

Les trois facteurs : dose, volume, temps

poème dosimétrique, suivi de la tirade des grays (*)

par Alain LAUGIER (*)

(Manuscrit reçu le 18 décembre 1980)

Tout radiodiagnostic, ce n'est pas utopie,
Est un acte aussi bien de radiothérapie.
De ce fait, trois facteurs nous devons étudier :
La dose tissulaire, le volume irradié,
Et, le plus compliqué, le fameux facteur temps.
De vous les rappeler je ne suis mécontent.

1. *Le facteur dose :*

L'effet des radiations est fonction de la dose,
Non de celle, attention, à laquelle on expose
La peau de nos patients, mais la dose absorbée
Par les tissus humains au point considéré.
Ce point sera situé au milieu de l'organe
Que l'on nomme critique, tel l'ovaire des dames,
Les boules des messieurs, parfois le cristallin,
Et le corps thyroïde, surtout chez les bambins.
Si l'organe est ponctuel par rapport au gradient
De la dose absorbée, c'est sans inconvénient.
Comme les rayons sont mous, grande est la variation
Par rapport au milieu de l'organe en question :
Un peu plus à l'entrée, bien moins à la sortie,
La mesure dépend du point qu'on a choisi.
Il y aura toujours quelque peu d'arbitraire,
Tout dépendra ainsi de la manière de faire.
On va se contenter d'un ordre de grandeur,
Décider, par exemple, que la mi-épaisseur
Du pelvis de la femme donne un bonne idée
De la dose de rayons par l'ovaire absorbée.
A deux bons centimètres sous la peau du scrotum

(*) Première version présentée aux *Journées de Radiologie*, Paris, 5 novembre 1980.

(**) Assisté de Marie-Thérèse POUZET, radiothérapeute et orthopédiste-és-alexandrins.
Hôpital Tenon, 4, rue de la Chine, 75970 Paris Cedex 20.

Ou à un seulement si c'est un très jeune homme.
 C'est là qu'on situera le point qui accumule
 Les rayons qu'a reçus le tout du testicule.
 Les grandes variations de la morphologie
 Rendent bien compliquée cette posologie.
 Il n'est aucun moyen, il n'est pas de formule
 De connaître la dose par un simple calcul
 Depuis les kilovolts et les milliampères.
 Car distance, qualité du film et de la paire
 Des écrans qui renforcent et, bien sûr, filtration,
 Autant de facteurs qui font varier l'absorption.
 On est donc obligé, cela il faut l'admettre,
 D'opérer sur fantôme, avec un dosimètre.

2. *Le gray :*

La dose est dite en grays, l'unité qu'on vénère.
 Je m'adresse à ceux qui parlent encore en R.
 Prenez deux unités, le mètre et la seconde
 Des unités S.I. définies par des ondes.
 L'unité de vitesse : le mètre par seconde.
 Vous allez l'augmenter d'autant chaque seconde,
 Vous aurez l'unité de l'accélération.
 En la communiquant à la masse étalon,
 Celle du kilogramme, vous avez un newton,
 C'est l'unité de force, personne ne s'étonne.
 Si vous la déplacez sur un mètre en longueur,
 Vous avez dépensé un joule de labeur.
 Le joule est l'unité, fi de la calorie,
 Le joule est le travail pour toutes énergies
 Mécanique, électrique aussi bien que thermique,
 Et celle aussi de la science radiologique.
 Considérons un joule d'énergie ionisante.
 Faites la absorber, cette énergie radiante,
 Par la masse de matière égale à l'unité,
 Toujours le kilogramme. Ça y est, vous la tenez
 L'unité d'énergie absorbée. C'est le gray,
 Symbole Gy, du nom du grand savant anglais.

3. *Becquerel et sievert :*

A côté de ce gray, il est deux unités :
 Becquerel et sievert, je vais les présenter.
 Rien de plus aisé que définir le becquerel :
 Par seconde, une seule, cela est officiel,
 Une désintégration ! Cela me contrarie
 De quitter l'unité qui s'appelait curie.
 37 gigabecquerel, c'est la correspondance.

Les méga et tera vont entrer dans la danse
 Nous faisant délaisser les micro, les milli.
 Puisqu'il faut être S.I., becquerel je rallie.
 Abandonnant le rad, je dois aussi quitter
 Son *équivalent man*, le rem, je l'ai cité,
 Pour adopter du gray, son équivalent-homme.
 Honorant un Suédois, le sievert on le nomme.
 Donc, vous multipliez l'EBR par la dose,
 Divisez rem par cent, puisqu'en sievert on cause.
 On dit que le roentgen est alors l'ennemi,
 N'a-t-il donc tant vécu que pour cette infamie ?
 C'est une quantité, oui, d'électricité
 Recueillie dans l'air d'une masse unité,
 Choisie dans le S.I., exprimée en coulombs
 Ainsi qu'en kilogrammes. Puisqu'il le faut, allons !
 Abandonnons roentgen. Je suis bien indécis
 Pour donner un nom à cette unité S.I.
 Coulombs par kilogramme; bien long à prononcer !
 Je propose un nom qui pourrait le remplacer
 Qu'on l'appelle donc tout simplement le dutreix
 Nom qui comme curie honore les deux sexes.

4. *Le facteur volume :*

Le second paramètre, le volume du sujet
 De développement est rarement l'objet.
 Dans le corps du patient, certes on distinguera
 Deux volumes distincts : celui qui recevra
 Le faisceau de rayons s'atténuant vivement,
 Et celui irradié, oh ! très légèrement
 Par photons diffusés inévitablement.
 Réduisez l'un et l'autre surtout en diaphragmant.
 Dans cette réduction du volume irradié
 Enfants et nourrissons seront privilégiés.
 Chez eux on essaiera de restreindre toujours
 Le faisceau de rayons, sans oubli, chaque jour.
 Si l'on fait le total des doses unitaires
 Reçues par chacun des volumes élémentaires,
 On obtient l'énergie, dite dose intégrale
 Définie en grays et kilogrammes, c'est dire
 Tout simplement en joules, celle qu'il faut réduire
 Pour restreindre le plus les effets somatiques
 Et, selon la région, les effets génétiques.
 On se trouve en présence, avec la moelle osseuse,
 D'un organe diffus. La mesure est vaseuse,
 Puisqu'il faut évaluer la place relative
 Dans les segments osseux, de cette moelle active.
 Des calculs fastidieux permettent d'estimer

Une dose moyenne, que l'on va exprimer
 En grays évidemment. Mais on va supposer
 Qu'il y a compensation des lieux les plus dosés
 Par ceux qui ont reçu une dose inférieure.
 Cette manière est bien évidemment la meilleure;
 Procédé ardu, mais il n'en est de meilleur.

5. *Les doses-populations :*

Le problème important des doses collectives
 Va être abordé par d'autres, donc je l'esquive,
 Qu'il s'agisse des doses médullaires moyennes
 Ou de celles qui dans le génome interviennent,
 D'après l'échantillon obtenu par sondage
 D'un groupe de sujets qui, par sexe et par âge,
 Sont représentatifs de la communauté.
 Et puis on va tenter de se documenter
 Sur le parc des machines et le comportement
 Des radiologistes. On cherchera comment
 Se déroule, en moyenne, chaque type d'examen,
 Combien il irradie, pour aboutir, enfin,
 Pour une certaine année à une évaluation
 De ce que l'on dénomme les doses-populations.
 Pour un pays donné, on peut ainsi savoir
 La dose dans la moelle et celle au génitoire,
 Dose médullaire moyenne, reflet des leucémies,
 Dose gonade moyenne pour les anomalies,
 Génétiquement significative, j'entends,
 La dose moyenne chez les moins de trente ans
 Reçue dans les ovaires et dans les testicules.
 Effectuez ces calculs, quel vrai travail d'Hercule!

6. *Le facteur temps :*

Du troisième paramètre appelé facteur temps,
 Je suis tenté aussi d'en faire au moins autant,
 Laissant au biologiste le soin de préciser
 Que les doses physiques ne font que s'ajouter
 Mais qu'on omet de dire qu'il y a restauration
 Et qu'on lésionne moins que nos estimations.
 Pour une même dose, le temps d'irradiation
 Doit être pris en compte, pour une appréciation
 Des effets constatés, qu'il s'agisse de la mort
 Des cellules exposées, ou, plus sérieux encore,
 Des altérations des acides nucléiques
 Qui créeront et cancers et tares génétiques.
 Tant de grays par seconde, c'est l'aspect physique.
 Bien plus intéressant est l'aspect biologique.
 Le cycle des cellules, le rythme des mitoses

Conditionnent l'effet tout autant que la dose.
 Selon que continu ou que discontinu,
 Les rayons donneront, cela est bien connu,
 La dose étant égale mais le temps différent,
 Finalement le même résultat apparent :
 De façon continue, soixante grays en six jours
 Permettront de guérir, et cela pour toujours,
 Des épithéliomas aussi bien qu'en six semaines
 Les mêmes soixante grays si on les leur amène
 En séances de deux grays trente fois répétées.
 Le thérapeute choisit l'optimum pour traiter.
 La dose à délivrer sera donc fragmentée
 En nombreuses séances, c'est le fractionnement.
 Quant au nombre de jours — on dit l'étalement —
 Il intervient mais c'est un autre phénomène,
 Car on ne traite pas sept fois dans la semaine.
 Des formules subtiles tirées de l'expérience
 Permettent de savoir quelle est l'équivalence
 Entre de mêmes doses différemment données
 Plus ou moins étalées, plus ou moins fractionnées.
 Avec une dose forte en long étalement
 On créera des effets observés également
 Avec une moindre dose donnée en moins de temps.
 Les radiothérapeutes le savent depuis longtemps.
 On n'a de documents pour tenir ce discours
 Que pour quelques dizaines et de grays et de jours.
 Mais on a des raisons de penser sagement
 Qu'à de plus faibles doses s'appliquent également
 Les mêmes phénomènes. Après l'irradiation,
 De nombreuses lésions il y a réparation.
 Celles qui persistent après beaucoup d'années
 Des cancers, des tares pourront déterminer.

7. *L'effet des faibles doses :*

Tout ceci se voit dans le domaine du gray,
 C'est donc probable dans celui du milligray.
 C'est ainsi qu'on pénètre au cœur de ce débat :
 Comment extrapoler, aller de haut en bas
 Sur la courbe qui lie et la dose donnée
 Et l'effet constaté — qu'il soit mortalité,
 Surcroît de cancer ou de malformation.
 On possède pour un gray bien des informations,
 Mais pour le centigray et surtout pour bien moins,
 Aucune enquête n'a pu fournir le moindre point
 Qui nous permettrait de tracer enfin la courbe.
 En allant vers les doses les plus faibles, on s'embourbe.
 Comment extrapoler ? Noble interrogation

Un seuil ou pas de seuil ? Oui, *that is the question*.
 Pour aller de zéro aux points d'observations
 Mettra-t-on une droite, ou quelle autre fonction ?
 La droite surestime, c'est ce que l'on suppose,
 Les lésions provoquées par de très faibles doses.
 Mais il est préférable d'ainsi se comporter
 La prudence en cela doit toujours l'emporter.
 Donc, on ajoutera toutes les doses physiques
 Refusant d'accepter l'oubli biologique.
 Ce qui revient à dire qu'une dose d'un milligray
 Reçue par mille sujets aura l'effet d'un gray
 Qu'on aurait donné à un seul individu.
 Et quand on évalue les risques encourus,
 On surestime ainsi l'effet des faibles doses.
 Mieux vaut noircir le tout que voir la vie en rose.
 Souhaitez-vous estimer les risques potentiels ?
 Comparez aux rayons qui nous viennent du ciel,
 De nos muscles et nos os, des murs de nos maisons.
 Tellurique et cosmique, ce rayonnement de fond
 Mesure un milligray dans la totalité
 De nous tous chaque année. Et la nocivité
 Supposée ou réelle de toute exposition
 Lui sera comparée avant toute discussion.

8. *L'amplitude des phénomènes*

Pour fixer les esprits une bonne habitude
 Consiste à proposer un ordre d'amplitude :
 En radiothérapie, des dizaines de grays;
 Centrales nucléaires, c'est quelques micrograys
 Que l'on délivrera. De dix millions à un !
 De dix puissance sept à l'unité. Chacun
 Comparera comme fait Maurice TUBIANA
 A l'alcool contenu d'une part dans un baba,
 D'autre part un wagon chargé de cent barriques.
 Quant au volume, il va, dit en logarithmique,
 De un à cinq, depuis un cancer limité
 Jusqu'à l'organisme pris en totalité :
 D'une cigarette par an à deux paquets par jour
 C'est une comparaison. Souvenez-vous toujours
 Des ordres de grandeur. Ne sont équivalents
 Le gray dans la minute, le milligray dans l'an.
 Je supplie l'écolo qui craint le nucléaire
 Et tremble pour ses populations cellulaires :
 Du risque des rayons acceptez que l'on cause.
 Ne soyez pas moroses, les rayons ça se dose.
 Non, ne redoutez rien de la radiologie
 Sur nous tous veille, aussi, le S.C.P.R.I.

LA TIRADE DES GRAYS

A ceux qui ne font que du radiodiagnostic
 Je dis maintenant, pour être sympathique,
 La tirade des grays. Vous qui êtes venus,
 Le gray, c'est l'unité. L'avez-vous retenu ?
 Cette unité S.I., cohérente, rationnelle,
 C'est la seule, l'unique, pas de doute, c'est elle,
 Qui nous dit ce qu'on fait, si l'on crée des lésions,
 Et comment l'on guérit avec nos chers rayons.
 Or, il se trouve que certains contemporains
 Refusent d'employer l'unité de demain,
 Semblant nous reprocher d'offrir aux étudiants,
 Ce gray qui va changer des unités d'antan.
 Voici ce qu'à leur place, j'oserai déclamer,
 Prouvant du changement, la vaine vanité.
 Pédagogue : Ainsi que pour les anciens francs,
 Prenez la dose en rads et divisez par cent.
 Étudiant : Mais ce gray, dois-je dans ma question
 Expliquer ce qu'il est, à tous ces vieux patrons ?
 Patronal : Ces cons-là ! Est-ce qu'en parlant gray,
 S'ils ignorent la médecine, ils feront des progrès !
 Texan ou Marseillais : C'est cent rads que ça vaut,
 Erreur ! Chez nous, Monsieur, c'est cent dix qu'il en faut.
 Shadokien : Pourquoi dire tout simplement un gray
 Si c'est la même dose avec cent centigrays ?
 Syndical : Employer l'unité gray, ça aide
 Pour augmenter, enfin, la valeur de ce Z ?
 Administratif : Ce gray vous l'utilisez
 Pour réduire, bien sûr, le prix de la journée.
 Snob : On reste en rad, chez nous en Angleterre.
 Gracieux : Aimerez vous à ce point les confrères,
 Qu'avec vos grays qui tuent vous vous préoccupez,
 D'offrir des lames à lire à ceux de l'anapath ?
 Savant : Dix puissance quinze, c'est un pétarray,
 Avant, souvenez-vous, pétarad on disait.
 Écolo : Il pollue l'air, le vin et les eaux,
 Et si l'on bronze avec, est-ce-que ça rend idiot ?
 M.L.F. : Le sievert, gray équivalent man !
 Et nous, qu'avons-nous comme *equivalent woman* ?
 Système d'unités, dit international,
 Ce S.I., il est né du mètre national.
 Rougissons de fierté. Par lui logiquement
 La science a acquis un système cohérent.
 A tous ceux qui résistent, en refusant le gray,
 J'affirme tristement qu'ils disent non au progrès.
 Laissons le rad en rade; il nous faut adopter
 La nouvelle unité et le gray de bon gré.