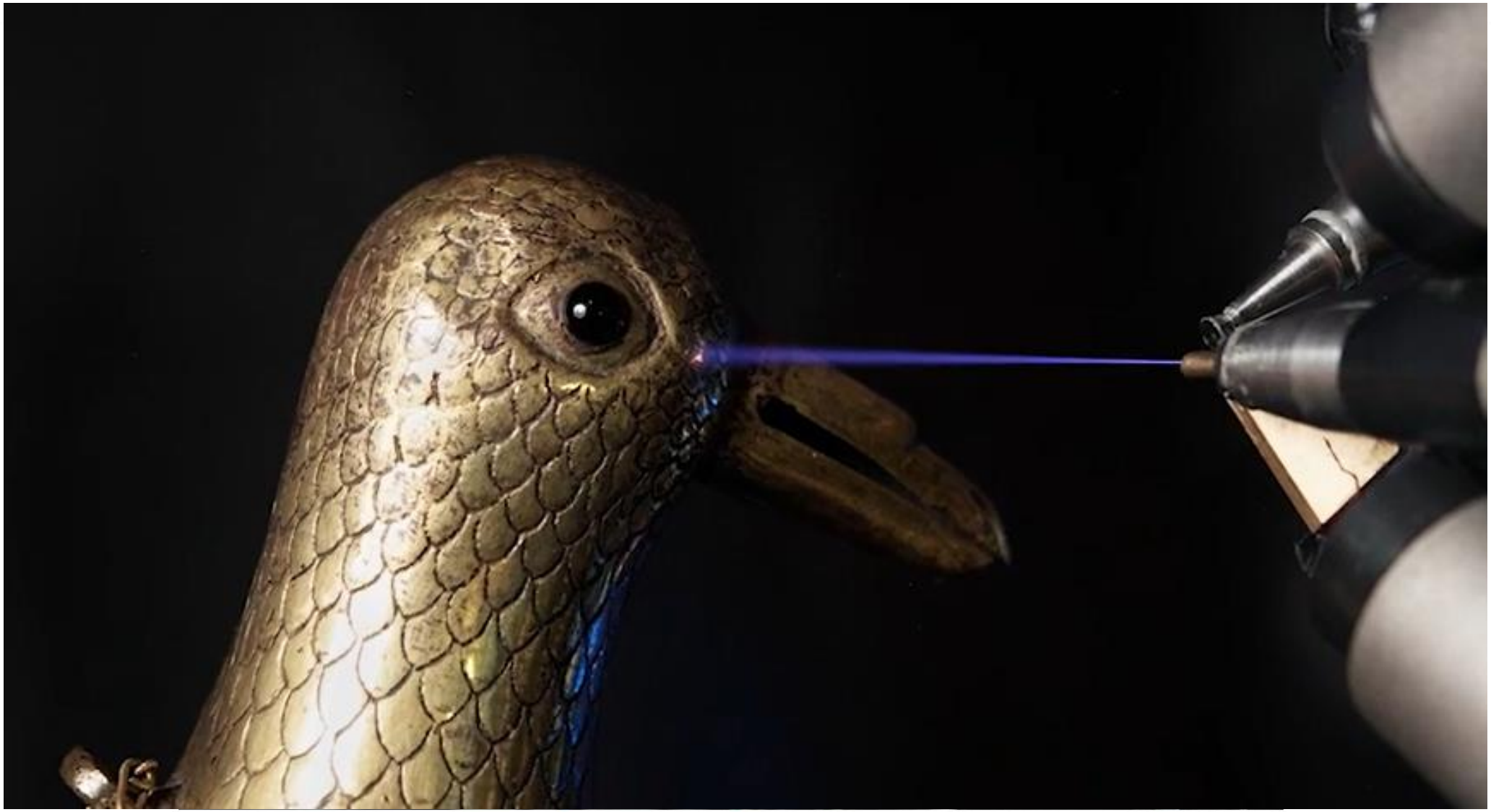


Congrés ATSR 2026
Cherbourg - Cité de la Mer
du 16 au 18/09/2026

REFLEXIONS SUR LA GESTION DE LA DOSE INSPIRÉES PAR LE TRAITEMENT DE L'INCIDENT SUR AGLAE



ALAIN VIVIER
DOSIMEX SAS



BeauxArts

ACTU

Un restaurateur du C2RMF au Louvre irradié par un accélérateur de particules

Par **Joséphine Bindé**

Publié le 3 octobre 2025 à 16h29, mis à jour le 5 octobre 2025 à 17h27

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Bien que cette dernière soit de premier degré (limitée à une rougeur de la peau), le restaurateur est suivi médicalement et psychologiquement, une blessure de cette origine étant susceptible de provoquer des conséquences graves sur la santé globale du patient.

Nul n’imaginait qu’un accida sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « inci vité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus série ns.

Classé niveau 3 sur l’échell évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la ue.

Bien que cette dernière soit de premier degré (limitée à une rougeur de la peau), le restaurateur est suivi médicalement et psychologiquement, une blessure de cette origine étant susceptible de provoquer des conséquences graves sur la santé globale du patient.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Bien que cette dernière soit de premier degré (limitée à une rougeur de la peau), le restaurateur est suivi médicalement et psychologiquement, une blessure de cette origine étant susceptible de provoquer des conséquences graves sur la santé globale du patient.

Nul n'imaginait q ucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s'agit du troisiè r été observé en France depuis 1981 et du

Classé niveau 3 s hernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet

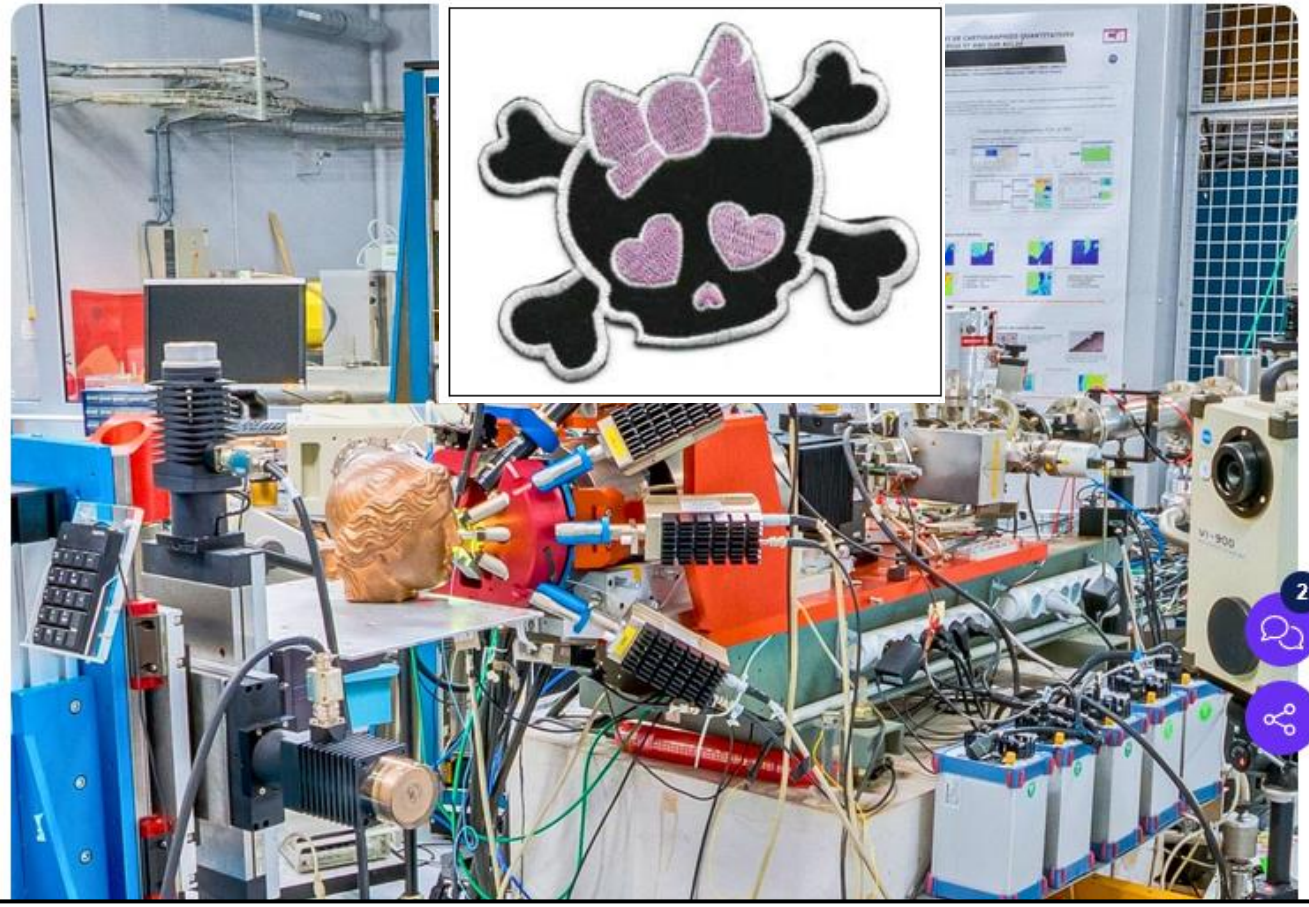
Bien la peau), le resta cette origine étant patient.

Il passe son bras devant un accélérateur de particules et provoque l'un des plus graves incidents nucléaires de France

Nucléaire

Par Ugo PETRUZZI
Publié le 30 septembre 2025

2



Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Bien que cette dernière soit de premier degré (limitée à une rougeur de la peau), le restaurateur est suivi médicalement et psychologiquement, une blessure de cette origine étant susceptible de provoquer des conséquences graves sur la santé globale du patient.

Nul n’imaginait qu’un accident lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.

Il s’agit du troisième « incident grave » lié à la radioactivité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus sérieux enregistré depuis dix-sept ans.

Classé niveau 3 sur l’échelle INES (échelle, ayant servi à évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet causé à la victime une brûlure radiologique.

Bien que cette dernière soit de premier degré (limitée à une rougeur de la peau), le restaurateur est suivi médicalement et psychologiquement, une blessure de cette origine étant susceptible de provoquer des conséquences graves sur la santé globale du patient.

Ce dernier point dépendant de la dose d’irradiation

Nul n'imaginait qu'u lié à la radioactivité et à la sûreté nucléaire pouvait survenir dans un musée.



Il s'agit du troisième « vité à avoir été observé en France depuis 1981 et du plus s.

Classé niveau 3 sur évaluer Tchernobyl et Fukushima), celui-ci a en effet cau e.

Bien que cette d e s à une rougeur de la peau), le restaurateur est s médi nt, une blessure de cette origine étant susceptible de provoquer des conséquences graves sur la santé globale du patient.

Ce dernier point dépendant de la dose d'irradiation

qui, dans le cas présent, n'a pas été communiquée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} =$$

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE



qui, dans le cas présent, n'a pas été communiquée

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = \text{8,60E+06 Gy}$$

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Il serait sans doute intéressant d'aller voir le details des calculs



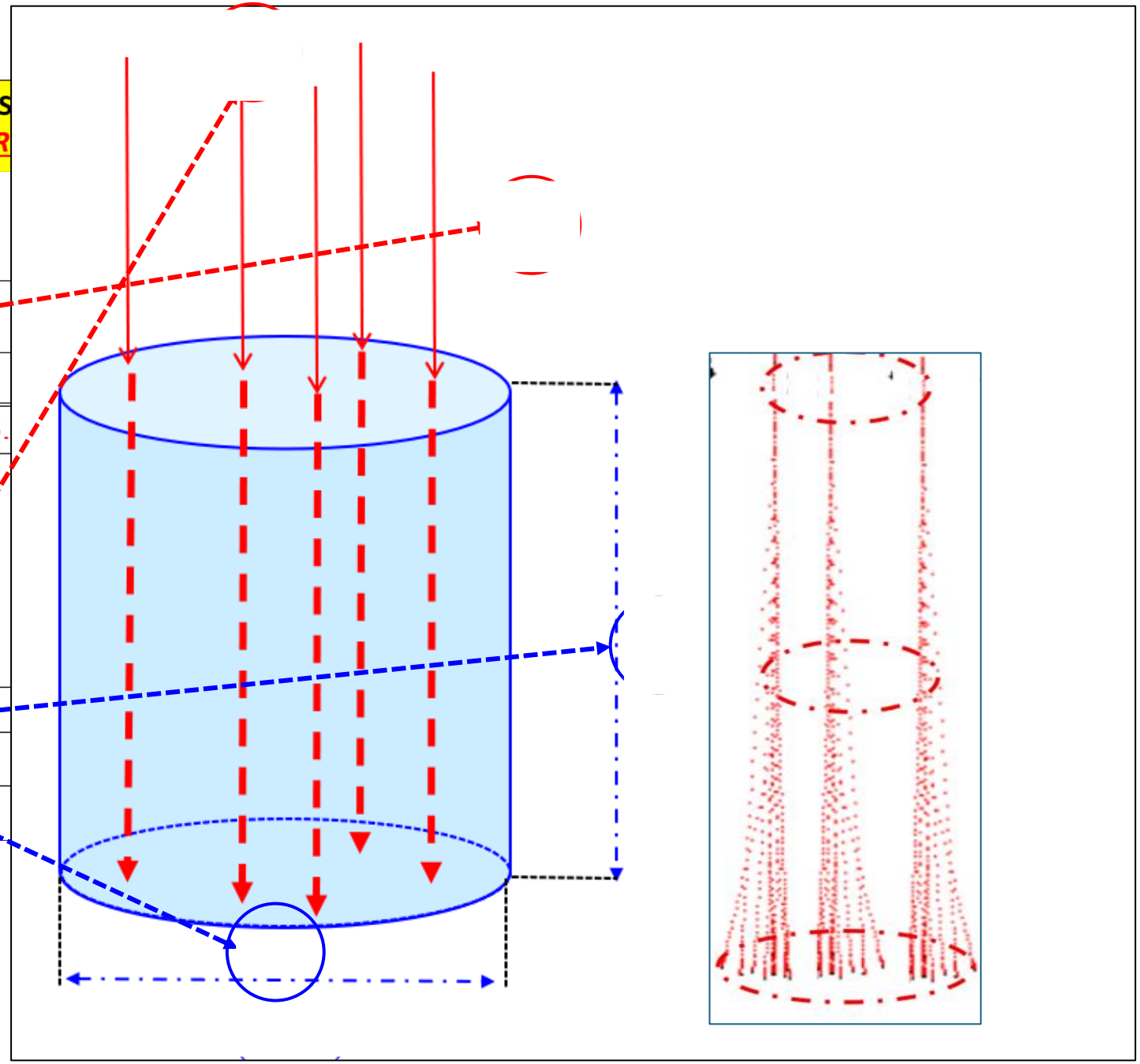
$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = \text{8,60E+06 Gy}$$

Intensité du faisceau (courant)

Concernant l'intensité du faisceau, les informations précises pour **New AGLAÉ** en 2025 ne sont pas disponibles dans les sources publiques consultées. Cependant, des études antérieures ont utilisé des faisceaux avec des courants de l'ordre de **300 pA**. Il est raisonnable de supposer que des configurations similaires ou améliorées sont utilisées dans les opérations actuelles.

Taille du faisceau (spot)

Les données disponibles indiquent que le faisceau externe **de protons de 3 MeV** peut atteindre **un diamètre de 30 µm**. Il est important de noter que cette valeur est spécifique à une configuration particulière et peut varier en fonction des réglages et des objectifs d'analyse. Des améliorations continues sont mises en œuvre pour optimiser la focalisation et la stabilité du faisceau.



ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

4 paramètres d'entrée		Intensité I *(A)*	Charge proton Q *(C)*	Nombre proton sur 1 s
Intensité I (pA)		/	Q= 1,6E-19 C	
Energie proton (MeV)		$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		/

Energie absorbée *(J)*

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)		/	*Surface faisceau*	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)		/	/	/	/	/

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

4 paramètres d'en		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	
Energie proton (MeV)		$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		/

Energie absorbée (J)

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)		/	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)		/	/	/	/	/

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		/

Energie absorbée (J)

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)		/	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)		/	/	/	/	/

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)		/	/	/	/	/

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	7,1E-06 cm²	1,0E-07 cm³	1,05E-01 µg	1,05E-10 kg

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} =$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	7,1E-06 cm²	1,0E-07 cm³	1,05E-01 µg	1,05E-10 kg

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = \text{8,60E+06 Gy}$$



Micro-évènement

ORDRE

AGLAE

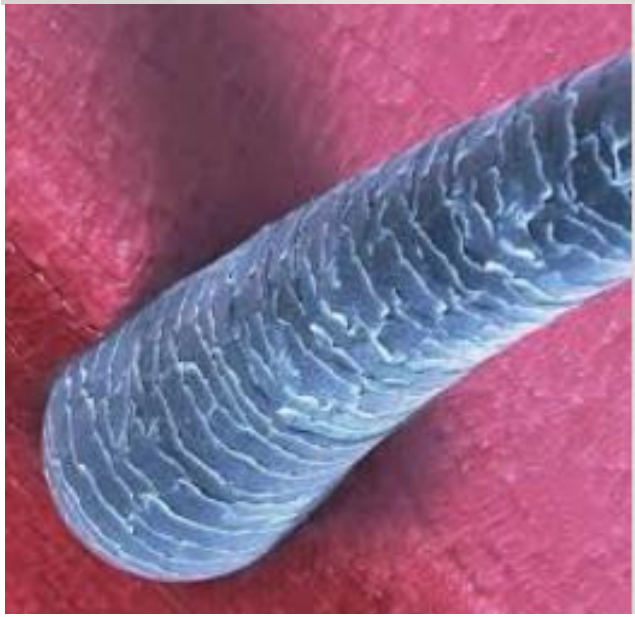
Energie a

Singularité

VS 200 tonnes d'eau !!

Volum





ACCIDENT DE FORBACH

- Electrons de 2,5 MeV : parcours R= 12 mm
- Brûlures au 3ième degré sur 60% du corps

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE



Dose :Grandeur intensive

DOSE : GRANDEUR INTENSIVE *(VS GRANDEUR EXTENSIVE)*

DOSE **FLUENCE**



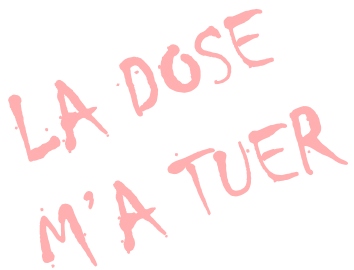


2 petits exercices pour illustrer le caractère intensif de la dose

le premier simple et le second moins.....



Il n'y a pas de second exercice



ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = \text{8,60E+06 Gy}$$

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Dose et temperature sont des grandeurs intensives physiquement analogues (densité d'énergie) à un coefficient près

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = \text{8,60E+06 Gy}$$

⇕

$$\Delta T = \left[\frac{1}{c}\right] \times \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)}$$

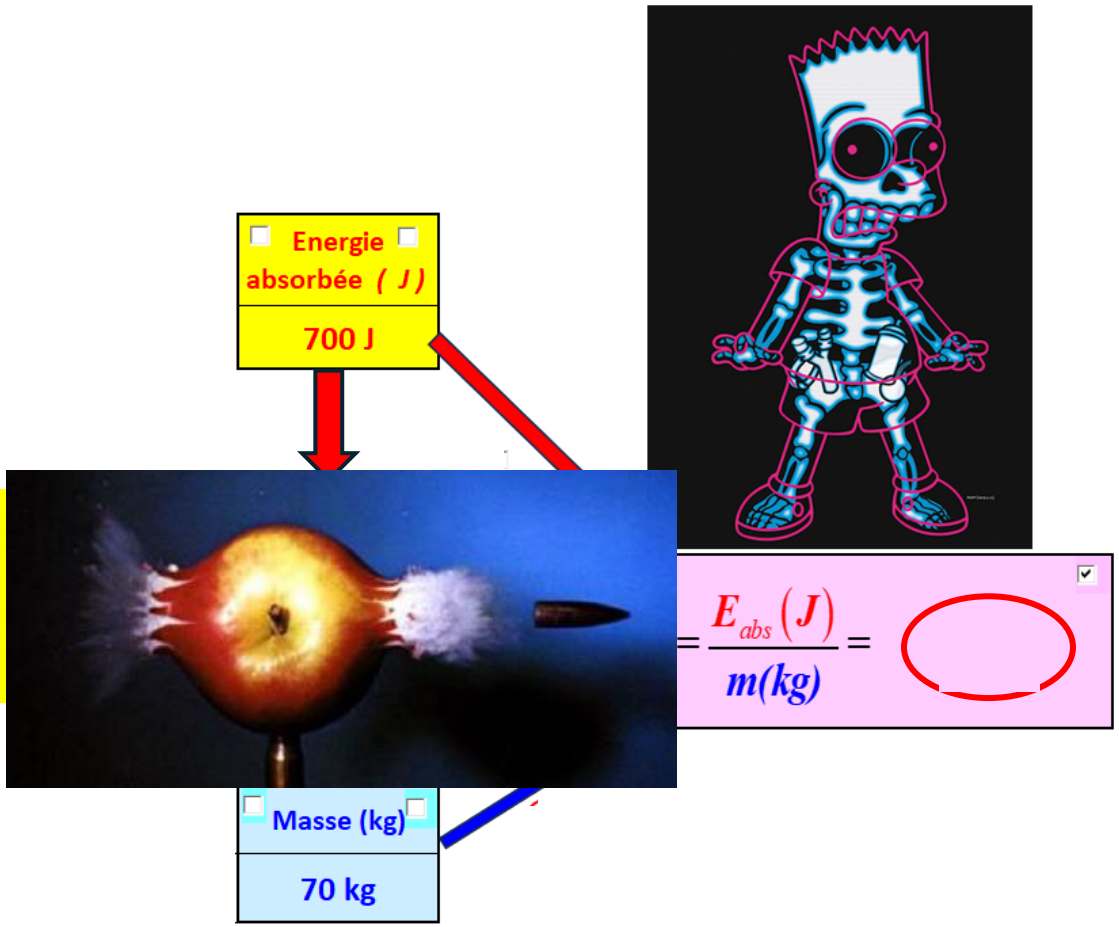
$$c = 4180\ J.kg^{-1}K^{-1}$$

UN PETIT REGARD SUR LES EFFETS THERMIQUES



10 Gy organisme entier ⇔ ΔT=2,4 mC°

Ce n'est pas l'effet thermique qui est dangereux !



ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE

~~CALCUL A PRIORI SUR [illegible] EXPOSITION PRATIQUE~~



Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	



10 000° C !!



$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)}$$

Parcours R (µm)	35 µm	3,5E-03 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	7,1E-06 cm²	2,5E-08 cm³	2,50E-02 µg	1,96E-10 kg

Volume touchée

Retour au scenario initial

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I *(A)*	Charge proton Q *(C)*	Nombre proton sur 1 s
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J

Energie absorbée *(J)*
9,00E-04 J

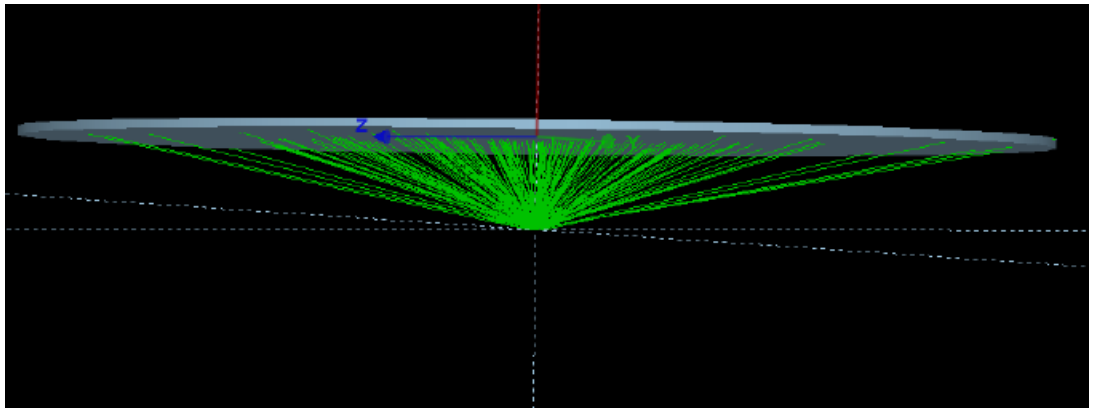
$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 8{,}60E{+}06\ Gy$$

Volume touchée

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	*1,5E-02 cm*	*Surface faisceau*	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
Φ faisceau (µm)	3,0E+01 µm	*3,0E-03 cm*	*7,1E-06 cm²*	1,0E-07 cm³	1,05E-01 µg	1,05E-10 kg

$$\frac{1}{4\pi d^2}$$

d=0⇒ singularité



Angle d'incidence

Rayon dosimetre de 1 cm^2

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

Fluence (Np / Surf.)
2,65E+14 protons/cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = \text{8,60E+06 Gy}$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	7,1E-06 cm²	1,0E-07 cm³	1,05E-01 µg	1,05E-10 kg

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J

Energie absorbée (J)
9,0(

Dose divisée par 140 000 !!

Fluence divisée par 140 000

Fluence (Np / Surf.)
1,88E+09 protons/cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} =$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	1,0E+00 cm²	1,5E-02 cm³	1,48E+04 µg	1,48E-05 kg

Volume touchée

"Forçage" surface 1 cm²

(x 140 000)



Joli tour de passe-passe légal mais :







Dans cette transformation
le produit dose-surface (PDS)
est une constante



ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

Fluence (Np / Surf.)
1,88E+09 protons/cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 6,08E+01\ Gy$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	1,0E+00 cm²	1,5E-02 cm³	1,48E+04 µg	1,48E-05 kg

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s \qquad E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton	Energie
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	N	
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		E	

Introduction du concept "produit Dose-Surface"

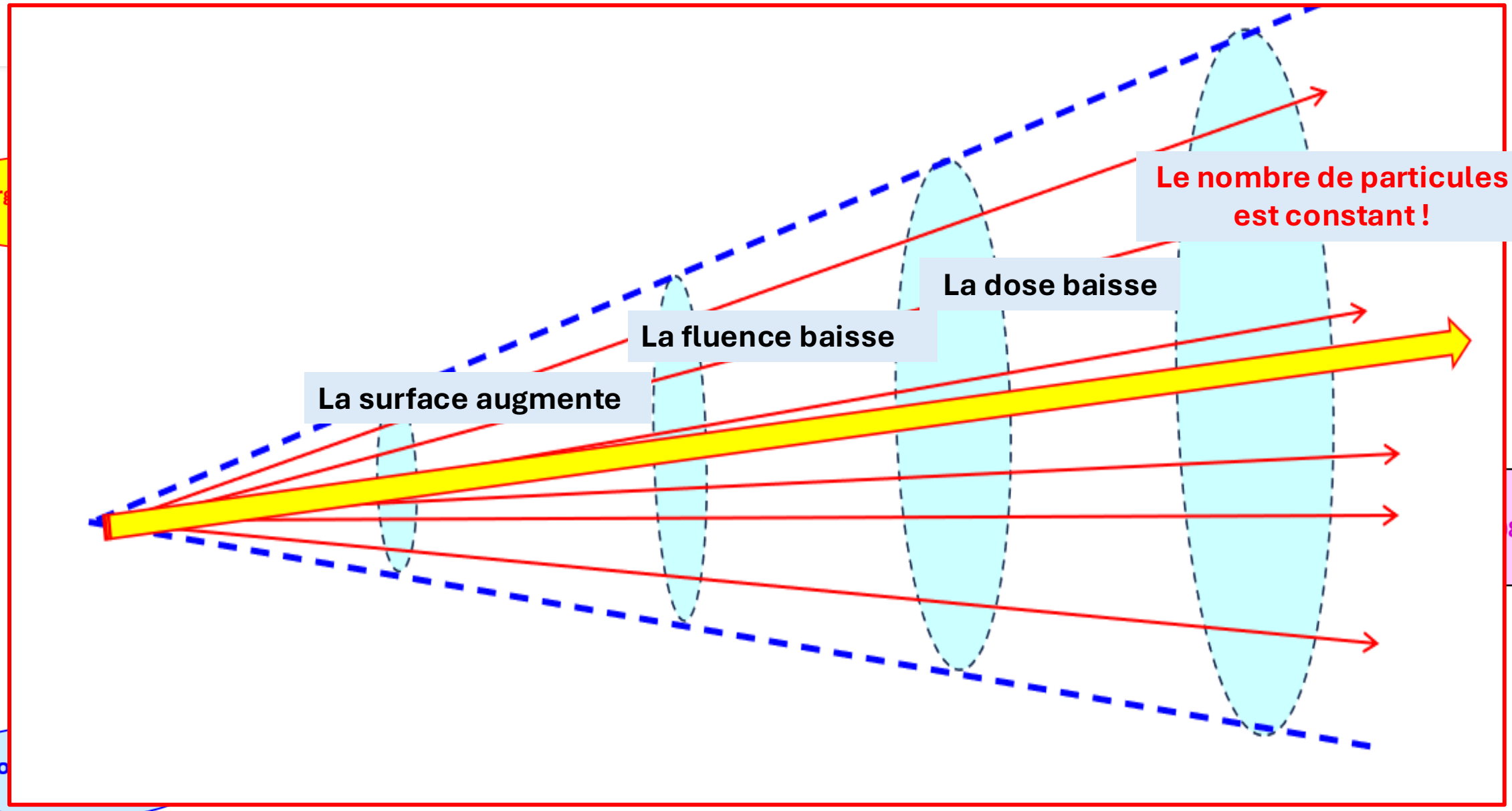
Fluence (Np / Surf.)
1,88E+09 protons/cm²

PDS Produit Dose.Surface
6,1E+01 Gy.cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 6,08E+01\ Gy$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	1,0E+00 cm²	1,5E-02 cm³	1,48E+04 µg	1,48E-05 kg

Volume touchée


Le nombre de particules est constant !
La dose baisse
La fluence baisse
La surface augmente

8E+01 Gy

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

Fluence (Np / Surf.)	PDS Produit Dose.Surface
1,88E+09 protons/cm²	6,1E+01 Gy.cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 6,08E+01\ Gy$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	1,0E+00 cm²	1,5E-02 cm³	1,48E+04 µg	1,48E-05 kg

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

Fluence divisée par 2

Fluence (Np / Surf.)
9,38E+08 protons/cm²

PDS Produit Dose.Surface
6,1E+01 Gy.cm²

PDS constant !

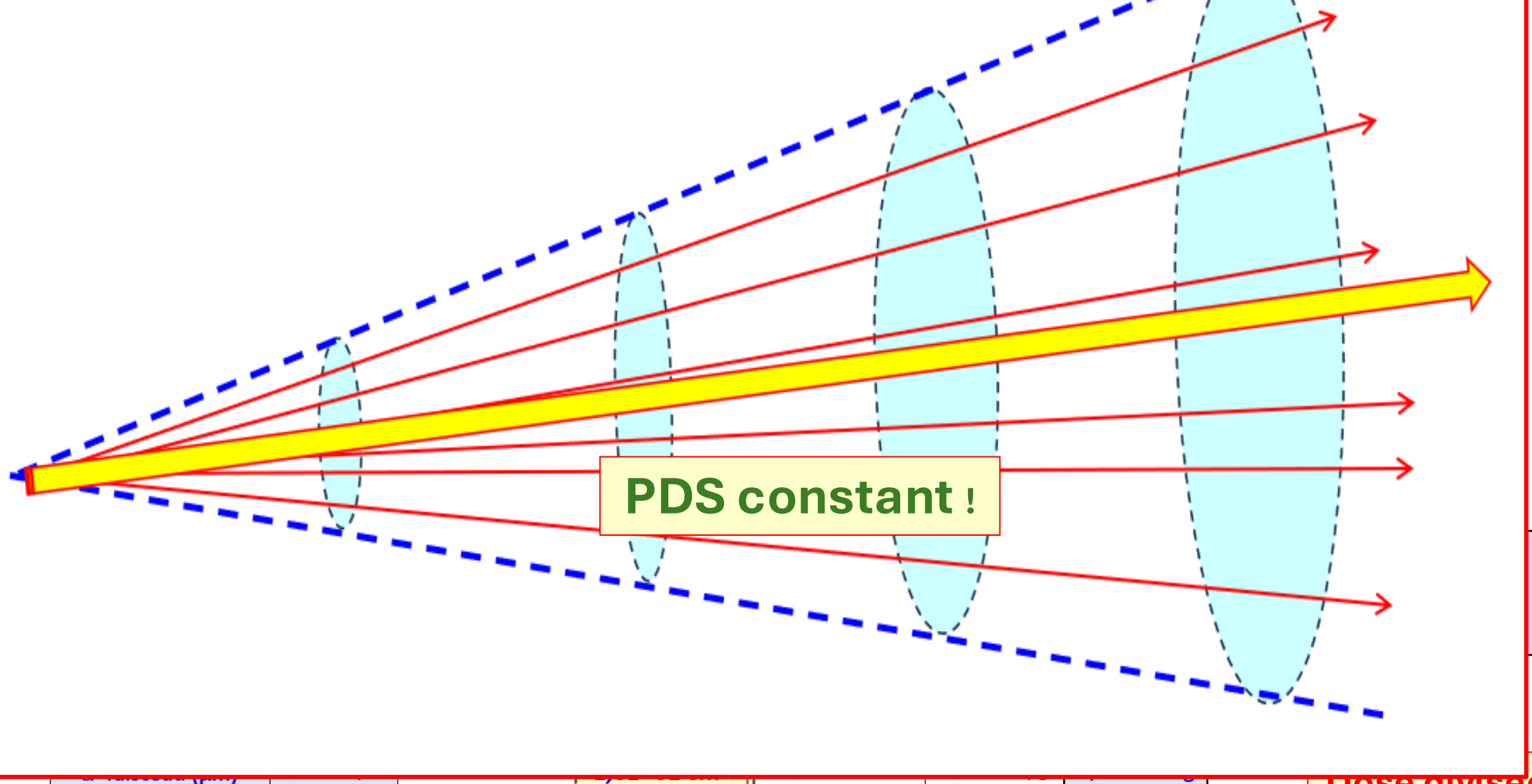
$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 3,04E+01\ Gy$$

Dose divisée par 2

Volume touchée

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
Φ faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	2,0E+00 cm²	3,0E-02 cm³	2,96E+04 µg	2,96E-05 kg

Surface multipliée par 2



6,08E+00 Gy

Dose divisée par 10

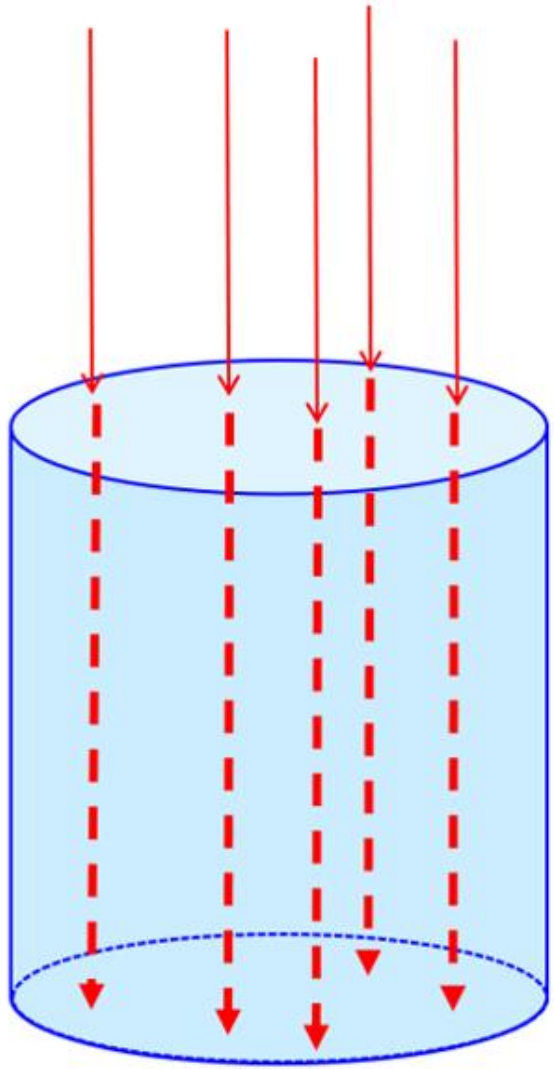
Volume touchée

Surface multipliée par 10

Produit Dose · Surface (PDS)

Niveaux de référence diagnostiques — incidence unique — mGy·cm²

EXAMEN	PDS (mGy·cm²)
Thorax de face (postéro-antérieur)	250
Abdomen sans préparation	7 000
Bassin de face (antéro-postérieur)	7 000
Hanche (face ou profil)	3 000
Rachis cervical (face ou profil)	750
Rachis lombaire de face	4 500
Rachis lombaire de profil	8 000



ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J

⇒ Energie absorbée (J) : 9,00E-04 J

Fluence (Np / Surf.)
1,88E+09 protons/cm²

PDS Produit Dose.Surface
6,1E+01 Gy.cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 6,08E+01\ Gy$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	1,0E+00 cm²	1,5E-02 cm³	1,48E+04 µg	1,48E-05 kg

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE

EXPOSITION STATIQUE

Nbre protons multiplié par 2

Energie absorbée

$$Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s
Intensité I (pA)	6,0E+02 pA	6,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 3,75E+09
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J

Energie absorbée (J)
1,80E-03 J

Fluence constante

Fluence (Np / Surf.)
1,88E+09 protons/cm²

PDS Produit Dose.Surface
1,2E+02 Gy.cm²

PDS multiplié par 2 !

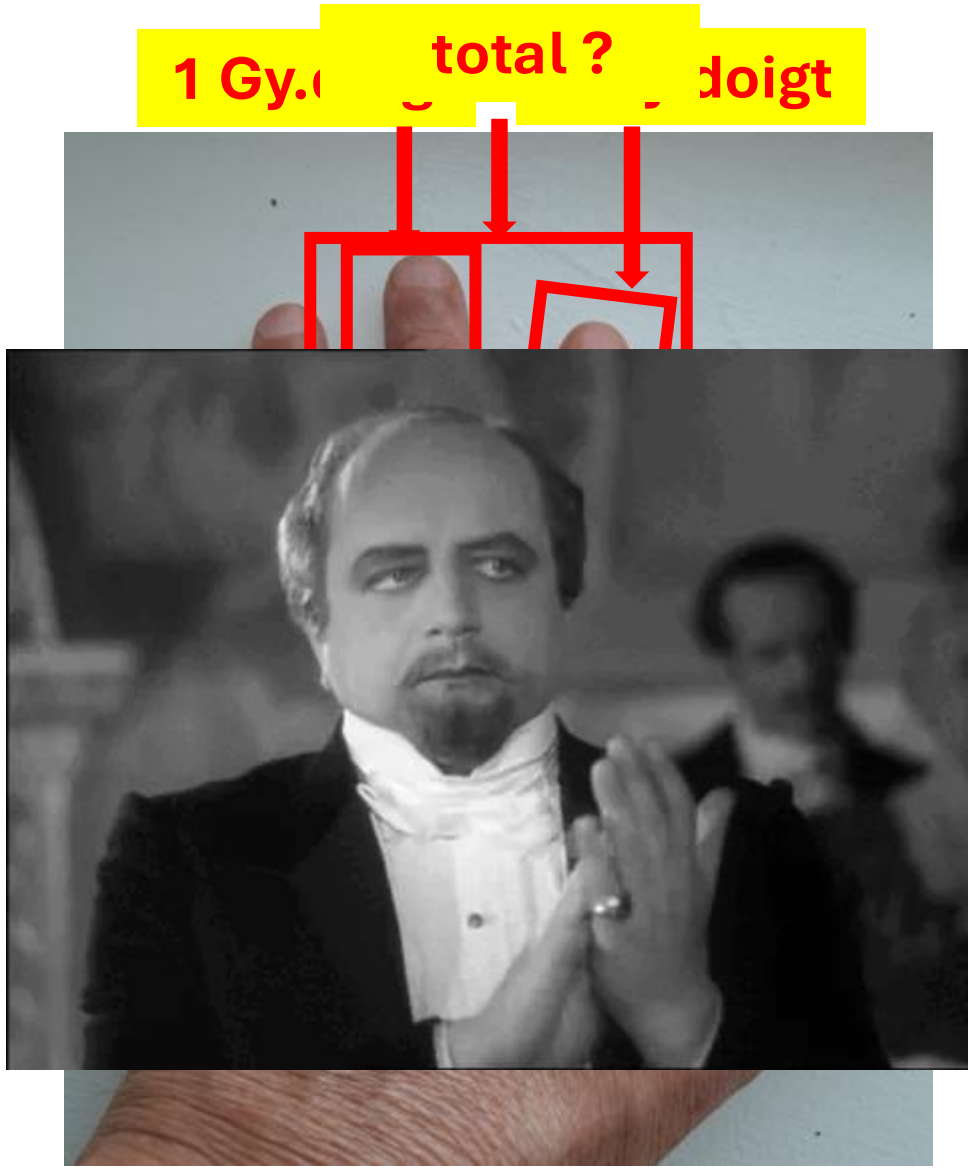
$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 6,08E+01\ Gy$$

Dose constante

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	1,0E-02 µm	1,0E-06 cm	2,0E+00 cm²	3,0E-02 cm³	2,96E+04 µg	2,96E-05 kg

Volume touchée

Surface multipliée par 2


1 Gy.
total ?
doigt

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09	9,00E-04 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

Retour aux conditions initiales

Fluence (Np / Surf.)	Produit Dose.Surface
1,88E+09 protons/cm²	6,1E+01 Gy.cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 6,08E+01\ Gy$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03 cm	1,0E+00 cm²	1,5E-02 cm³	1,48E+04 µg	1,48E-05 kg

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES D

CALCUL A PRIOR

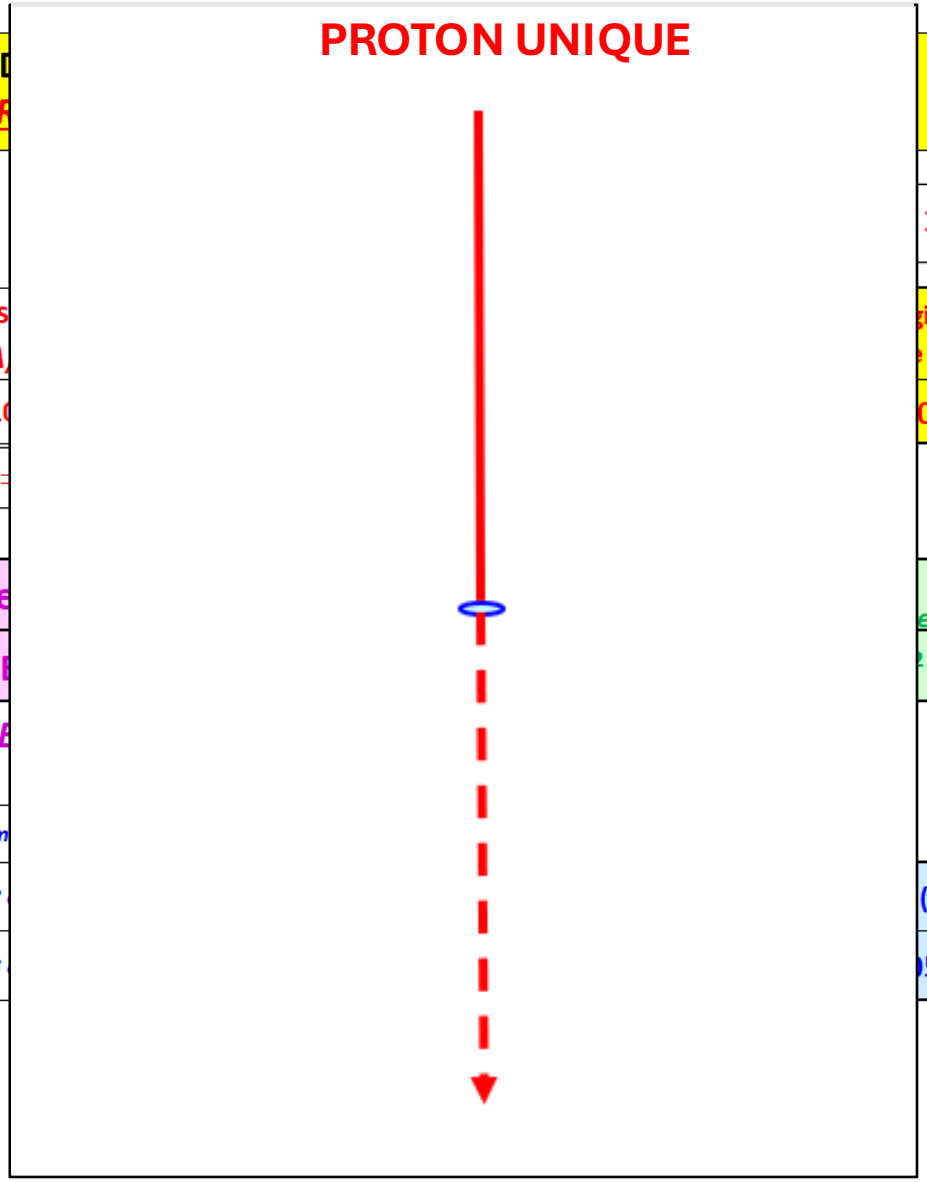
Energie absorbée

4 paramètres d'entrée		Intens I (A
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-1
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV$ =

		Flue
		1,88
		1,88

		Unités norm
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02
d faisceau (µm)	3,0E+01 µm	3,0E-03

Volume touchée



$\times E_p$

ie
(J)
04 J

(kg)
05 kg

CALCUL DE LA DOSE DANS LA TRACE DU PROTON (d=10 nanomètres !)

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} =$$

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,00E+00	4,80E-13 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

CALCUL DE LA DOSE DANS LA TRACE DU PROTON d=10 nanomètres !

Fluence (Np / Surf.)
1,27E+12 protons/cm²
1,88E+09 protons/cm²

PDS Produit Dose.Surface
3,2E-08 Gy.cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} =$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	*1,5E-02 cm*	*Surface faisceau*	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	1,0E-02 µm	*1,0E-06 cm*	*7,9E-13 cm²*	1,2E-14 cm³	1,16E-08 µg	1,16E-17 kg

Réalité microdosimétrique

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,00E+00	4,80E-13 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

CALCUL DE LA DOSE DANS LA TRACE DU PROTON (d=10 nm)

Fluence (Np / Surf.)	PDS Produit Dose.Surface
1,27E+12 protons/cm²	3,2E-08 Gy.cm²
1,88E+09 protons/cm²	

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 4{,}13E{+}04\ Gy$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	*1,5E-02 cm*	*Surface faisceau*	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
d faisceau (µm)	1,0E-02 µm	*1,0E-06 cm*	*7,9E-13 cm²*	1,2E-14 cm³	1,16E-08 µg	1,16E-17 kg

Réalité microdosimétrique

Volume touchée

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Energie absorbée

$$1A = 1C.s^{-1} \Rightarrow Np_{(1s)} = \frac{I}{Q} \times 1s$$

$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

4 paramètres d'entrée		Intensité I (A)	Charge proton Q (C)	Nombre proton sur 1 s	Energie absorbée (J)
Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,00E+00	4,80E-13 J
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	$1MeV = 1,6.10^{-13}\ J$		Ep= 4,80E-13 J	

CALCUL DE LA DOSE DANS LA TRACE DU PROTON (d=10 nm)

Fluence (Np / Surf.)	PDS Produit Dose.Surface
1,27E+12 protons/cm²	3,2E-08 Gy.cm²
1,88E+09 protons/cm²	3,2E-08 Gy.cm²
	32 nGy.cm²

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)} = 4{,}13E{+}04\ Gy$$

		Unités normalisées				
Parcours R (µm)	148 µm	1,5E-02 cm	Surface faisceau	Volume (cm³)	Masse (µg)	Masse (kg)
Φ faisceau (µm)	1,0E-02 µm	1,0E-06 cm	7,9E-13 cm²	1,2E-14 cm³	1,16E-08 µg	1,16E-17 kg

Volume touchée

Réalité microdosimétrique

ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE



CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-10 A	Q= 1,6E-19 C	Np= 1,88E+09
Energie proton (MeV)	3,0 MeV			

1,88E+09 protons/cm² ⇒ × ⇐ *3,2E-08 Gy.cm²*

Grandeur tabulée (comme le parcours)

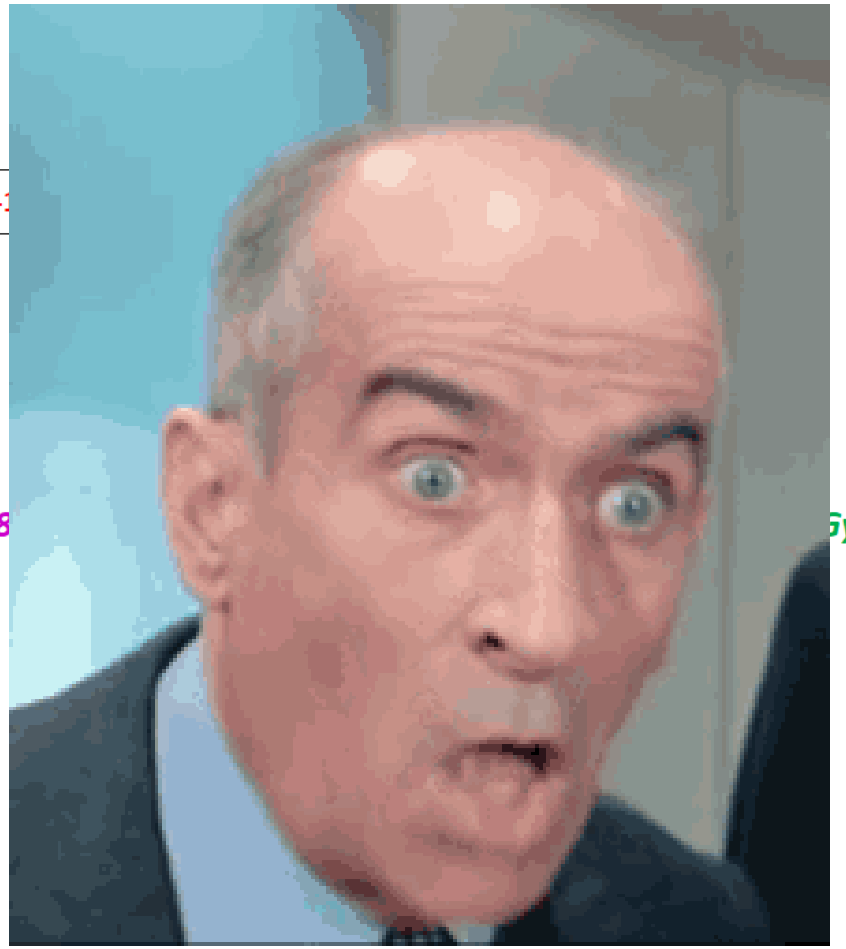
ORDRE DE GRANDEUR DES DOSES ABSORBEES AVEC UNE IRRADIATION SUR AGLAE

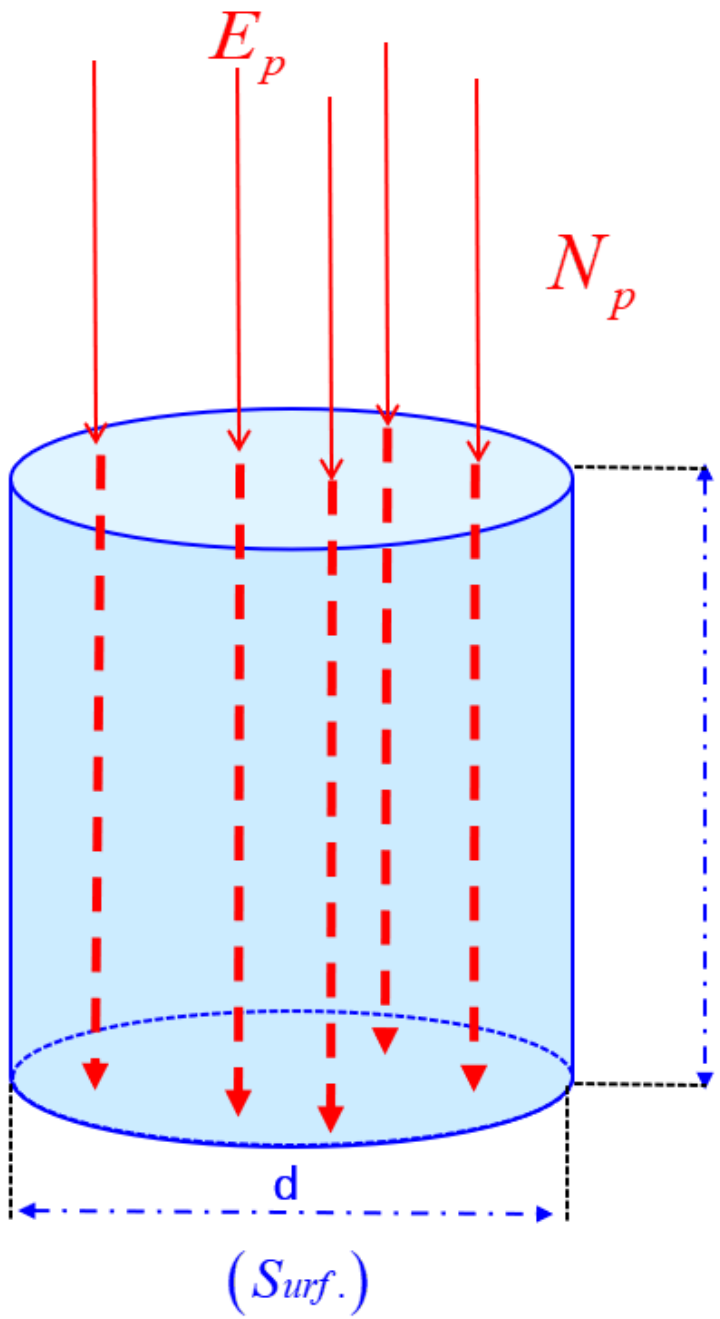


CALCUL A PRIORI SUR 1 SECONDE D'EXPOSITION STATIQUE

Intensité I (pA)	3,0E+02 pA	3,0E-1
Energie proton (MeV)	3,0 MeV	

1,88 *Gy.cm²*

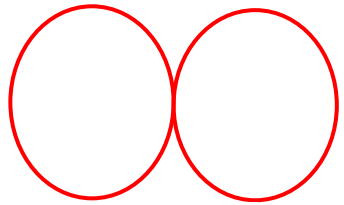




$$E_{abs} = N_p \times E_p$$

$$m = \rho \, Surf. \times R$$

$$D_{abs}(Gy) = \frac{E_{abs}(J)}{m(kg)}$$



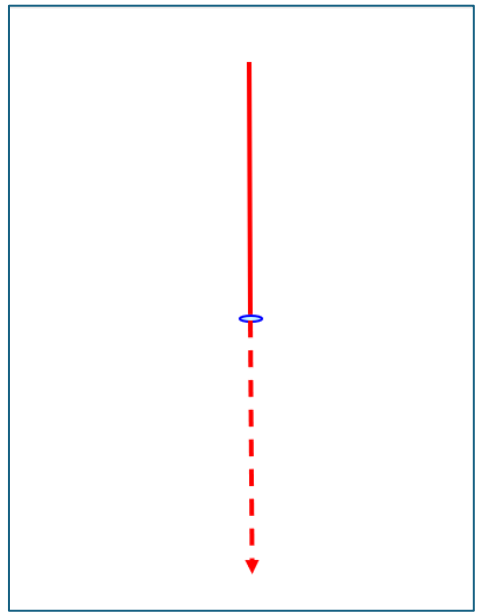
- **Pouvoir d'arrêt massique moyen ($MeV.cm^2.g^{-1}$) jouant le rôle de :**
- **Coefficient de conversion fluence / dose ($nGy.cm^2$)**

E_p

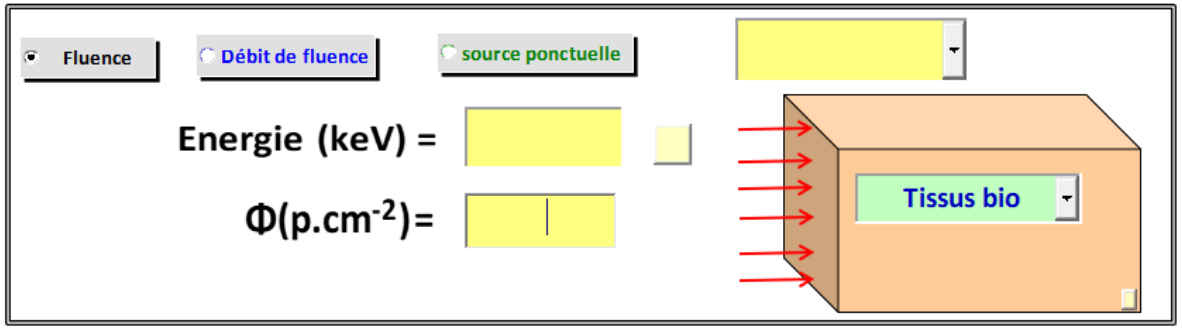
N_p



$$D_{abs}(Gy) = \frac{\overline{S_{coll.}}}{\rho} \times \Phi$$

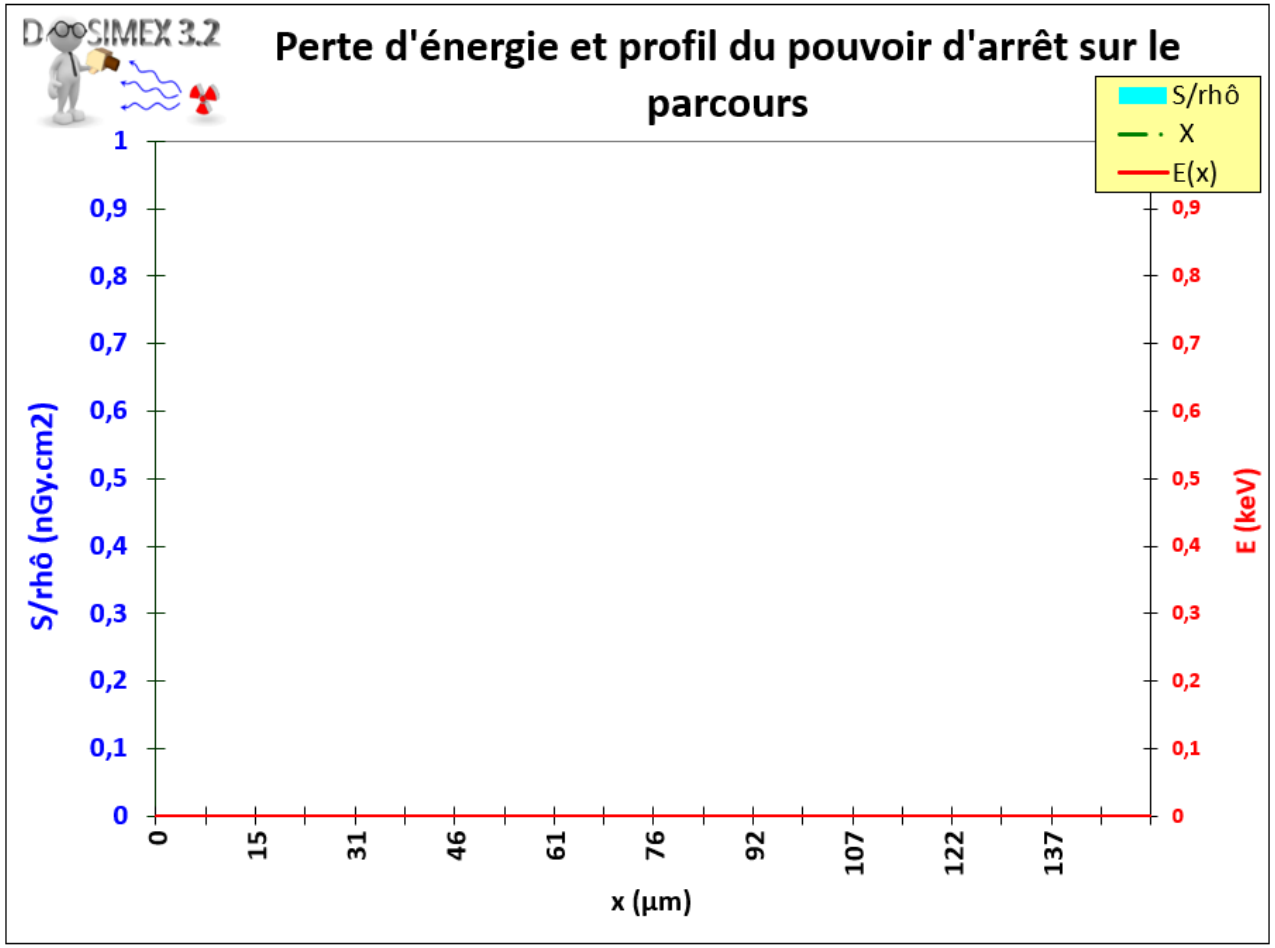


IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 | Particules chargées monoénergétiques | Manuel +validation



Données moyennes sur le parcours R	
parcours R	/
Coefficient conversion fluence /Dose $\overline{d_{\Phi[R]}}$ =	/
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	/
$\overline{Q_R}$	/
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	/
$\overline{H_{[R]}}$	/

Données à la profondeur X	
Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)	
$Q(x)$	/
H / Φ	/
$H(x)$	/



IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 | Particules chargées monoénergétiques | Manuel +validation

Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle

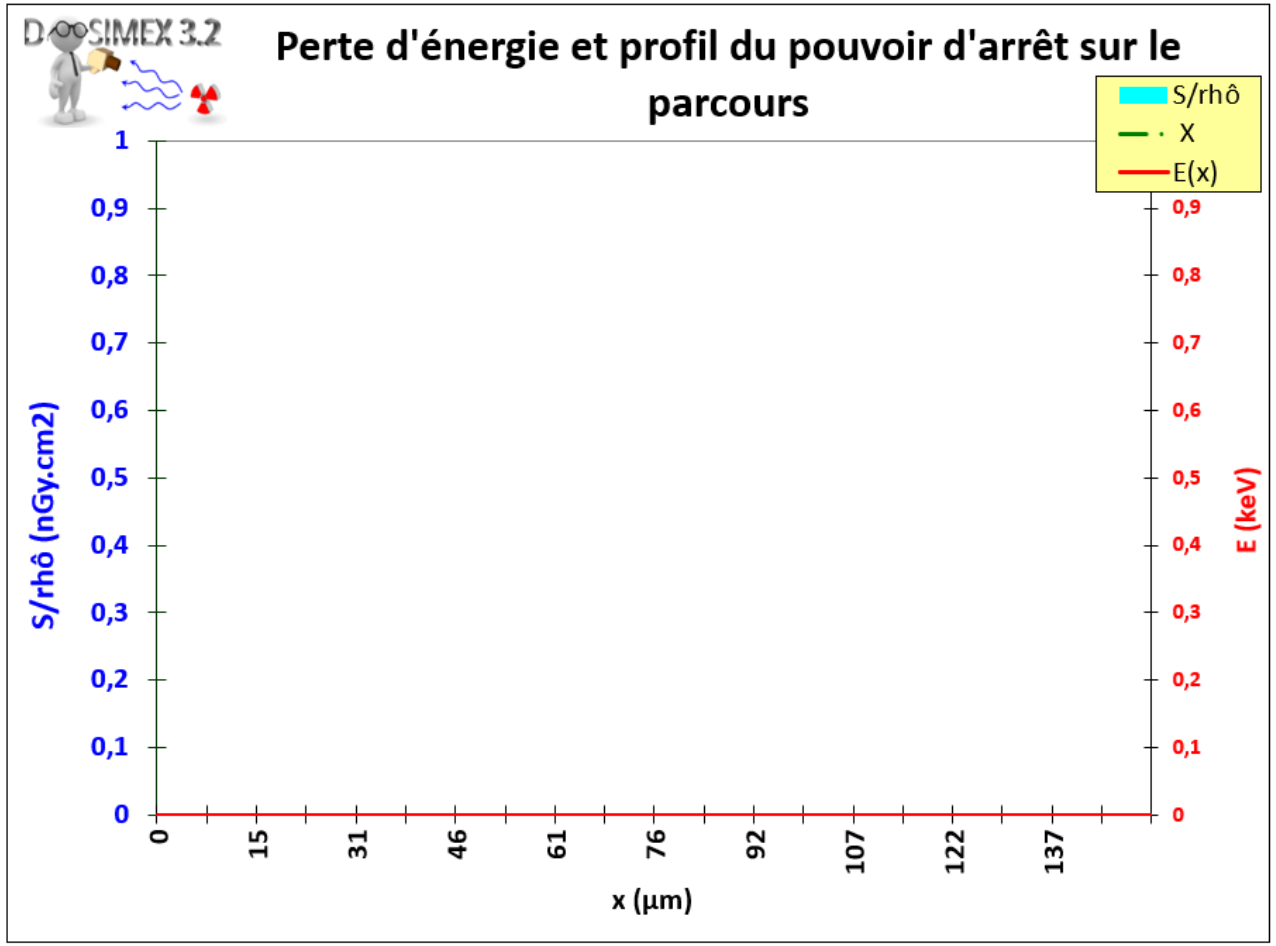
Energie (keV) =

$\Phi(p.cm^{-2})$ =

Electron
Muon
Pion
Proton
Deuton
Alpha
PF
Autre

s bio

Données moyennes sur le parcours R		ées à la profondeur X
parcours R	/	
Coefficient conversion fluence /Dose $\overline{d_{\Phi[R]}}$ =	/	
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	/	*Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)*
$\overline{Q_R}$	/	$Q(x)$ /
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	/	H / Φ /
$\overline{H_{[R]}}$	/	$H(x)$ /



IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 | Particules chargées monoénergétiques | Manuel +validation

Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle

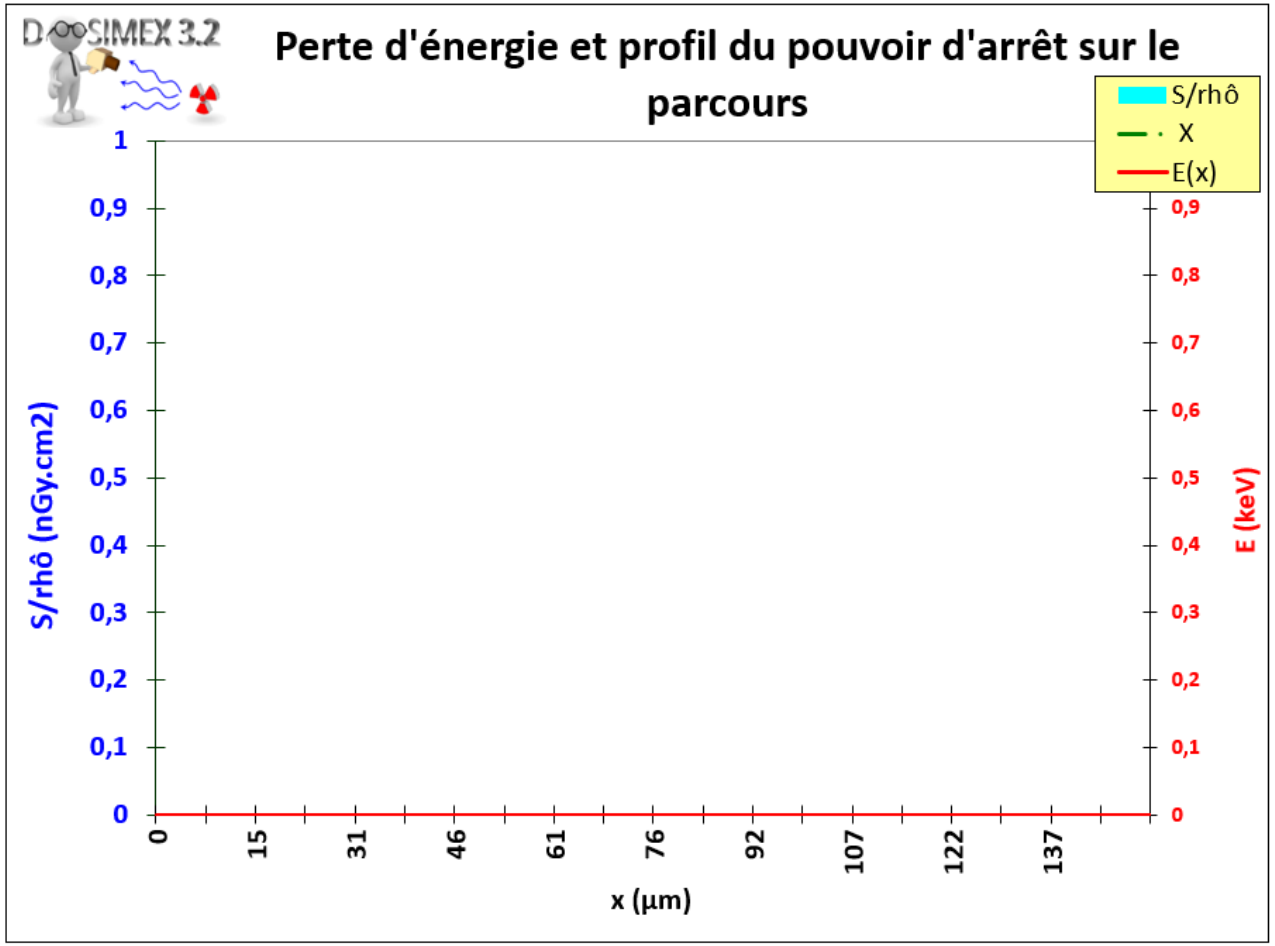
Proton

Energie (keV) =

$\Phi(p.cm^{-2})$ =

Tissus bio

Données moyennes sur le parcours R		Données à la profondeur X	
parcours R	/		
Coefficient conversion fluence /Dose $\overline{d_{\Phi[R]}}$ =	/		
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	/	*Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)*	
$\overline{Q_R}$	/	$Q(x)$	/
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	/	H/Φ	/
$\overline{H_{[R]}}$	/	$H(x)$	/



IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 | Particules chargées monoénergétiques | Manuel +validation

Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle

Proton

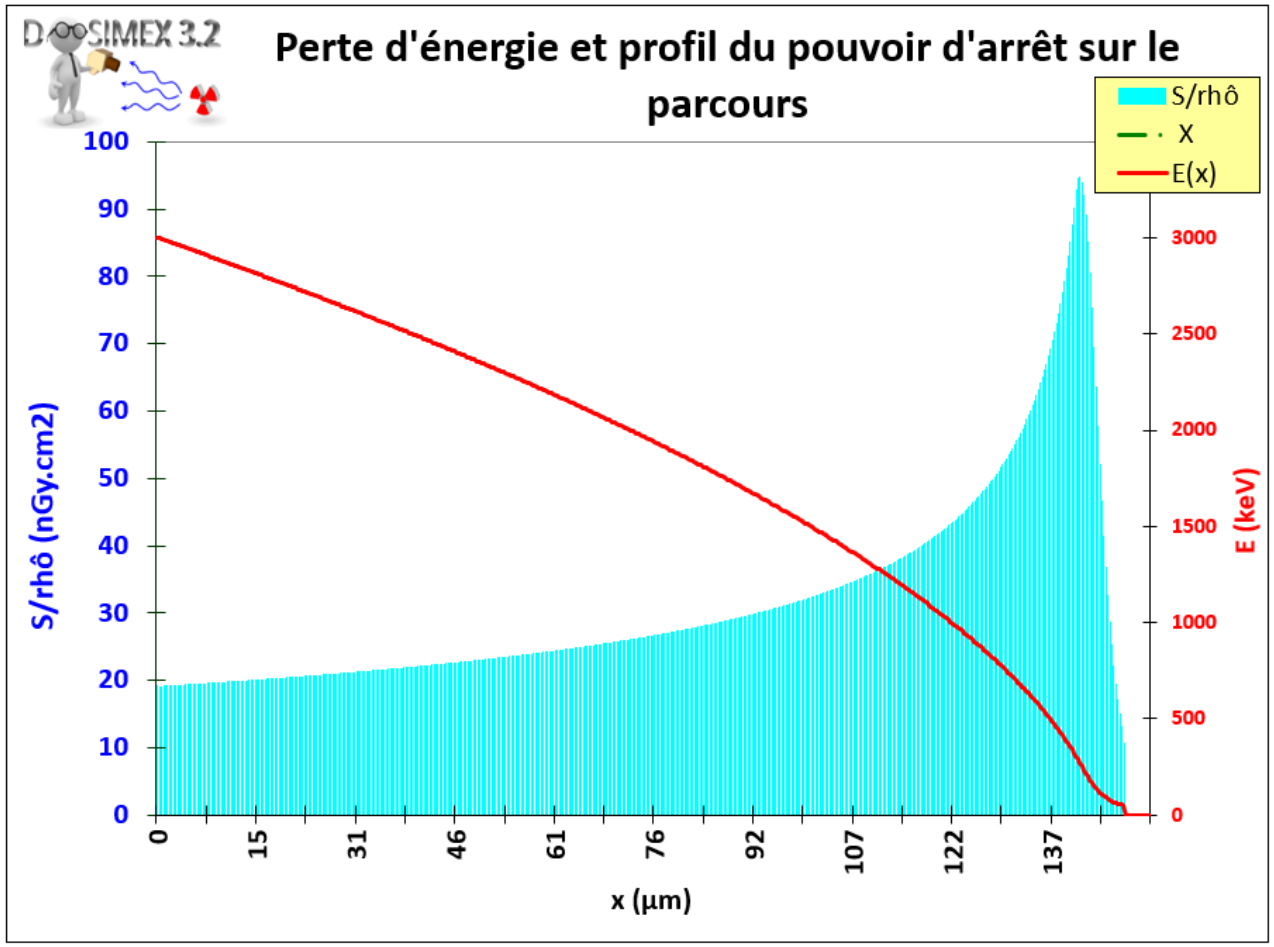
Energie (keV) = 3000

$\Phi(p.cm^{-2})$ =

Tissus bio

Données moyennes sur le parcours R	
parcours R	148 µm
Coefficient conversion fluence /Dose $\overline{d_{\Phi[R]}}$ =	
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	
$\overline{Q_R}$	
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	
$\overline{H_{[R]}}$	

Données à la profondeur X	
Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)	
$Q(x)$	/
H / Φ	/
$H(x)$	/



IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 | Particules chargées monoénergétiques | Manuel +validation

Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle

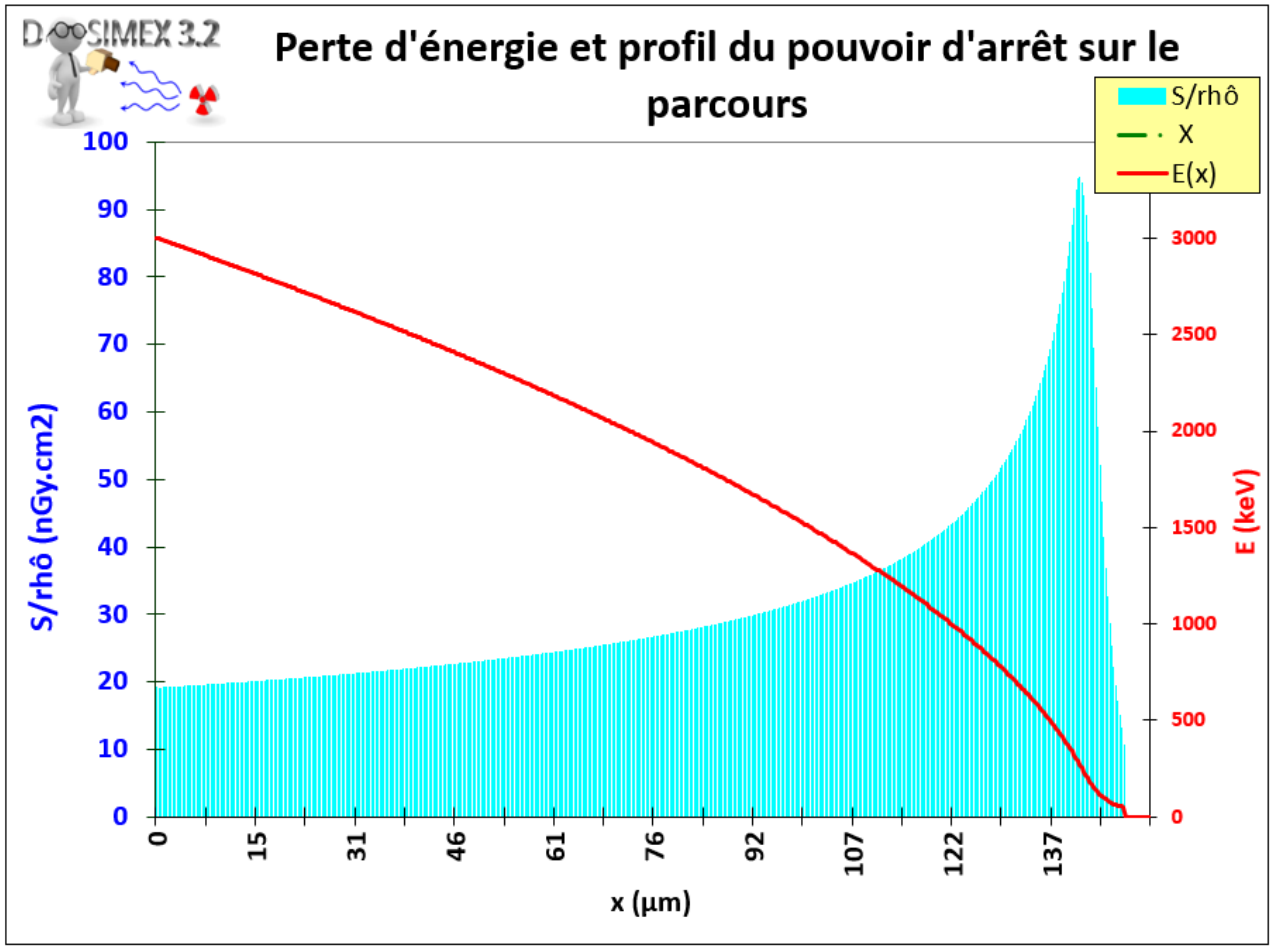
Proton

Energie (keV) = 3000

$\Phi(p.cm^{-2})$ = 1,88E9

Tissus bio

Données moyennes sur le parcours R		Données à la profondeur X	
parcours R	148 µm		
Coefficient conversion fluence /Dose	$d_{\Phi[R]}$ = 32 nGy.cm²		
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$		*Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)*	
$\overline{Q_R}$		$Q(x)$	/
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$		H / Φ	/
$\overline{H_{[R]}}$		$H(x)$	/



IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 | Particules chargées monoénergétiques | Manuel +validation

Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle

Proton

Energie (keV) = 3000

$\Phi(p.cm^{-2})$ = 1,88E9

Tissus bio

Données moyennes sur le parcours R

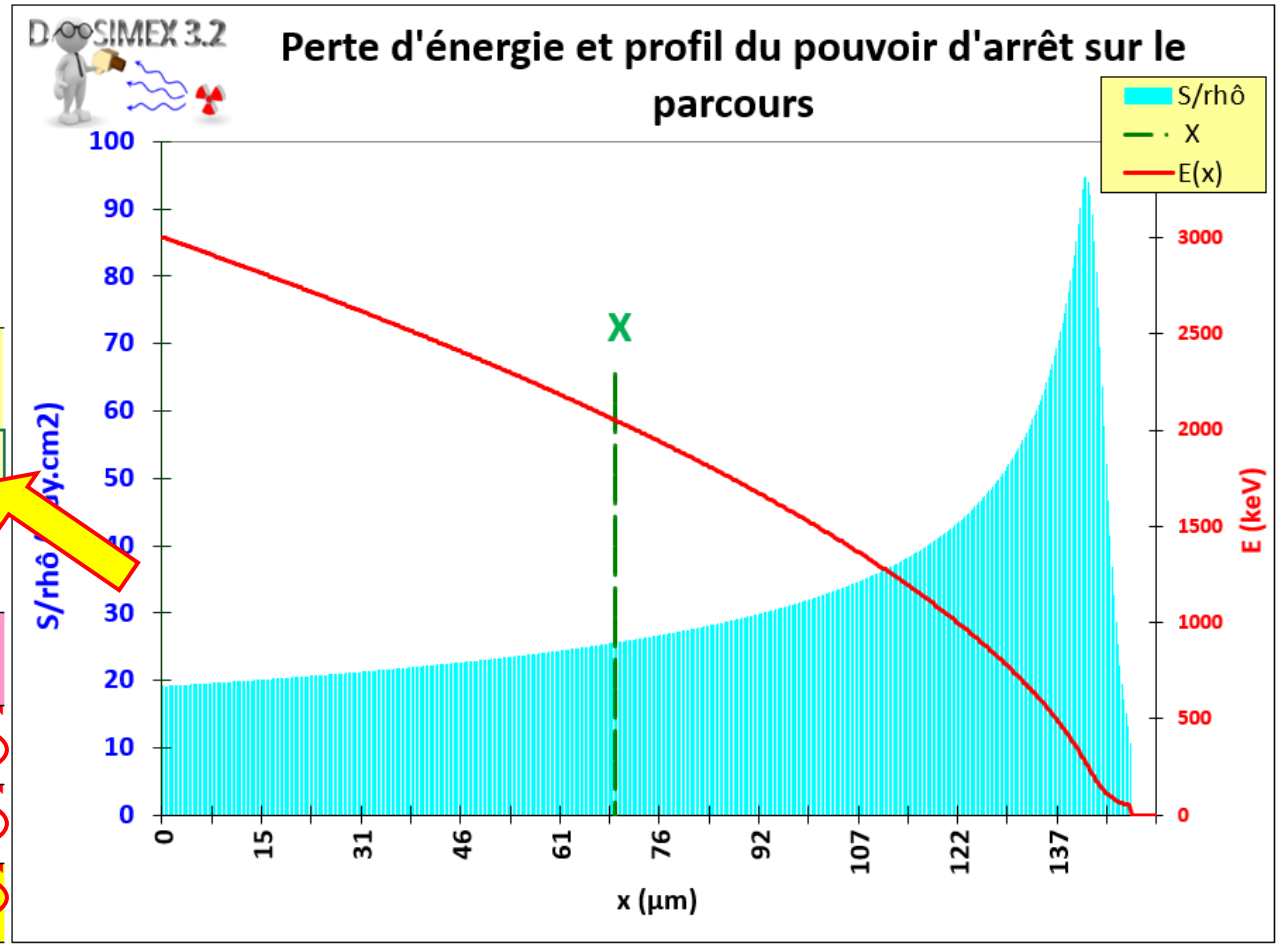
parcours R	148 µm
Coefficient conversion fluence /Dos	
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	
$\overline{Q_R}$	5,69
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	184 nSv.cm²
$\overline{H_{[R]}}$	347 Sv

Données à la profondeur X

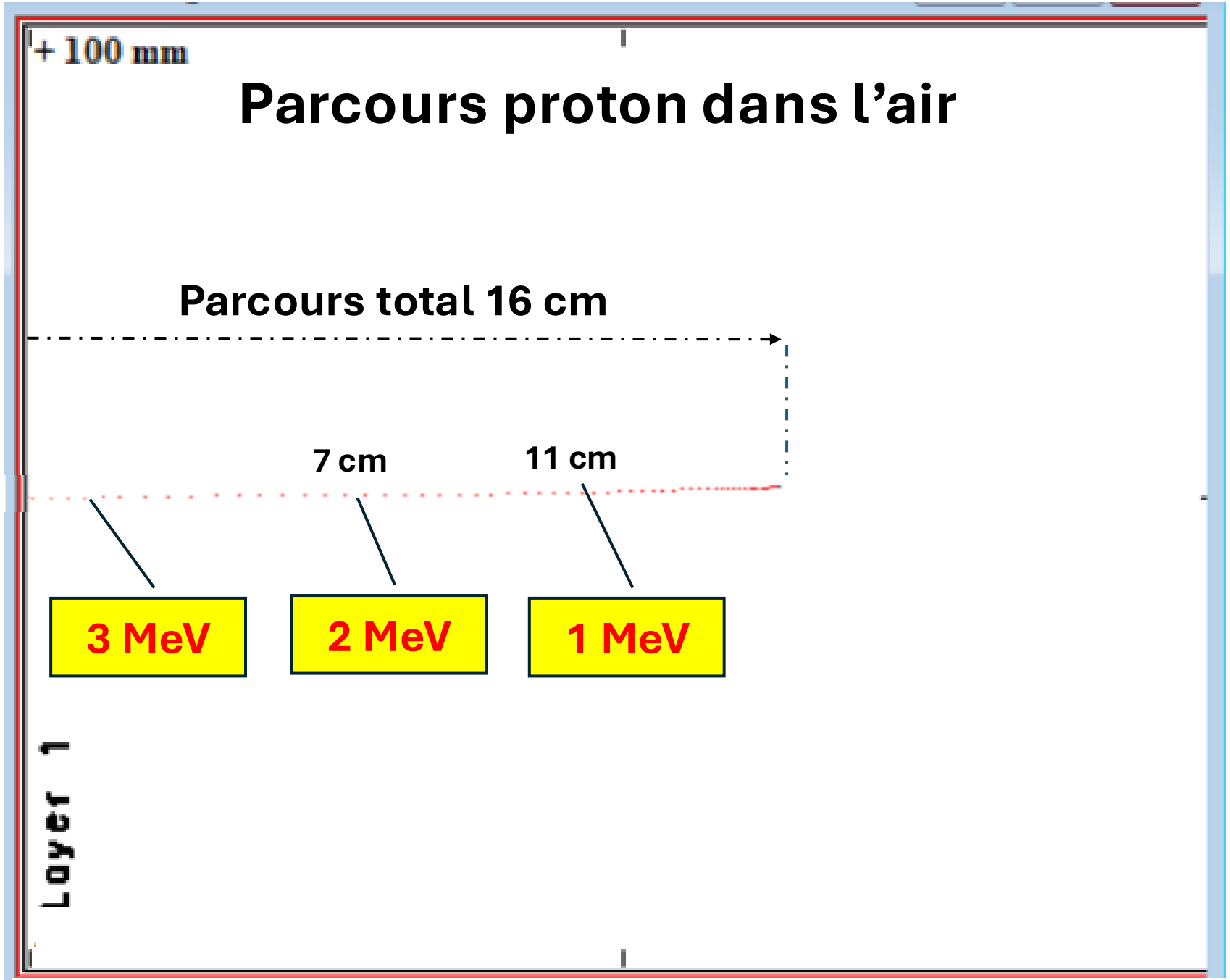
x = 70 µm

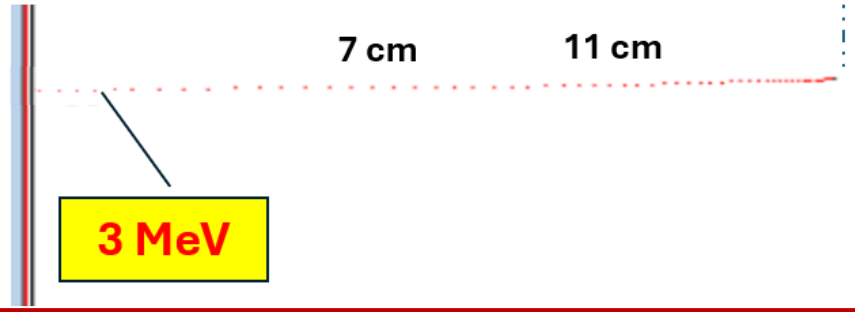
s opérationnelles à ...deur X (tissus bio.)	
Q(x)	3
H /	77 nSv.cm²
H(x)	146 Sv

H'(0,07)



Perte de l’énergie des protons dans le faisceau à l’air libre


+ 100 mm
Parcours proton dans l'air
Parcours total 16 cm
7 cm
11 cm
3 MeV
2 MeV
1 MeV
Layer 1



IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 | **Particules chargées monoénergétiques** | Manuel +validation

Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle | Proton

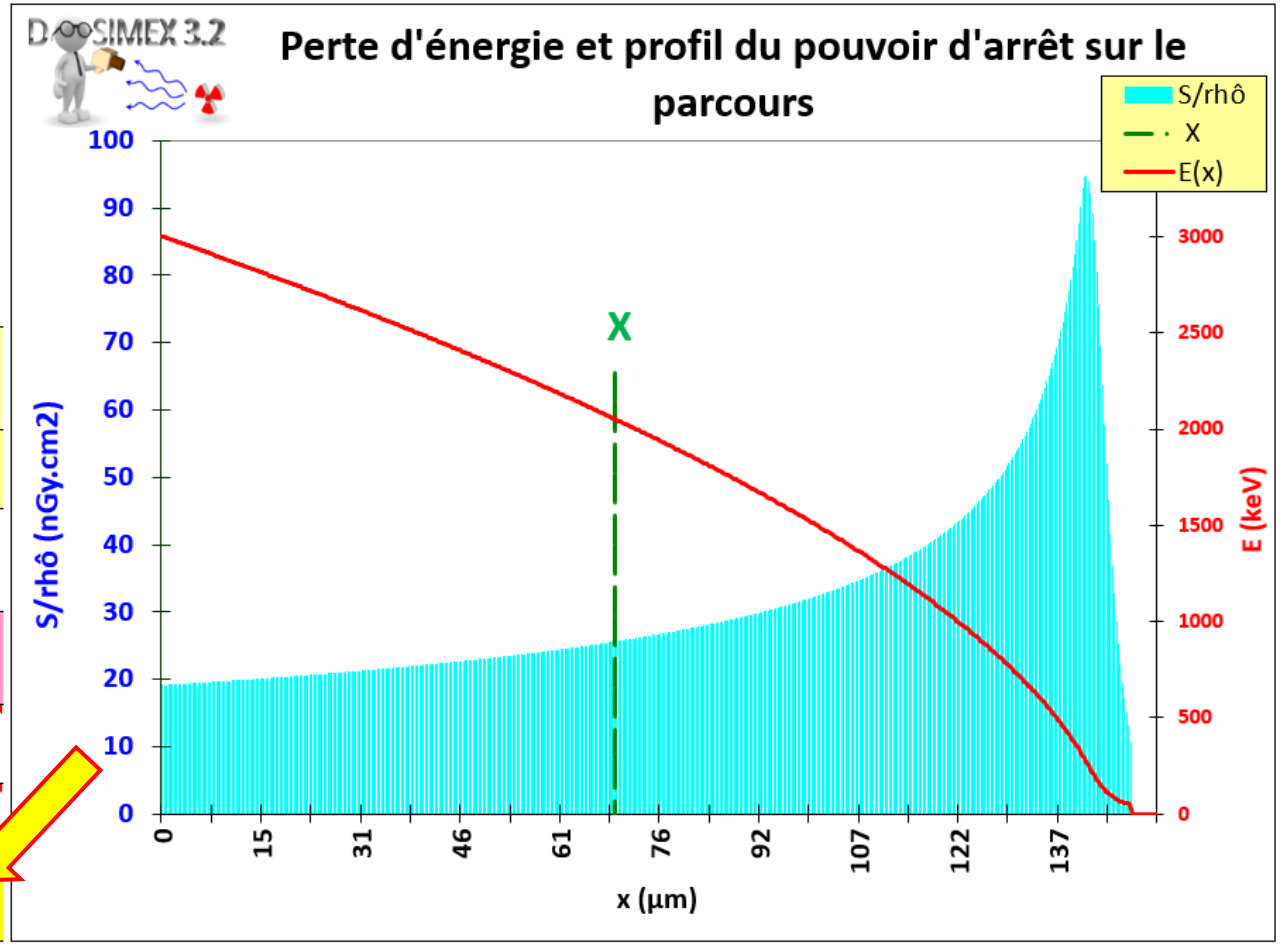
Energie (keV) = 3000

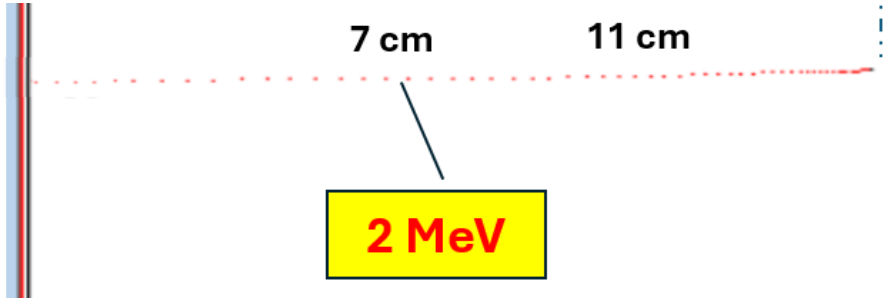
$\Phi(p.cm^{-2})$ = 1,88E9

Tissus bio

Données moyennes sur le parcours R	
parcours R	148 µm
Coefficient conversion fluence /Dose $\overline{d_{\Phi[R]}}$	= 32 nGy.cm²
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	61 Gy
$\overline{Q_R}$	5,69
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	184 nSv.cm²
$\overline{H_{[R]}}$	347 Sv

Données à la profondeur X	
x =	70 µm
Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)	
Q(x)	3
H / Φ	77 nSv.cm²
H(x)	146 Sv





IRM PARTICULES CHARGEES 3.2 — Particules chargées monoénergétiques — Manuel +validation

Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle | Proton

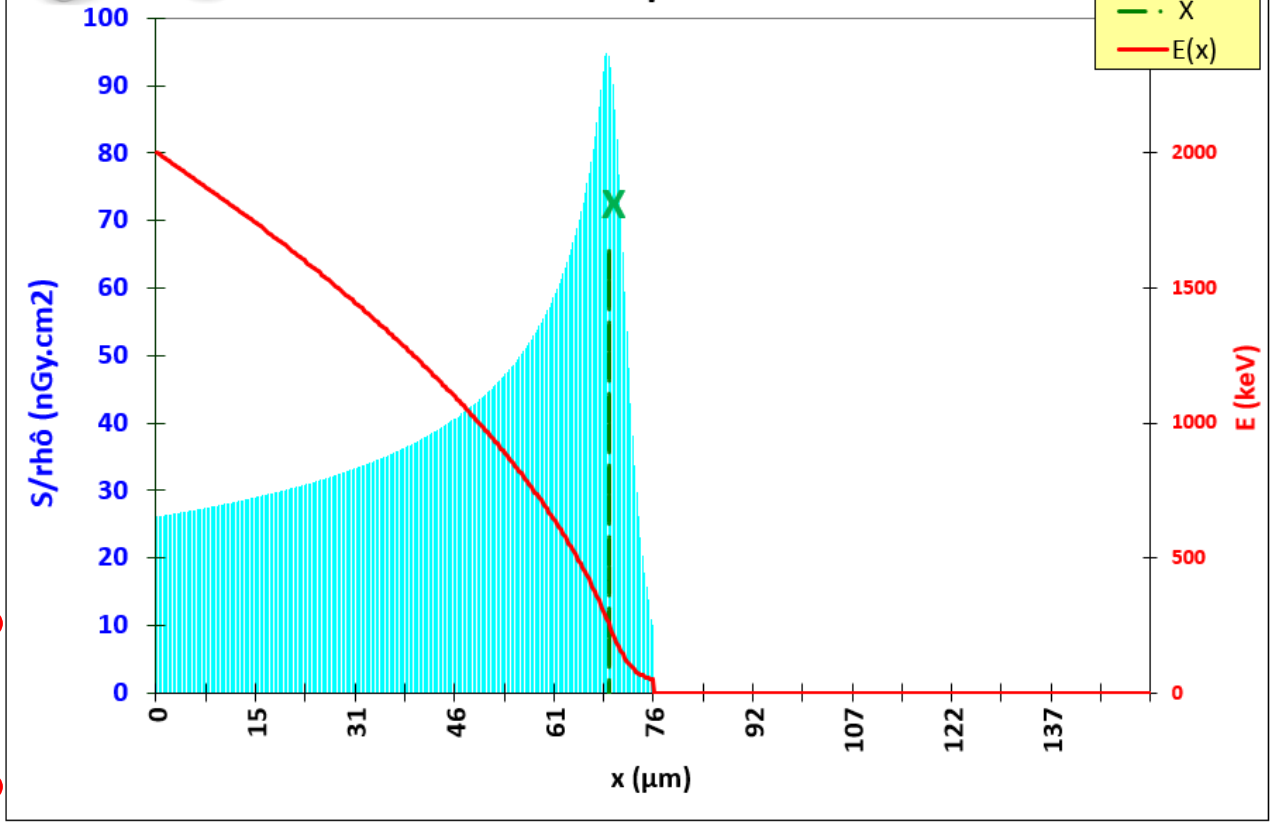
Energie (keV) = 2000

$\Phi(p.cm^{-2})$ = 1,88E9

Tissus bio

DOSIMEX 3.2

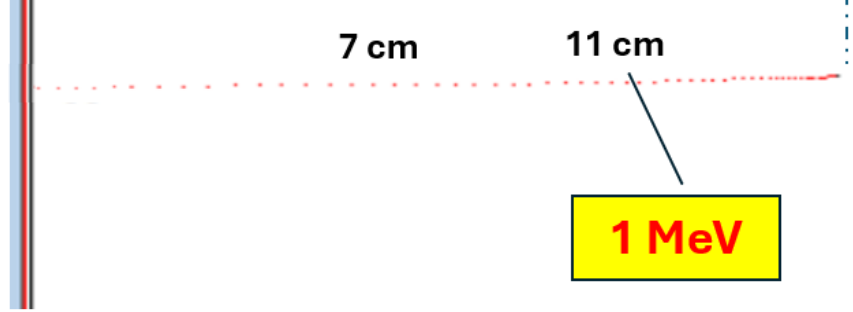
Perte d'énergie et profil du pouvoir d'arrêt sur le parcours



Données moyennes sur le parcours R	
parcours R	76 µm
Coefficient conversion fluence /Dose $\overline{d_{\Phi[R]}}$	42 nGy.cm²
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	79 Gy
$\overline{Q_R}$	7,44
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	314 nSv.cm²
$\overline{H_{[R]}}$	591 Sv

Données à la profondeur X	
X =	70 µm

Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)	
Q(x)	14
H / Φ	1190 nSv.cm²
H(x)	2237 Sv



Fluence | Débit de fluence | source ponctuelle | Proton

Energie (keV) = 1000

$\Phi(p.cm^{-2})$ = 1,88E9

Tissus bio

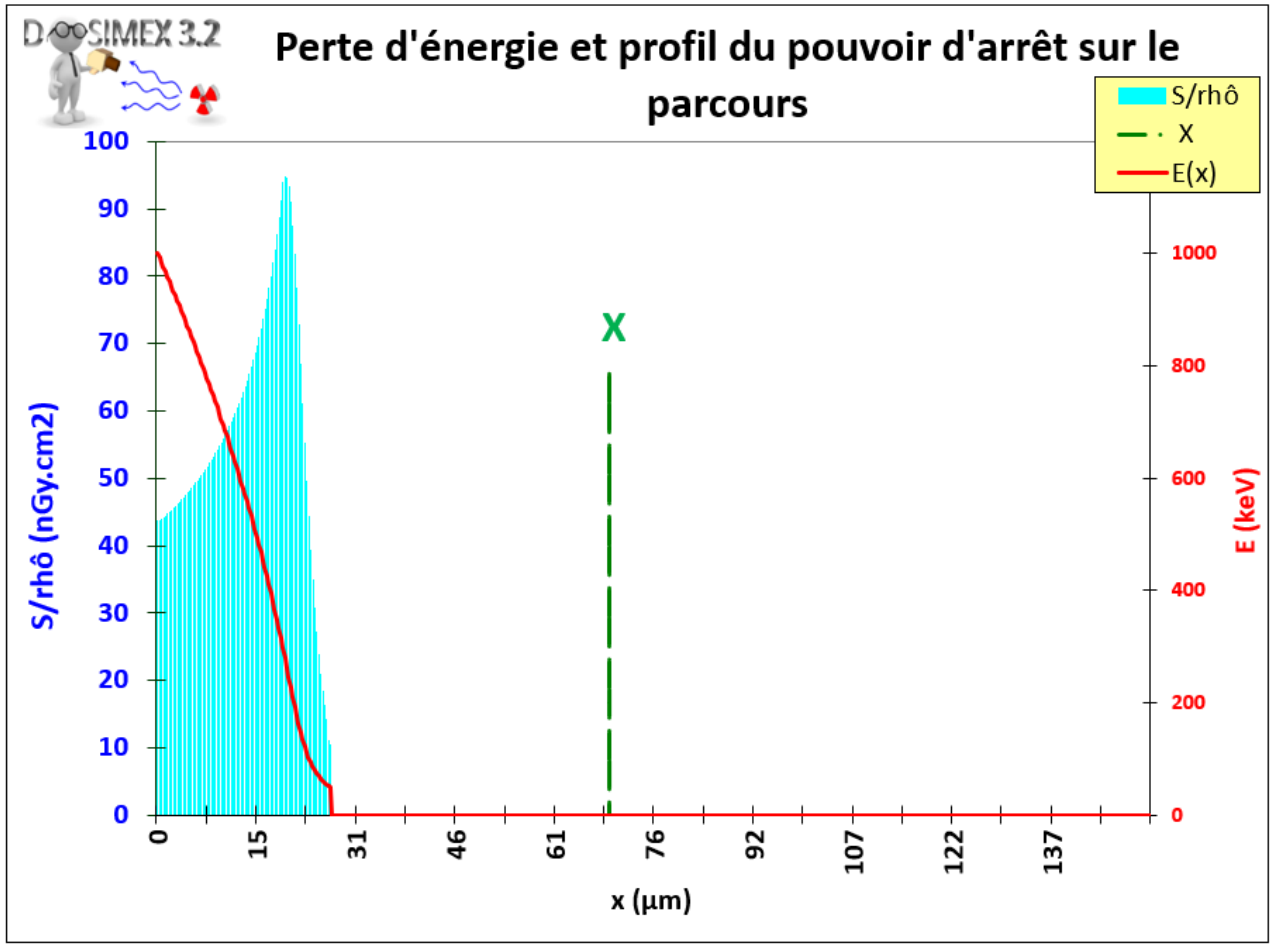
Données moyennes sur le parcours R

parcours R	27 µm
Coefficient conversion fluence /Dose $\overline{d_{\Phi[R]}}$	= 60 nGy.cm²
$\overline{D_R} = \overline{d_{\Phi[R]}} \times \Phi$	112 Gy
$\overline{Q_R}$	/
$\overline{h_{\Phi[R]}} = \overline{Q_R} \times \overline{d_{\Phi[R]}}$	/
$\overline{H_{[R]}}$	/

Données à la profondeur X

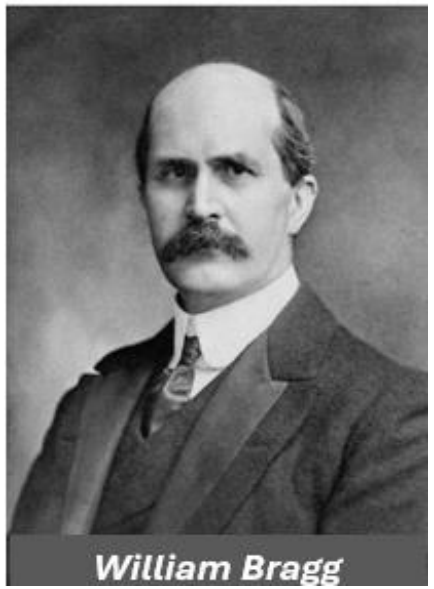
X = 70 µm

Grandeurs opérationnelles à la profondeur X (tissus bio.)	
$Q(x)$	/
H / Φ	/
$H(x)$	/



Débit de dose peau en fonction de la position dans le faisceau


Rolf Sievert

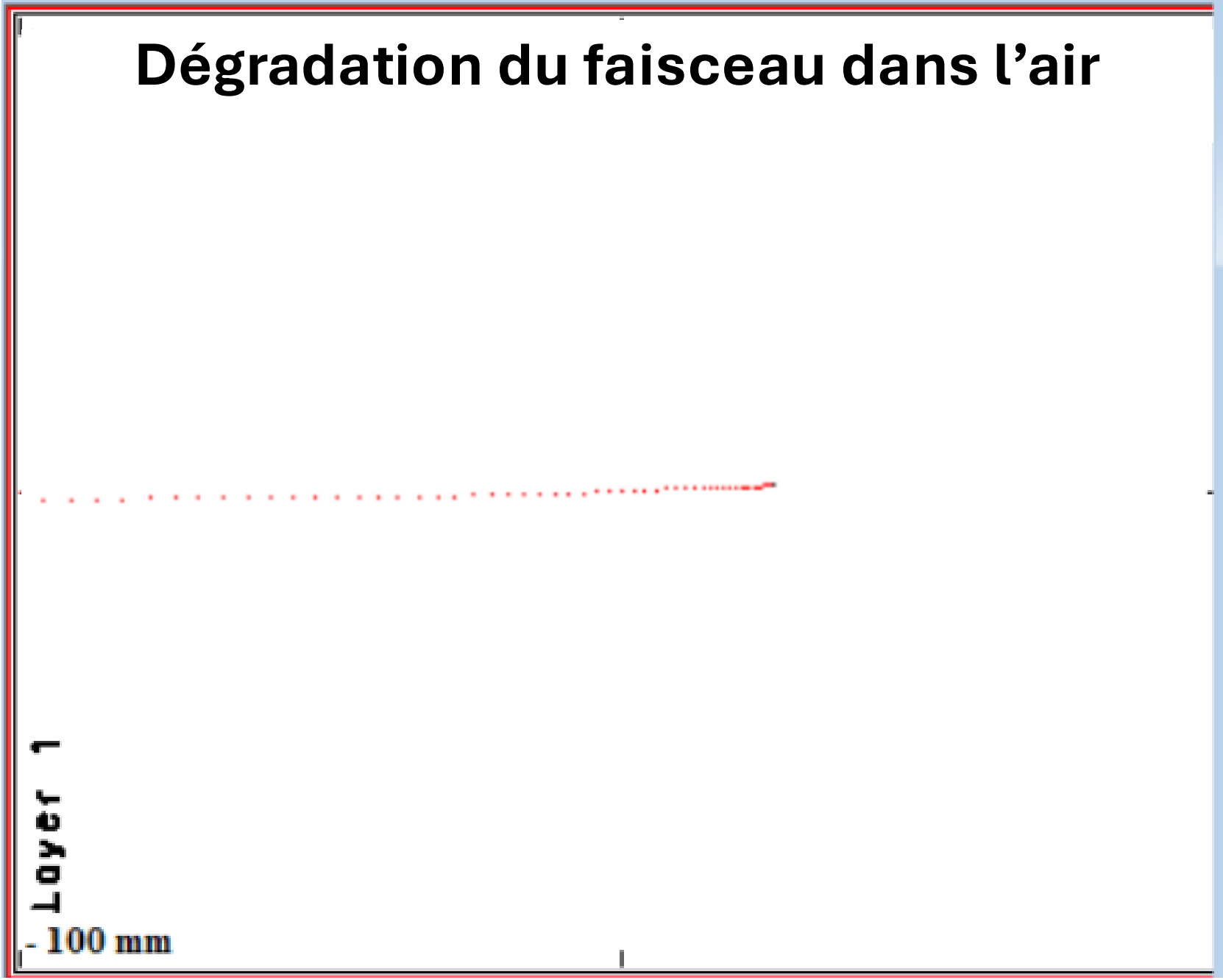

William Bragg


Harold Gray

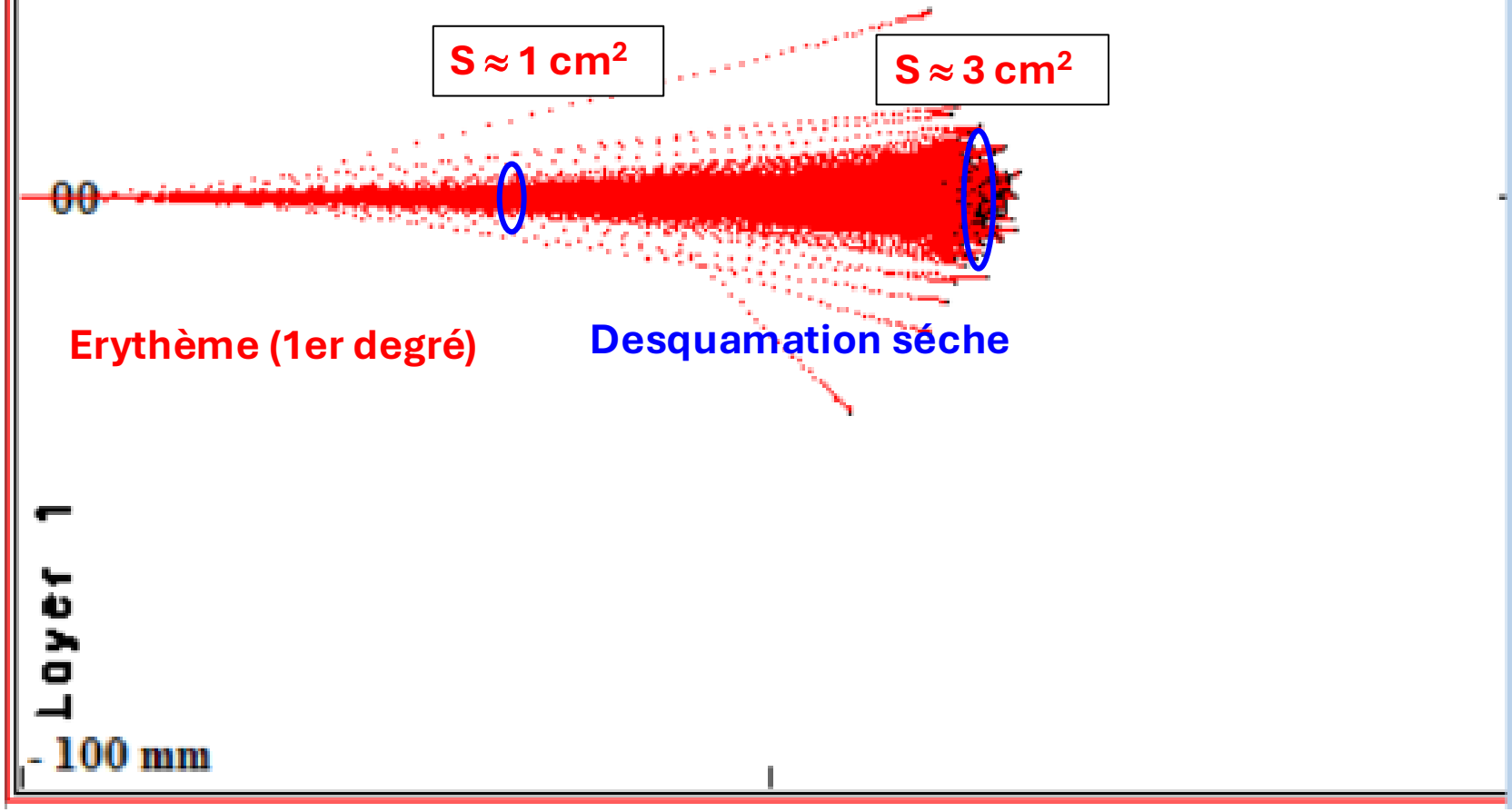
Informations plus récentes :

Conférence RP Cirkus du Dr Déborah BENCHETRIT
Médecin Anesthésiste - Réanimateur
Référente médicale ESR NR Régional et National

Dégradation du faisceau dans l’air



Dégradation du faisceau dans l'air (straggling)



En attendant la suite de l’enquête officielle

Traitement médical de l’incident nucléaire le plus grave de France



Tout cela pour dire en conclusion :



Merci de votre attention



