Incertitude de la borne de Cramée-Rao: conséquences en SRM quantitative

J.-M. Bonny, Guilhem Pages

▶ **To cite this version:**

J.-M. Bonny, Guilhem Pages. Incertitude de la borne de Cramée-Rao: conséquences en SRM quantitative. 4. Congrès de la Société Française de Résonance Magnétique en Biologie et Médecine, Mar 2019, Strasbourg, France. hal-02734461

HAL Id: hal-02734461
https://hal.inrae.fr/hal-02734461

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Incertitude de la borne de Cramér-Rao : conséquences en SRM quantitative

Jean-Marie Bonny et Guilhem Pagès
INRA, AgroResonance - UR370 QuaPA, 63122, Saint Genès Champanelle, France

Objectifs :

La quantification des spectres RMN repose généralement sur la définition d'un modèle et sur l'ajustement des données expérimentales par ce modèle. Un critère populaire afin de juger de cette étape de post-traitement repose sur le calcul de la borne de Cramér-Rao (CRB). L'usage est de calculer cette borne théorique sur chaque métabolite d'intérêt et de la diviser par la valeur de la concentration obtenue afin d'obtenir un index relatif (rCRB). En pratique, la quantification est rejetée lorsqu'une incertitude trop importante est obtenue, par exemple en rejetant toute valeur de rCRB supérieure à 30%. Récemment, plusieurs auteurs ont remis en cause la fiabilité de cet indicateur (1,2). rCRB doit en effet être maniée avec précaution car le calcul de CRB nécessite de connaitre la valeur des paramètres vrais (fréquence, phase, amplitude, largeur de raie). En pratique, il est d'usage de remplacer ces paramètres inconnus par des estimations. Ces dernières étant bruitées, rCRB est aussi bruité. Par conséquent, cet indicateur est d'autant plus incertain que les mesures le sont, ce qui limite *de facto* son utilité pratique. L'objectif de ce travail est d'évaluer le niveau d'incertitude de rCRB à l'aide de simulations numériques.

Matériels et Méthodes :

Un signal FID (2048 points, BW=2000 Hz) a été généré avec des conditions proches de celles obtenues *in vivo* à 3T (signal à 500 Hz, T_2*=40 ms, phase $-\pi/4$). Un bruit gaussien complexe a été ajouté au signal pour atteindre différents niveaux de rCRB vrais. Ces signaux ont été ajustés pour estimer les paramètres et en déduire une rCRB expérimentale notée rCRB*. Cette opération a été répétée 100 000 fois.

Résultats :

La figure 1 illustre les incertitudes sur rCRB*. Tandis que les vraies valeurs de rCRB ont été fixées à 10, 20, 30 ou 50%, les valeurs rCRB*, calculées à partir des paramètres estimés, sont biaisées et ce d'autant plus que la valeur du rCRB est élevée. Les densités de probabilité de rCRB* présentent une asymétrie et sont décalées à gauche entrainant des risques de faux-positifs (c'est à dire indiquer rCRB* comme inférieur à un seuil alors que le rCRB est supérieur). La figure 2 illustre ce risque en fonction du seuil η choisi. Par exemple, pour un seuil fixé à 20% (courbe verte), la probabilité d'avoir rCRB de 40% alors que rCRB* indique une valeur inférieure au seuil est quasiment nulle. En revanche, ce risque augmente rapidement si le seuil est fixé à 30% (courbe bleue).

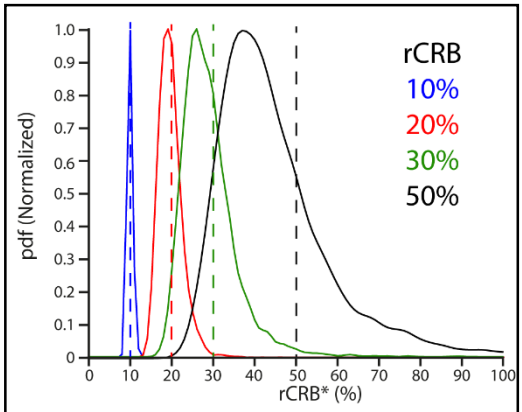

Figure 1 : Densités de probabilité des rCRB* obtenues par simulation d'un signal RMN contenant 1 seul pic. Les valeurs vraies de rCRB sont représentées en pointillé.

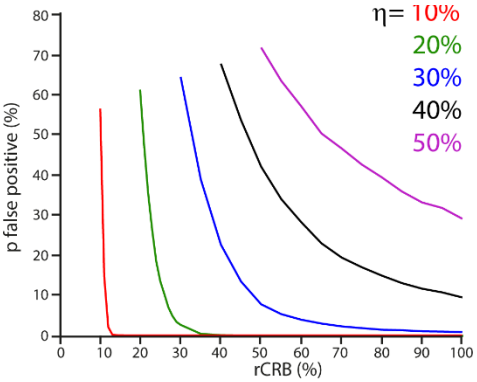

Figure 2 : Risque d'obtenir de faux positifs en fonction du seuil η choisi.

Conclusion :

Lors d'une quantification, l'indication fournie par la borne de Cramér-Rao est incertaine et possiblement biaisée lorsque les conditions de mesure sont difficiles. Si ce paramètre est utilisé comme critère d'exclusion, une valeur conservative est recommandée pour limiter les risques de faux-positifs. Pour plus de détails, se référer à (3).

Références :

[1] Tisell A., Leinhard O.D., Warntjes J.B.M. et Lundberg P., Magn. Reson. Med., 70, 905-915 (2013) [2] Kreis R., Magn. Reson. Med.,75, 15-18 (2016) [3] Bonny J.-M., Pagès G., Magn. Reson. Med., 81, 759-764 (2017)