



PEUT-ON UTILISER LES PLAQUES AU BaSO₄ POUR LA CONFORMITE A LA NORME NF C15-160 (Mars 2011)?

Hélène TOURNIER et les membres du GT BaSO₄ du RaMiP¹

Introduction :

La norme NF C15-160 (mars 2011) - pour les installations pour la production et l'utilisation de rayonnements X - propose en annexe (annexe A) une équivalence plomb pour certains matériaux atténuants en fonction de la tension et la filtration du générateur X concerné. On y retrouve les matériaux classiquement utilisés : béton, brique, plâtre ... Pour ces derniers, l'épaisseur à utiliser est donc claire.

Un nouveau matériau composé de sulfate de baryum (BaSO₄) est proposé par les fournisseurs comme alternative aux parois plombées. Son équivalence plomb ne figure pas dans la norme. Pour citer cette norme, « Lorsque d'autres matériaux que ceux précisés au tableau susmentionné sont employés, il est impératif de s'assurer de leur équivalence en plomb pour les hautes tensions spécifiées. Cette équivalence devra être précisée dans la note de calcul. » A cela s'ajoute le fait que la seule justification de son possible emploi est donnée par la documentation commerciale du fabricant.

Est-il donc possible de l'utiliser dans le cadre de la norme NF C15-160 et quelles épaisseurs équivalentes utiliser?

Problématique :

La réalisation d'installations pour l'utilisation de générateurs de rayons X est toujours précédée d'une phase d'étude au cours de laquelle on considère l'implantation du générateur et les protections à apporter sur chacune des parois. La première démarche consiste à calculer (en fonction de la distance à la paroi considérée, du type de générateur, de la charge de travail envisagée ...) les protections à apporter au niveau de chaque paroi afin de pouvoir établir un cahier des charges précis. La protection calculée est exprimée en épaisseur de plomb à apporter. Soit on utilise effectivement du plomb, soit on met en œuvre un matériau présentant l'atténuation requise.

Dans l'hypothèse où il s'agit d'un matériau autre que du plomb, l'équivalence d'atténuation (par rapport au plomb ; on parle d'équivalence plomb) de ce dernier doit être justifiée. Si ce matériau est présent en Annexe A de la norme, la question de l'équivalence ne se pose pas.

Utiliser un autre matériau que ceux proposés par la norme NF C15-160 suppose qu'on s'attache avec minutie à la démonstration de son efficacité. Actuellement sont proposées sur le marché des plaques au sulfate de baryum supposées présenter une équivalence plomb en fonction de la tension utilisée par le générateur concerné. La documentation faisant état de ces équivalences est proposée par le fabricant. Peut-on accepter cette documentation comme justification ? Peut-on la considérer comme suffisamment objective ? Et finalement peut-on utiliser les plaques au sulfate de baryum alors que ce matériau n'est pas homologué par la norme NF C15-160 ?

¹ Catherine Renault, Nathalie Chatry, Mathieu Vrignon, Cédric Dossat, Sébastien Balduyck

Expérimentation :

L'utilisation des plaques au sulfate de baryum n'est possible que si des données objectives permettent de confirmer son équivalence plomb. Quatre membres du RaMiP, PCR externe/interne du secteur médical, d'établissements différents et sans lien avec les fournisseurs de plaques au $BaSO_4$, se sont donc réunis pour procéder aux tests des plaques au sulfate de baryum sous différentes tensions de générateurs X.

Nous sommes partis des données communiquées par le fabricant que nous avons comparées aux résultats obtenus suite à notre campagne expérimentale.

Les tests ont été réalisés dans une salle dotée d'une table de radiologie télécommandée PLATINIUM (table développée par APELEM pour CARESTREAM) équipée d'un tube VARIAN RAD 92 conçu en Novembre 2013.

Nous disposons de quatre plaques de plâtre au sulfate de baryum de 50 cm de côté. En les superposant, nous pouvions donc disposer d'équivalences plomb variables en fonction de la tension d'utilisation du tube.

Sur la table a été positionné comme fantôme de diffusion un cylindre de 20 centimètres de hauteur sur 20 centimètres de diamètre.

Derrière les plaques ont été positionnés deux radiomètres Thermo FH40 LG.



L'atténuation des plaques a également été mesurée pour le technétium 99m, le baryum 133 et le thallium 201.

Résultats :

Les figures ci-dessous donnent pour une meilleure lecture les résultats en transmission (=1-atténuation).

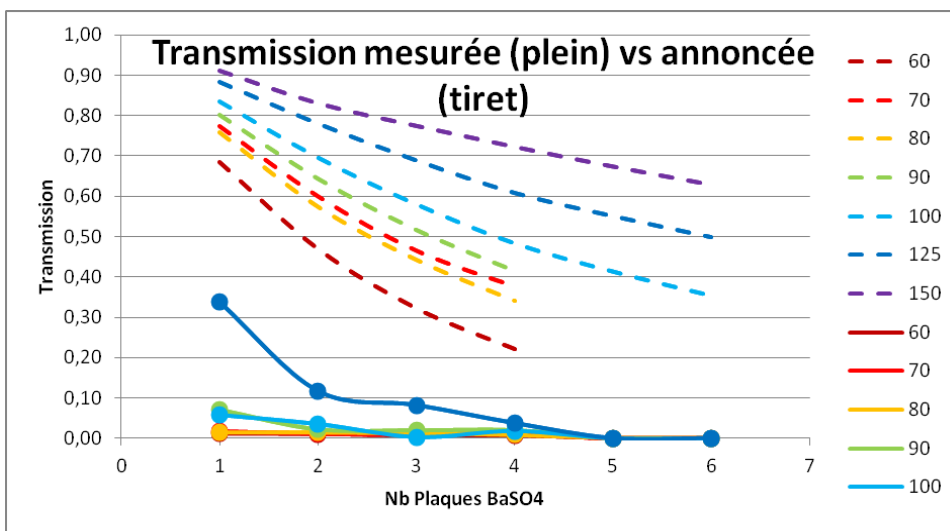


Figure 1 : Transmission mesurée versus transmission annoncée pour des kV de 60 à 100, dans le rayonnement diffusé.

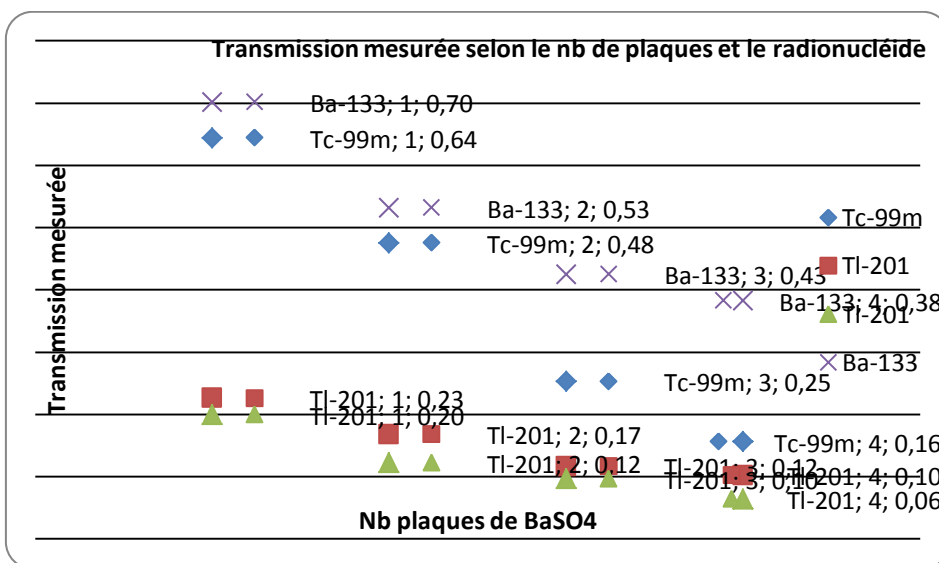
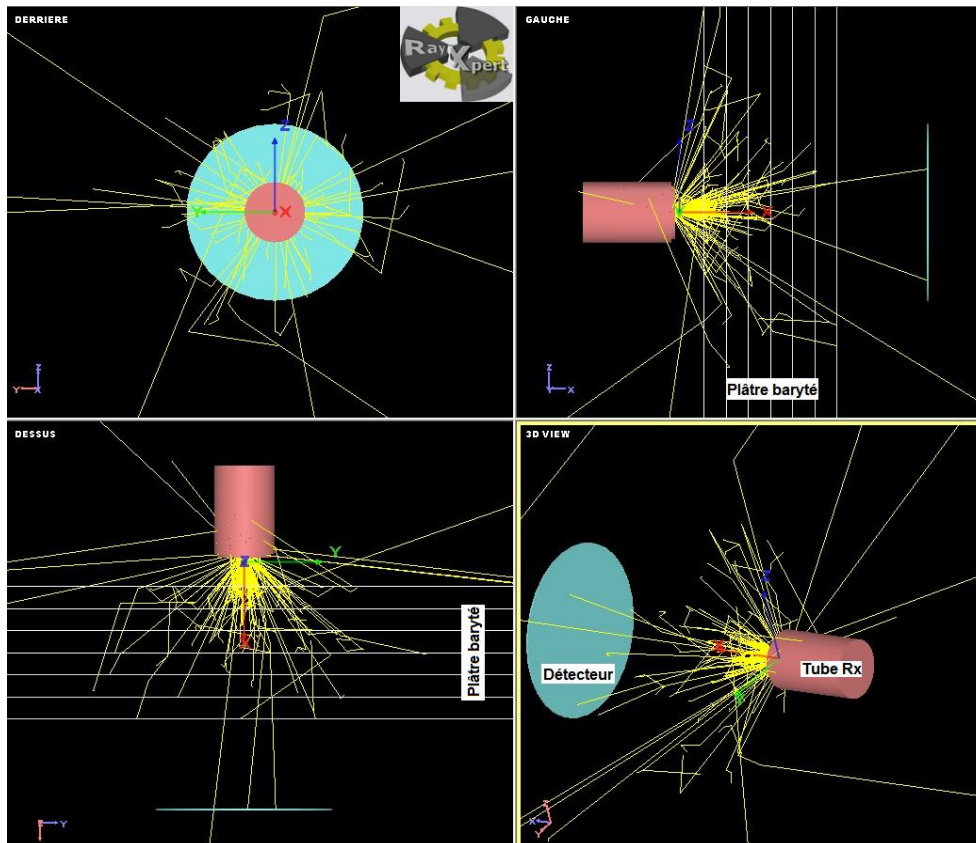


Figure 2 : Transmission mesurée pour plusieurs radionucléides, rayonnement primaire.

L'atténuation annoncée par le fabricant est moins importante que l'atténuation mesurée lors de nos tests. Il semble donc possible d'utiliser les plaques au sulfate de baryum ; la documentation fournie par le fabricant semblant minorer l'atténuation réelle du matériel. Ce qui va dans le sens de la majoration habituelle en radioprotection. Outre la prudence, la raison de cette minoration vient des spécificités de la norme allemande (DIN 6812 : Regeln für die Auslegung des baulichen Strahlenschutzes).

Afin de valider nos résultats par une autre approche, nous avons demandé à la société TRAD de procéder à des simulations à l'aide de leur logiciel de modélisation RayXpert® version 1.3. Pour des rayons X simulés directement à partir des réactions électrons de 100

keV sur une cible en tungstène, les calculs donnent des résultats identiques à nos mesures. Afin de comprendre l'écart entre les valeurs théoriques et expérimentales, des simulations basées sur une hypothèse majorante, qui consiste à simuler directement un faisceau de photons dont l'énergie est égale à l'énergie maximale des électrons, ont donné des résultats de transmission similaires aux données du fabricant.



Conclusion :

Les résultats obtenus sont un premier pas vers une validation objective de l'efficacité des plaques au sulfate de baryum : ces résultats ont été obtenus par une association indépendante, en présence de plusieurs professionnels de la radioprotection, à l'aide de deux radiomètres ayant enregistré les mêmes mesures qui ont été en parallèle confirmées à l'aide d'un logiciel de simulation.

Du côté des limites de l'expérimentation, nous n'avons pas pu tester les plaques au sulfate de baryum pour la tension de 150 kV alors que la documentation commerciale présente les plaques au sulfate de baryum comme pouvant présenter une protection d'équivalence plomb jusqu'à 1.4 mm pour quatre plaques.

De même, ne disposant que de quatre plaques, les équivalences plomb proposées par le constructeur pour l'utilisation de six plaques n'ont pu être confirmées.

Nous pouvons donc valider l'utilisation des plaques au sulfate de baryum pour des installations dont la tension d'utilisation est inférieure à 125 kV. Un complément à cette étude serait de faire de nouvelles mesures en faisant varier la filtration.

Les résultats de simulation et de mesures étant cohérents il serait également possible de compléter l'étude expérimentale par une série de calculs de transmission pour différentes tensions de générateur X.