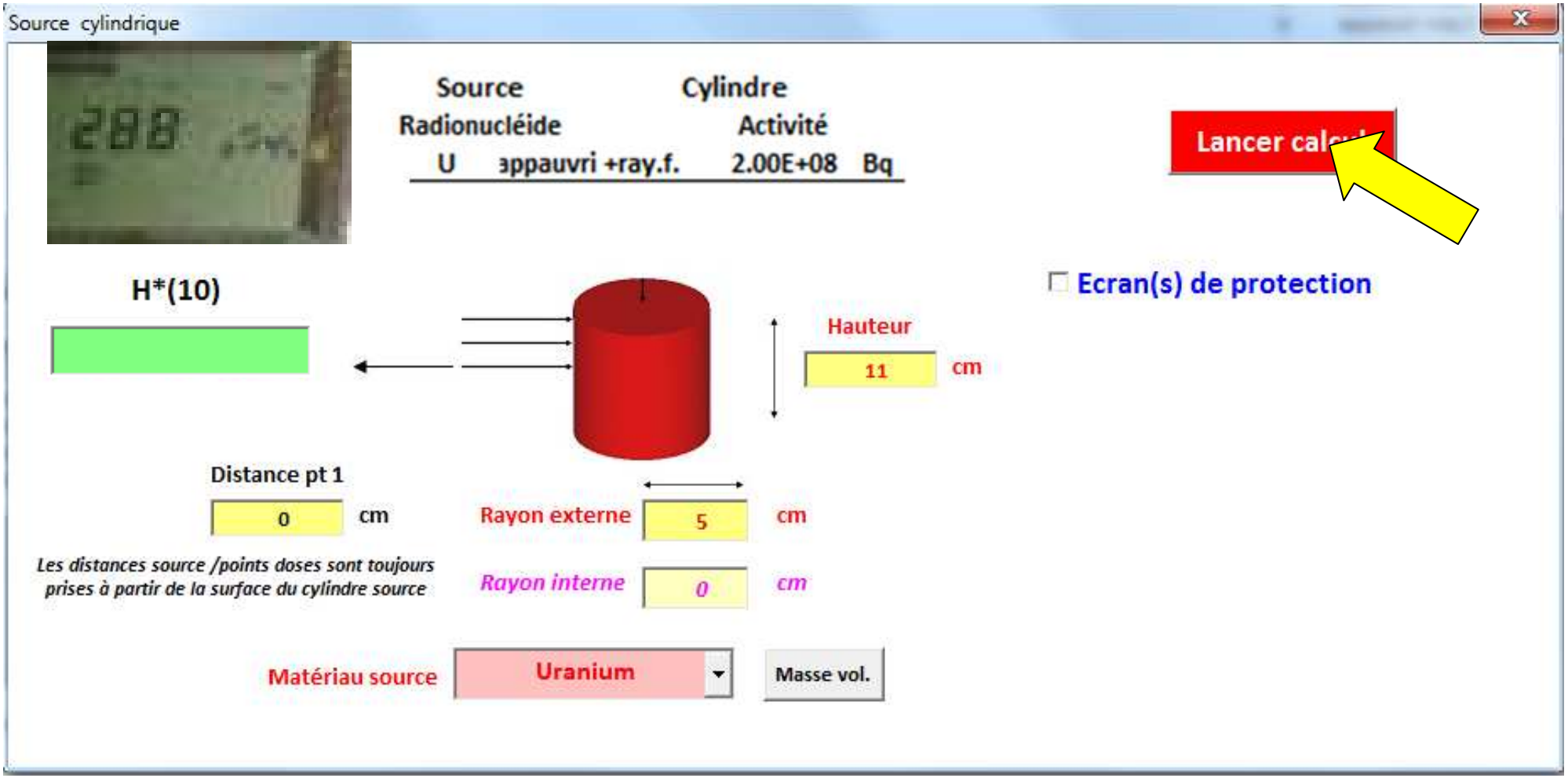
ET DANS UN SUSPENS HITCHOCKIEN FINAL :



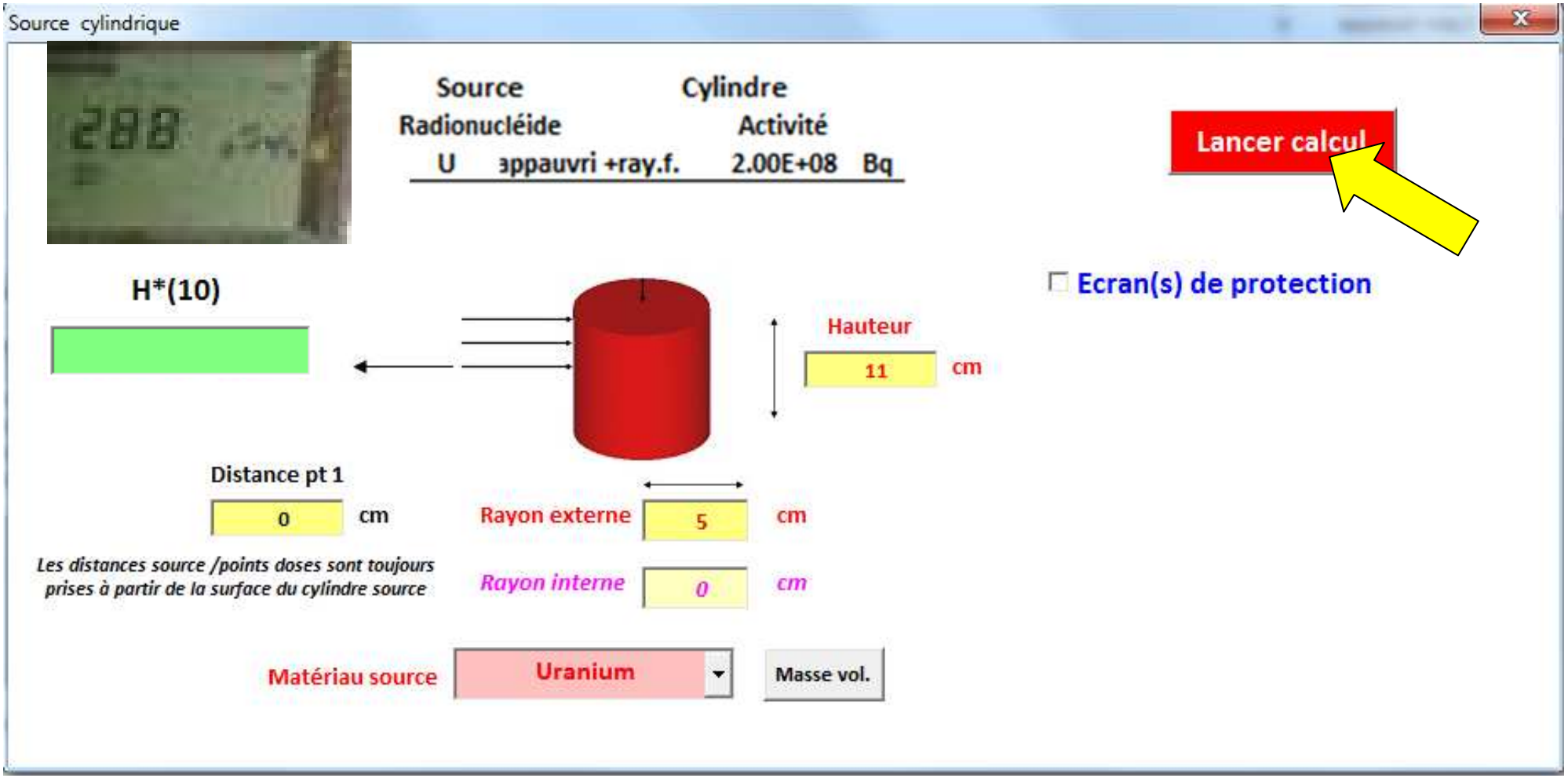
ET DANS UN SUSPENS HITCHOCKIEN FINAL :



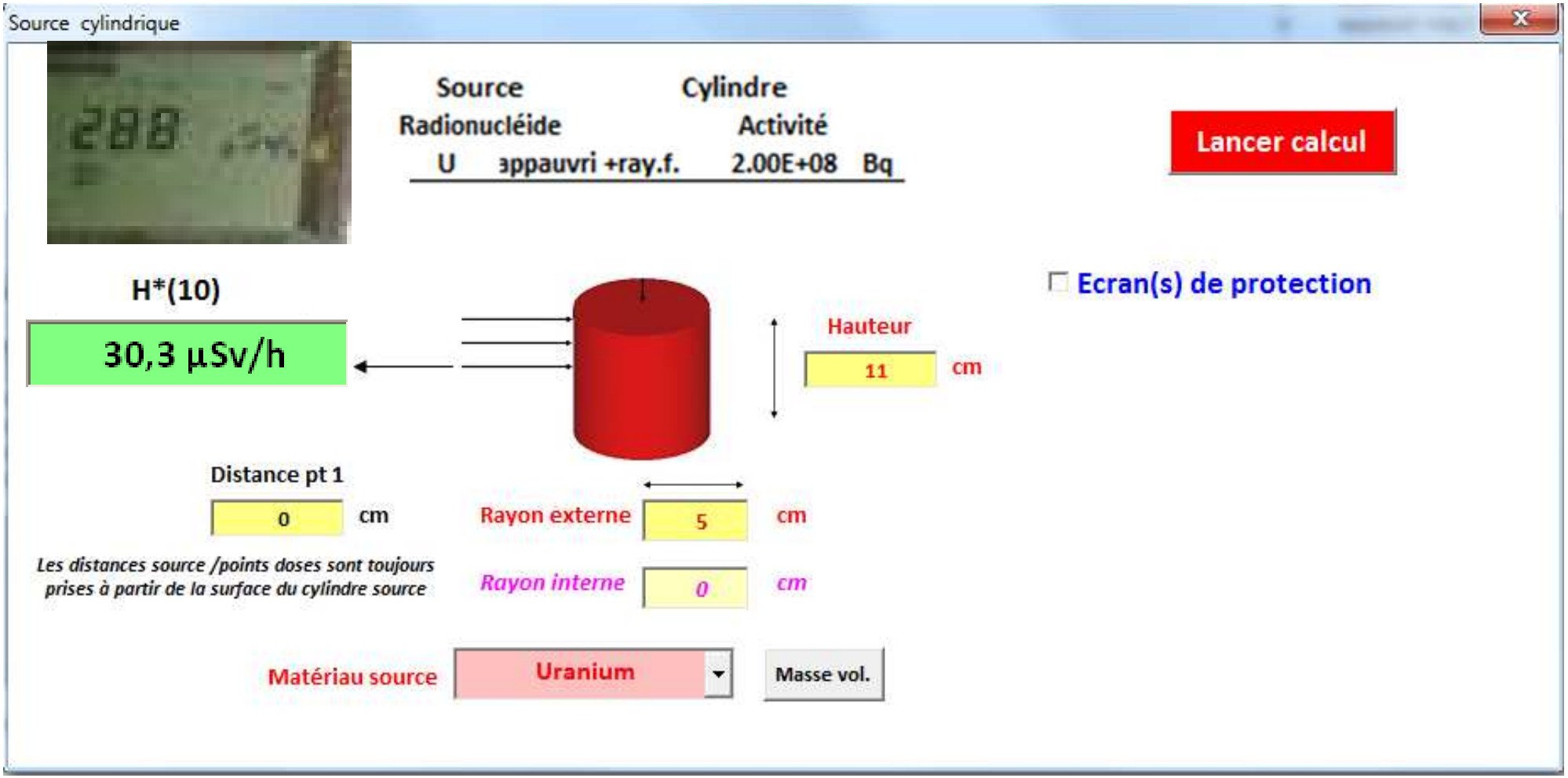
ET DANS UN SUSPENS HITCHOCKIEN FINAL :



ET DANS UN SUSPENS HITCHOCKIEN FINAL :



ET DANS UN SUSPENS HITCHOCKIEN FINAL :



ET DANS UN SUSPENS HITCHOCKIEN FINAL :

Source cylindrique

Source
Radionucléide
U appauvri +ray.f.

Cylindre
Activité
2.00E+08 Bq

Lancer calcul

H*(10)
30,3 µSv/h

Hauteur
11 cm

Ecran(s) de protection

Distance pt 1
0 cm

Rayon externe 5 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

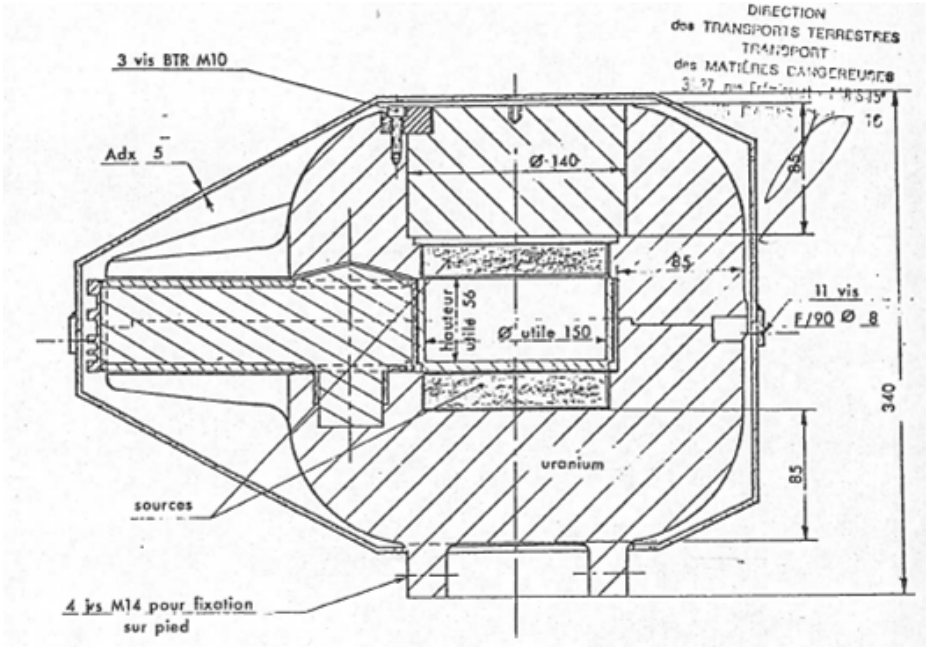
Rayon interne 0 cm

Matériau source Uranium

Masse vol.

EPILOGUE

1 semaine après, demande d'étude sur un vieil irradiateur (Ammonite) susceptible de contenir 10000 curie (*370 TBq*) de Cesium 137



Question : peut-on confirmer la présence de la source par une simple mesure de débit de dose ?

DEBIT DE DOSE GENERE PAR LA SOURCE DE CS 137

Source cylindrique

Source Radionucléide Cs 137

Cylindre Activité 3,70E+14 Bq

Décalage (0 <=> mi-hauteur) 0 cm

H*(10) 1,64 µSv/h

Lancer calcul

Distance pt 2 13,5 cm

(Point 1)

H*(10) 1,95 µSv/h

Ecran(s) de protection

Hauteur 10 cm

Caractéristiques écran

Nature Uranium

Epaisseur 8,5 cm

Ecran cylindrique (vs p

Distance pt 1 19 cm

Rayon externe 2 cm

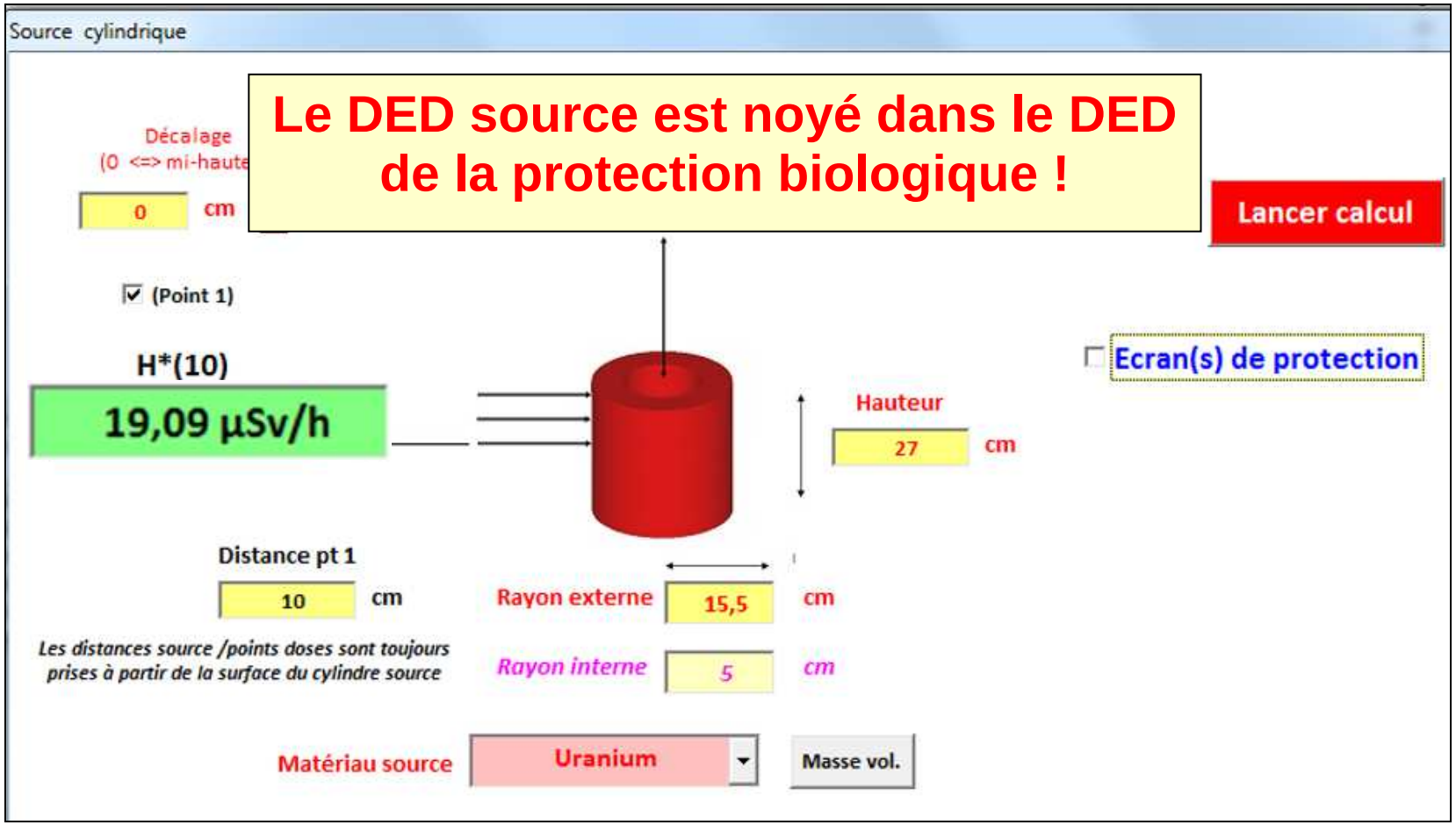
Rayon interne 0 cm

Les distances source /points doses sont toujours prises à partir de la surface du cylindre source

Matériau source Fer

Masse vol.

MAIS LA STRUCTURE DE L'IRRADIATEUR, C'EST 400 KG D'URANIUM APPAUVRI!!



EN VOUS REMERCIANT DE VOTRE ATTENTION

EN VOUS REMERCIANT DE VOTRE ATTENTION

***Post-scriptum 1** : merci à Léo l'escargot (Serious game) de m'avoir aidé à détourner insidieusement votre attention à un moment critique*

EN VOUS REMERCIANT DE VOTRE ATTENTION

***Post-scriptum 1** : merci à Léo l'escargot (Serious game) de m'avoir aidé à détourner insidieusement votre attention à un moment critique*

***Post-scriptum 2** : après maitrise du forcené, l'opération du fibrome s'est bien déroulée*