

Introduction

L'hyperpolarisation permet d'augmenter significativement la sensibilité d'un noyau. Cependant, la durée de vie de ce signal hyperpolarisé est limitée (quelques dizaines de secondes). De plus, la quantité d'aimantation disponible diminue après chaque impulsion radiofréquence (RF). Il faut donc que la méthode d'imagerie métabolique i) minimise le nombre d'impulsions et ii) enregistre rapidement l'information spectrale.

Principe

- Rapidité de l'acquisition spatiale => SPIRAL longue
- Information spectrale => Incrément des temps d'écho (ΔTE)

Comment minimiser le nombre d'images nécessaires ?

- Connaissance *a priori* des déplacements chimiques (δ) pour l'exploitation de la parcimonie du spectre RMN en ^{13}C
- Optimisation de la valeur de ΔTE selon les δ trouvés (calcul du nombre effectif de moyenne du signal, le NSA)

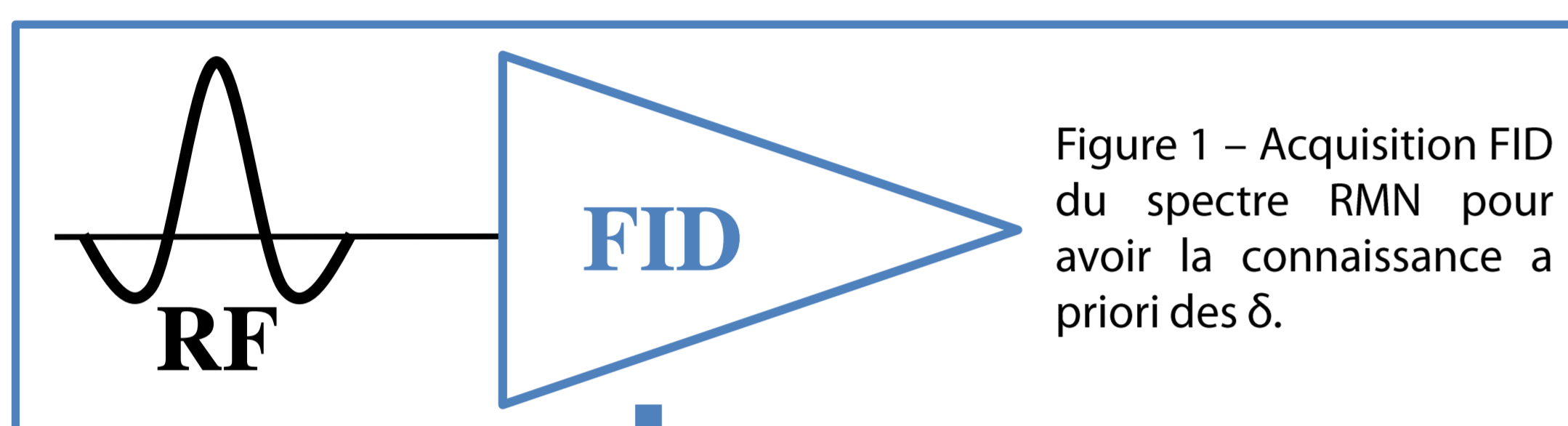


Figure 1 – Acquisition FID du spectre RMN pour avoir la connaissance *a priori* des δ .

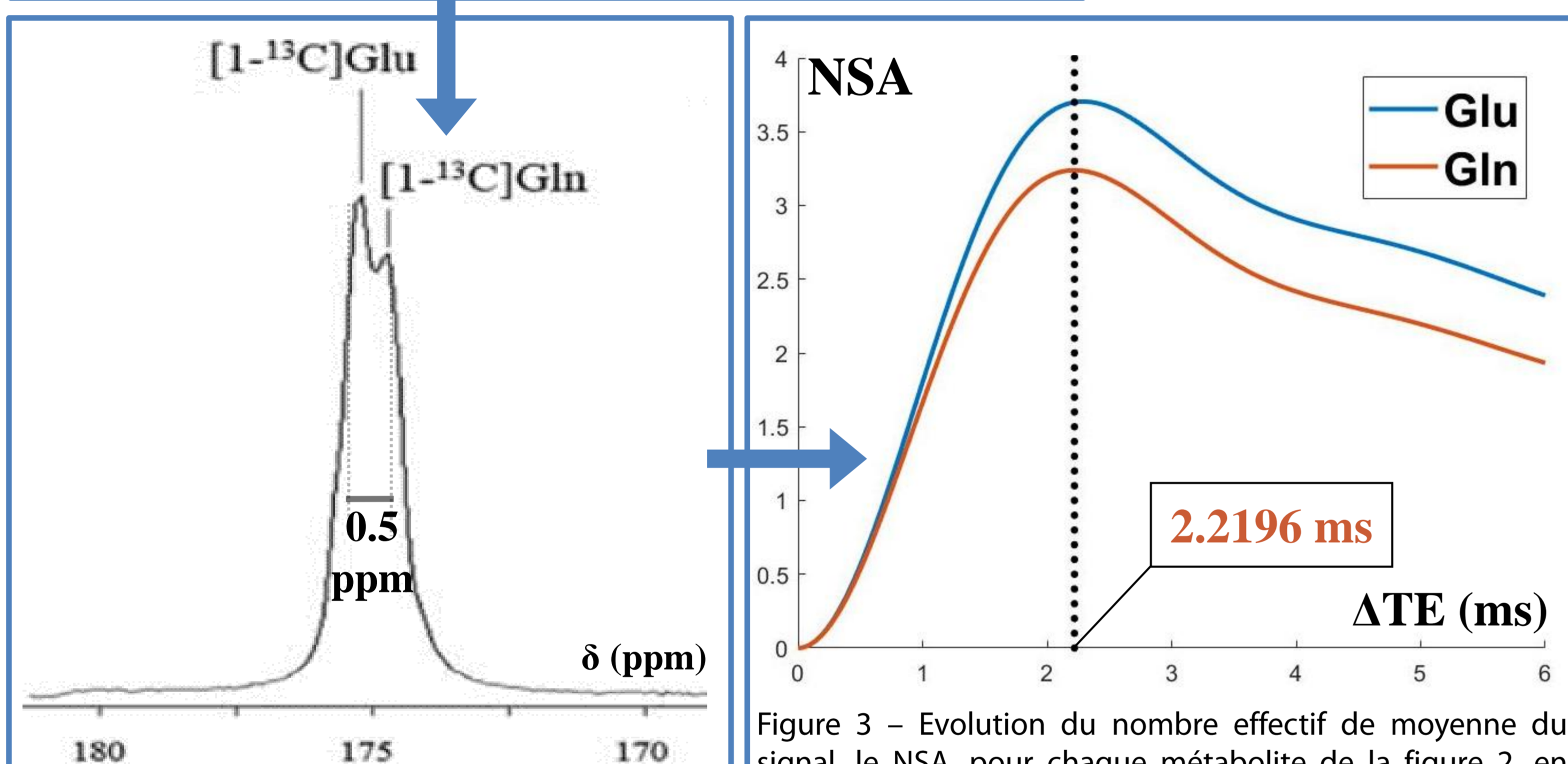


Figure 2 – Un Spectre RMN en ^{13}C du $[1-^{13}\text{C}]\text{Glu}$ et de la $[1-^{13}\text{C}]\text{Gln}$. Les déplacements chimiques sont respectivement 175.4 et 174.9 ppm. La différence entre les deux est 0.5 ppm, soit ~ 63 Hz à 11.7 T.

Figure 3 – Evolution du nombre effectif de moyenne du signal, le NSA, pour chaque métabolite de la figure 2, en fonction du décalage de temps d'écho ΔTE pour 6 TE. La valeur choisie correspond au décalage pour lequel le facteur NSA est le maximum pour l'ensemble des métabolites étudiés.

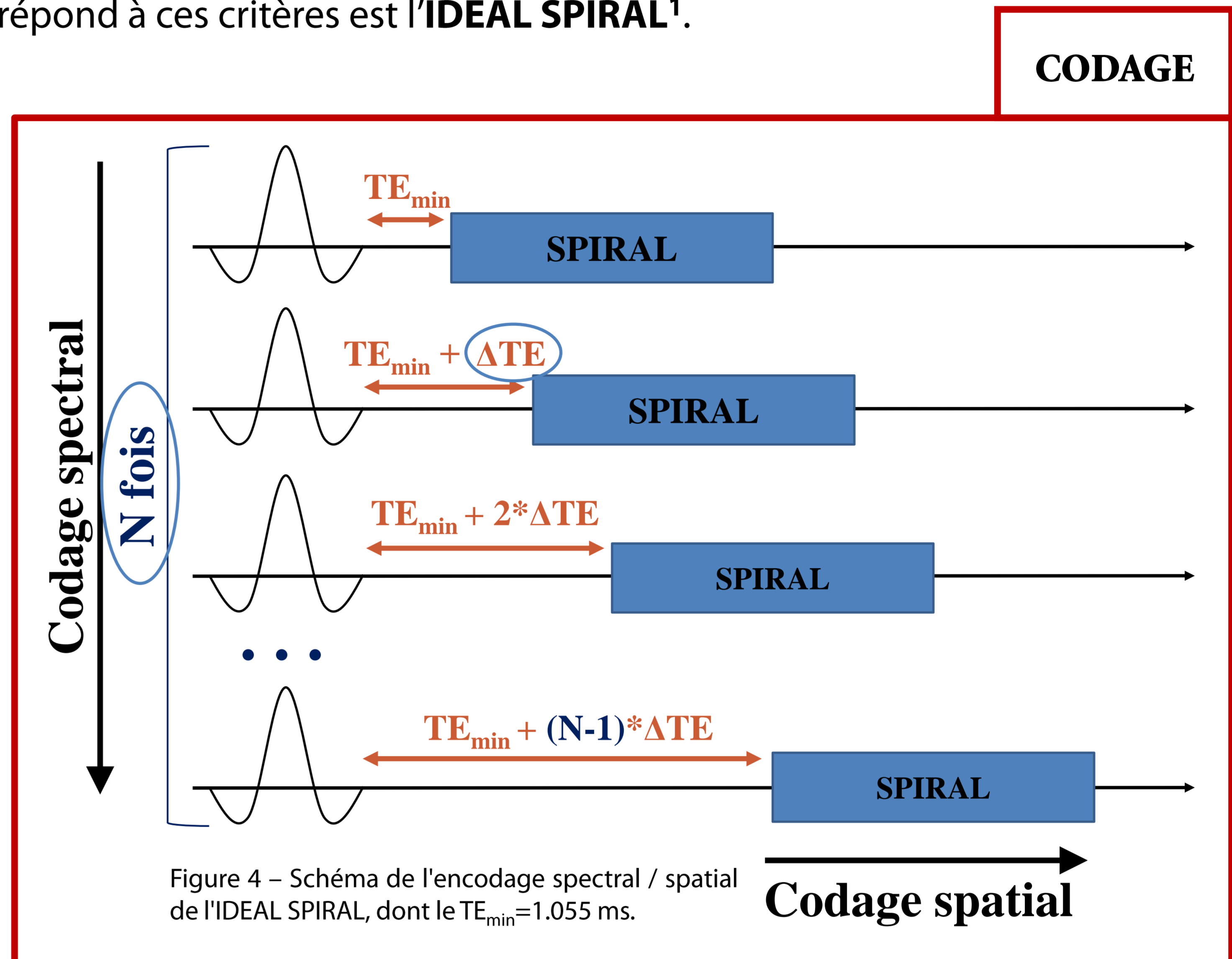


Figure 4 – Schéma de l'encodage spectral / spatial de l'IDEAL SPIRAL, dont le $\text{TE}_{\text{min}}=1.055$ ms.

RECONSTRUCTION

1. Fréquences des métabolites connues *a priori*.
2. Ajustement de modèle pour chaque point des spirales acquises.

➔ Une image pour chaque δ !

Simulation

La simulation est réalisée avec les caractéristiques décrites précédemment.

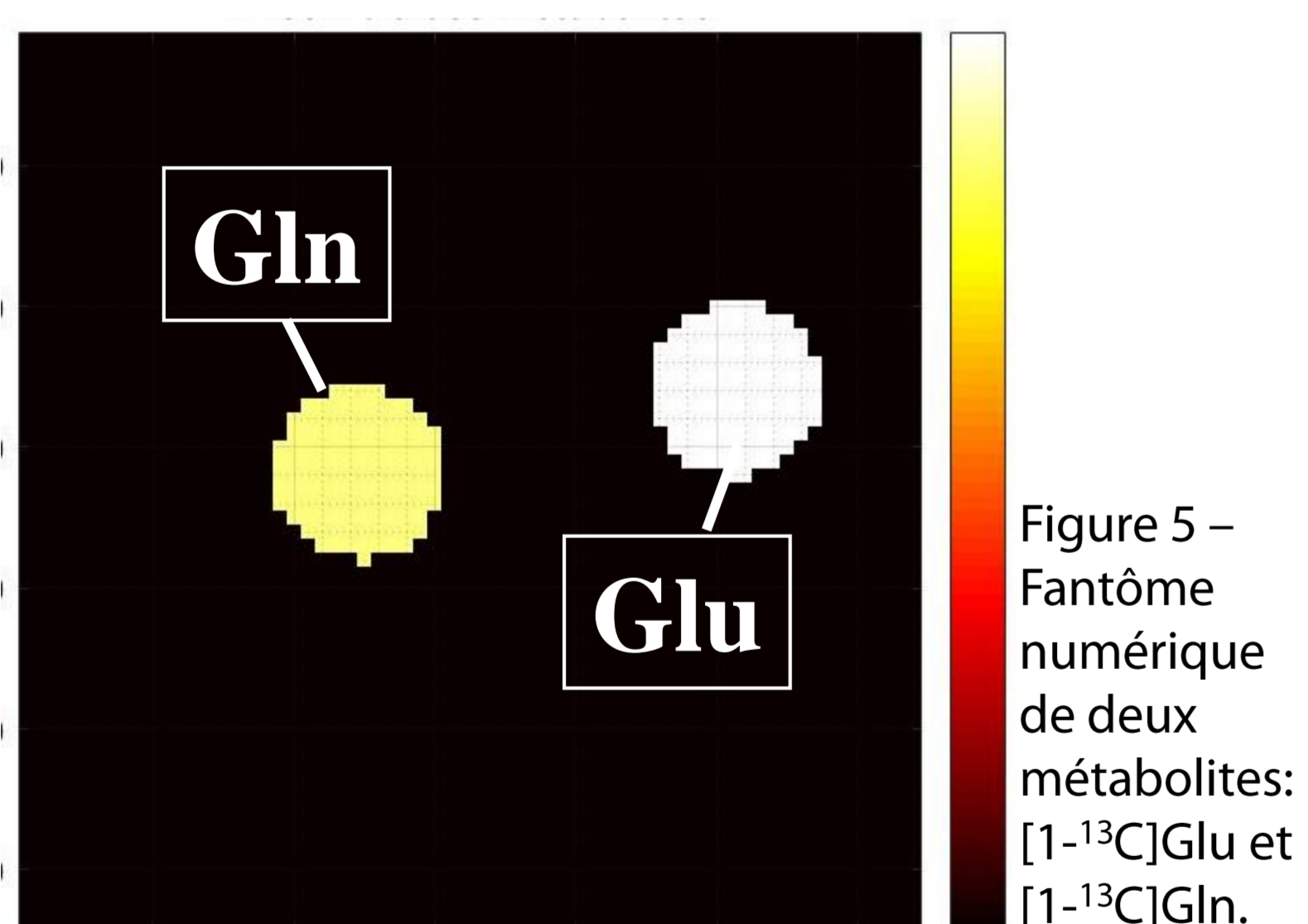


Figure 5 – Fantôme numérique de deux métabolites: $[1-^{13}\text{C}]\text{Glu}$ et $[1-^{13}\text{C}]\text{Gln}$.

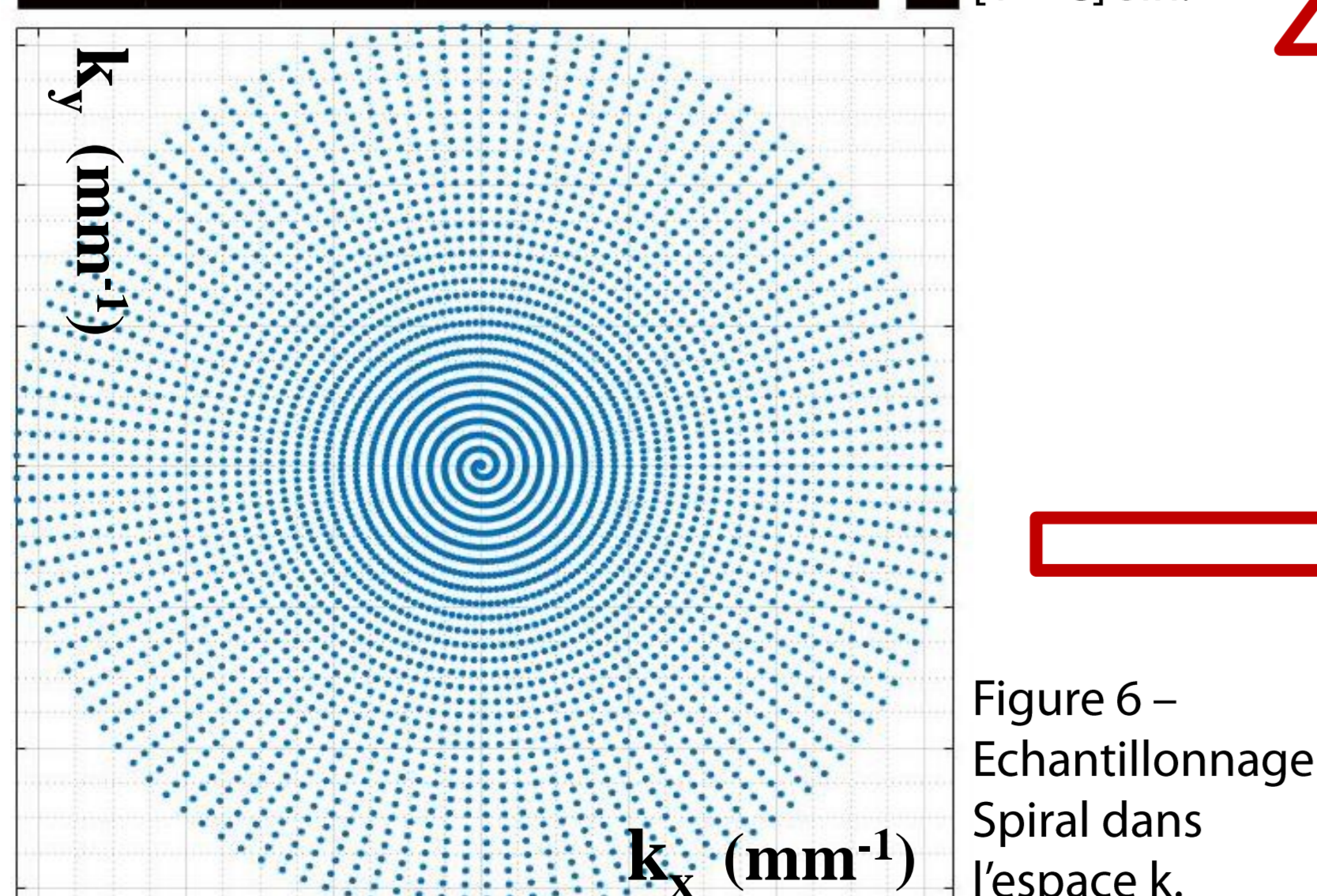


Figure 6 – Echantillonnage Spirale dans l'espace k .

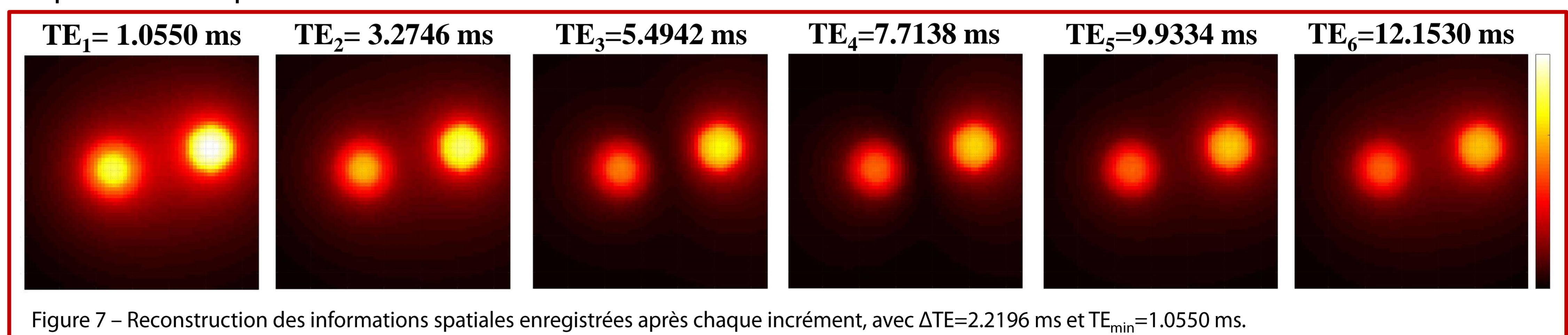


Figure 7 – Reconstruction des informations spatiales enregistrées après chaque incrément, avec $\Delta\text{TE}=2.2196$ ms et $\text{TE}_{\text{min}}=1.0550$ ms.

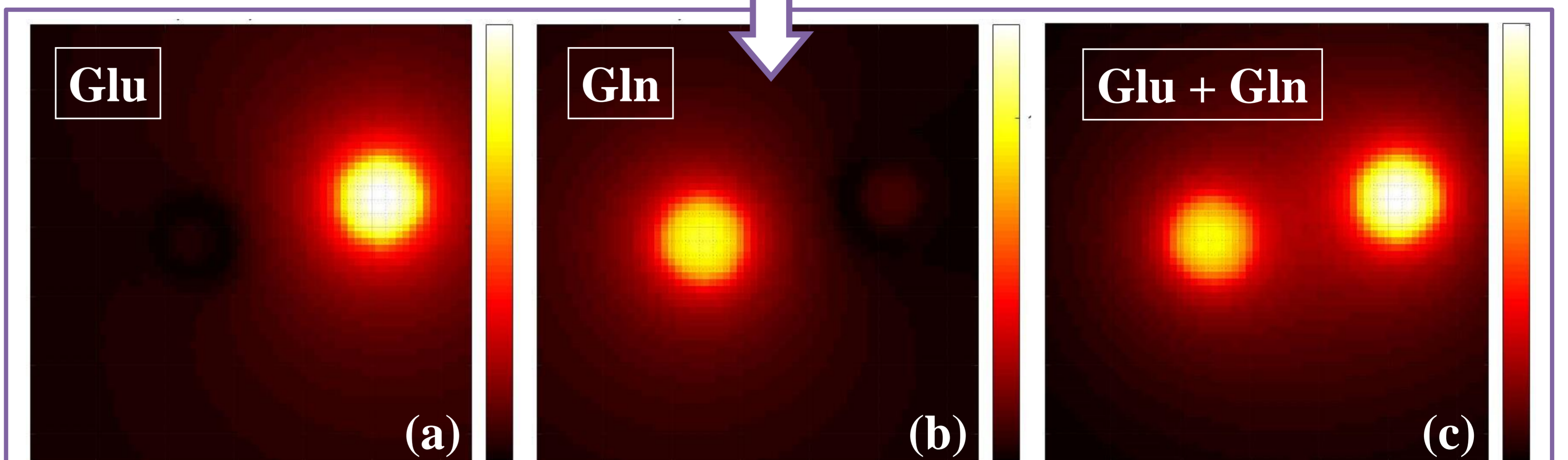


Figure 8 – Reconstruction des cartes métaboliques du $[1-^{13}\text{C}]\text{Glu}$ (a) et de la $[1-^{13}\text{C}]\text{Gln}$ (b) après l'ajustement de modèle. Les images reconstruites correspondent aux images simulées. La superposition des deux cartes métaboliques est représentée dans l'image (c).

Conclusion

L'algorithme de reconstruction des images métaboliques enregistrées en IDEAL SPIRAL fonctionne comme démontré sur les simulations. La prochaine étape est d'appliquer ce protocole à des données expérimentales.

Références

1. WIESINGER F., WEIDL E., MENZEL M. I., JANICH M. A., KHEGAI O., GLASER S. J., HAASE A., SCHWAIGER M. et SCHULTE R. F., MRM, 68, 8 –16 (2012)
2. MAZUEL L., SCHULTE R. F., CLADIÈRE A., SPEZIALE C., LAGREE M., LEREMBOURE M., JEAN B., DURIF F. et CHASSAIN C., MRM, 78, 1296 –1305 (2017)

