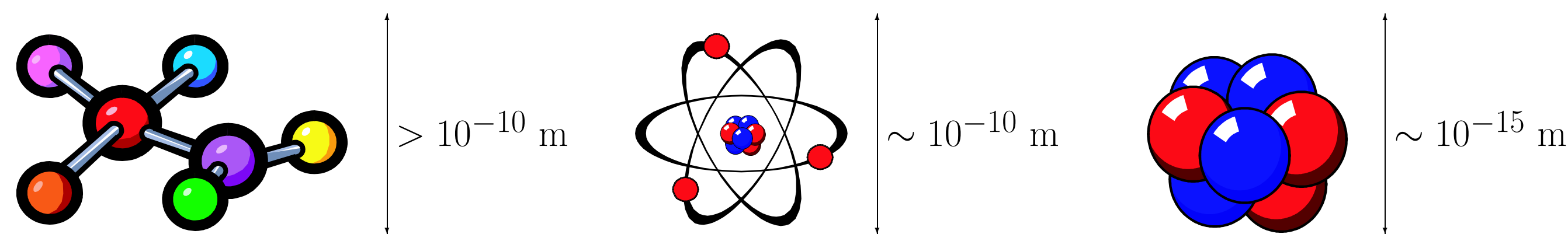


De l'Exotisme dans les noyaux!

P. CAPEL, G. GOLDSTEIN ET D. BAYE

*Services de Physique Quantique, Faculté des Sciences Appliquées,
& Physique Nucléaire Théorique et Physique Mathématique, Faculté des Sciences,
Université Libre de Bruxelles (U.L.B.)*

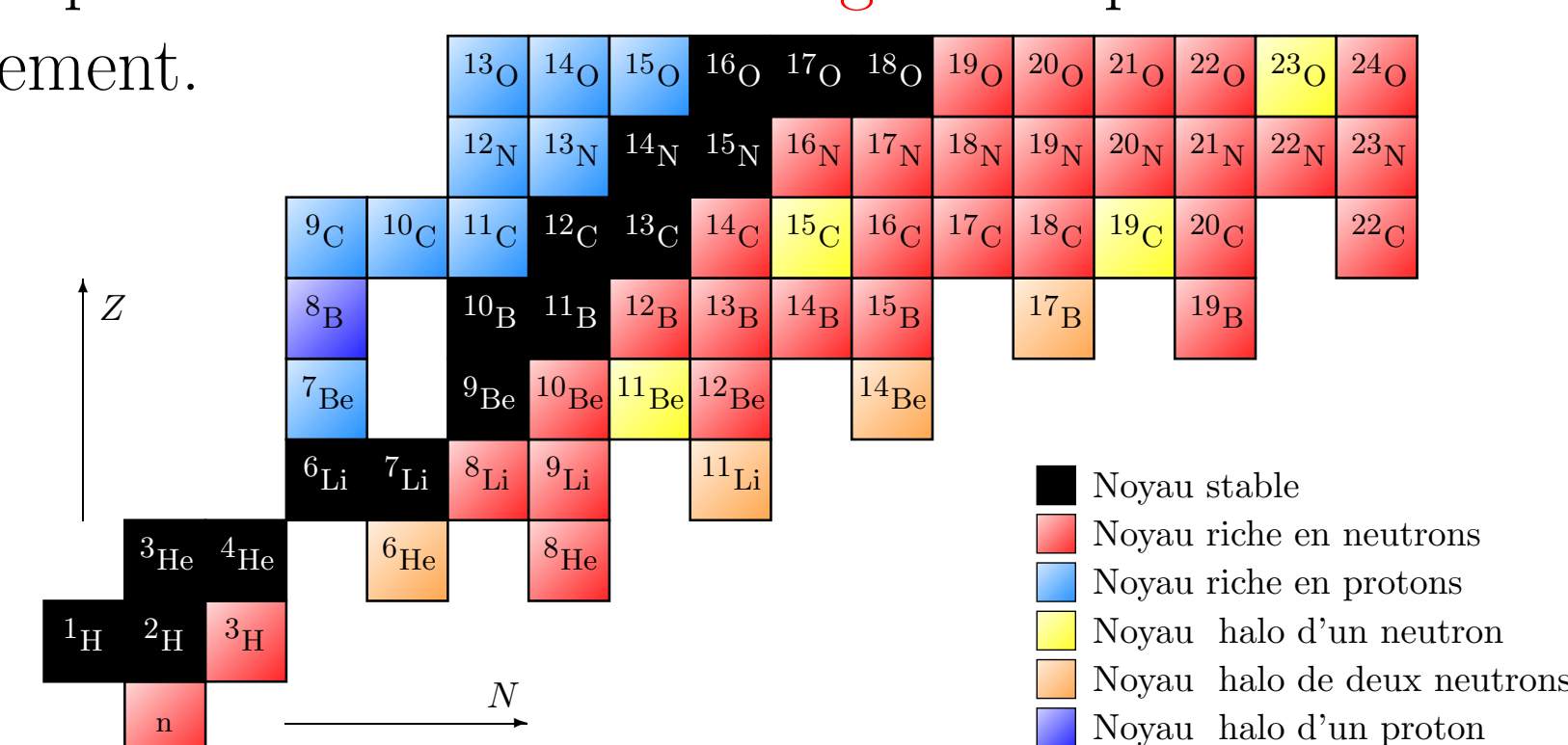
Le Noyau atomique



- La matière qui nous entoure est un assemblage de molécules dont les briques élémentaires sont les atomes. Ces **atomes** sont constitués d'un noyau entouré d'un nuage électronique, qui permet les liaisons chimiques.
- Le **noyau**, très massif et compact, est composé de A nucléons: Z **protons** et N **neutrons**. Sa stabilité est assurée par l'équilibre entre la force coulombienne (répulsive) entre les protons et l'interaction nucléaire forte (attractive) entre tous les nucléons.
- La physique nucléaire a pour but l'étude de la structure du noyau.

Les Noyaux à halo

- La plupart des noyaux sont compacts et peuvent être vus comme une sphère de volume proportionnel au nombre de nucléons. Pour certains noyaux, ce modèle n'est pas valable. Ces noyaux **faiblement liés** présentent un **rayon plus grand** que leurs voisins.
- Cette particularité s'explique par une **structure à halo**: le noyau est vu comme un **cœur** autour duquel gravitent un ou deux nucléons faiblement liés. Par **effet tunnel**, ces nucléons se trouvent à grande distance des autres et forment un **halo** autour du cœur.
- Ces noyaux exotiques constituent un **test rigoureux** pour les modèles nucléaires et sont étudiés intensivement.



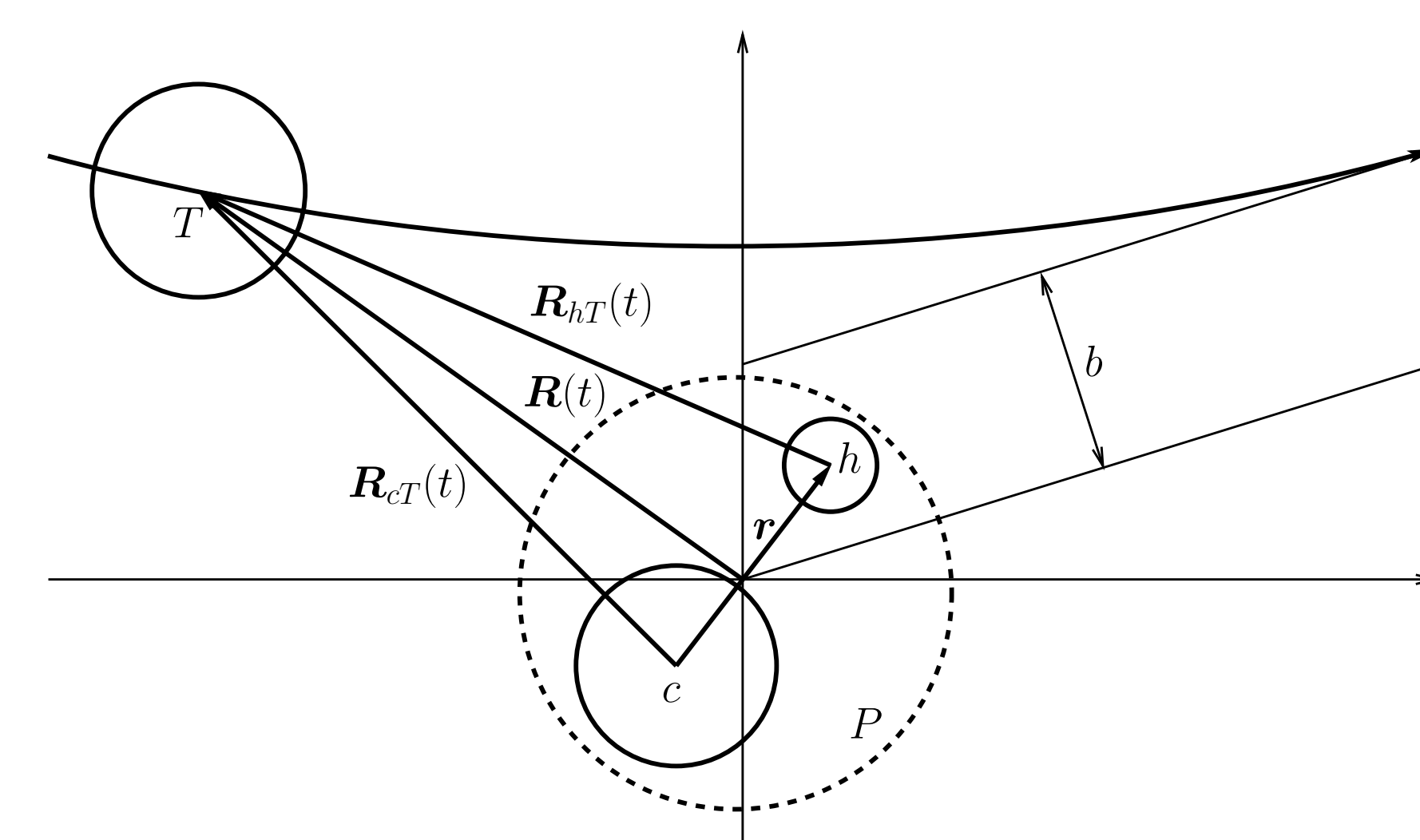
Modèle de réactions dépendant du temps

- Les noyaux à halo étant fortement instables, il est nécessaire de recourir à des techniques d'investigation indirectes, comme l'étude de collisions. L'analyse des mesures nécessite un **modèle précis de réaction** couplé à une **description réaliste du noyau**.
- Nous proposons un modèle basé sur l'**approximation semi-classique**, dans laquelle le mouvement relatif entre la cible (T) et le projectile (P) est décrit par une **trajectoire** classique.
- Le projectile (noyau à halo) est vu comme un **système à deux corps**: **cœur** (c) + **halo** (h). Il est décrit quantiquement par H_0 .
- Ce projectile est soumis à un **potentiel dépendant du temps** $V(t) = V_{cT}(R_{cT}(t)) + V_{hT}(R_{hT}(t))$ décrivant son interaction avec la cible au cours de son mouvement.
- Cette approximation mène à la résolution d'une équation de Schrödinger dépendant du temps:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\mathbf{r}, t) = [H_0 + V(t)] \Psi(\mathbf{r}, t) = \left[-\frac{\hbar^2}{2\mu} \Delta + V_{ch}(\mathbf{r}) + V(t) \right] \Psi(\mathbf{r}, t),$$

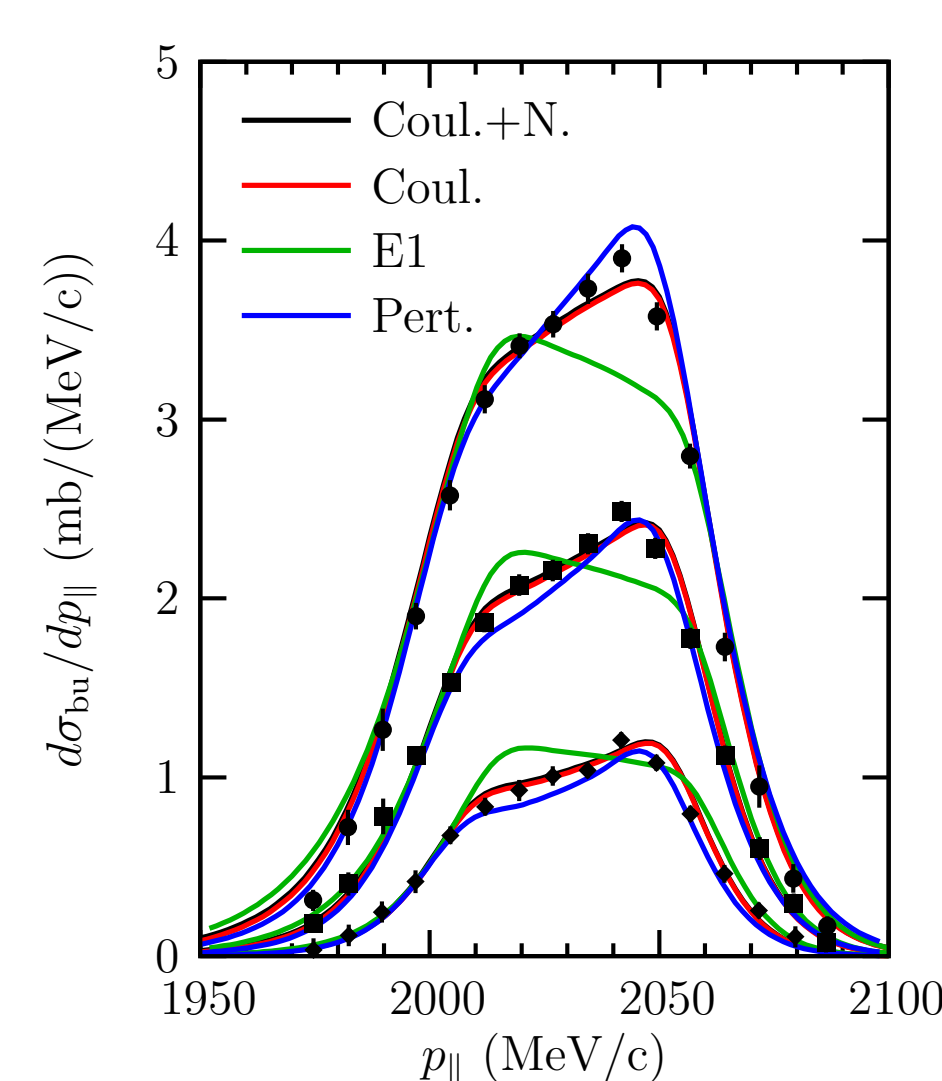
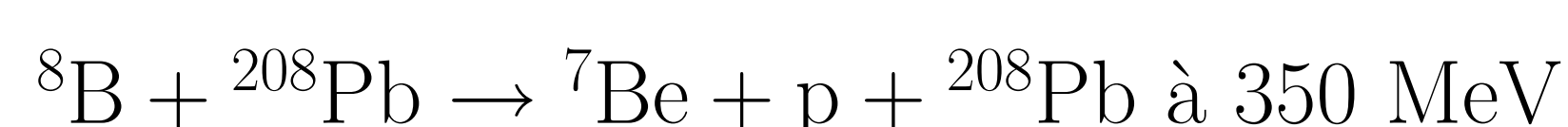
où Ψ est la fonction d'onde décrivant la structure du projectile, et V_{ch} est le potentiel modélisant l'interaction cœur-halo.

- Cette équation est **résolue numériquement** en développant la fonction d'onde Ψ sur un réseau sphérique à trois dimensions.



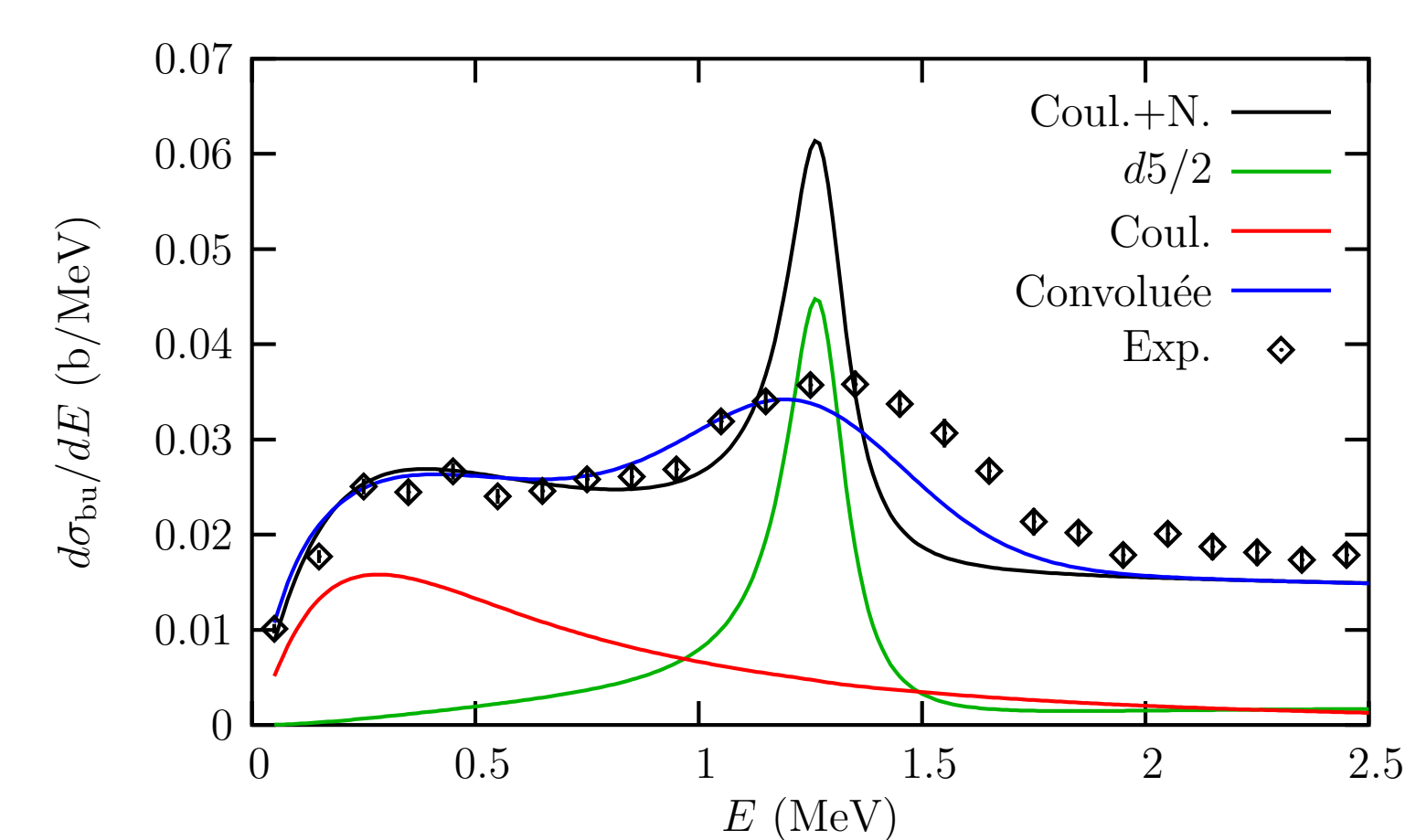
Le **noyau à halo** (P) est vu comme une structure à deux corps: un **cœur** (c) + un **halo** (h). Dans son référentiel, la cible (T) suit une trajectoire classique $R(t)$.

Dissociation coulombienne :



- Réaction inverse de ${}^7\text{Be}(p,\gamma){}^8\text{B}$ d'**intérêt astrophysique**.
- Bon accord avec l'expérience \Rightarrow valide le modèle à deux corps.
- Réaction dominée par l'**interaction coulombienne**: interaction nucléaire négligeable.
- L'interaction coulombienne ne peut être réduite à son terme **dipolaire E1**.
- **Effets dynamiques** significatifs: **calcul perturbatif** moins bon.

Dissociation nucléaire :



- Bon accord avec l'expérience \Rightarrow valide le modèle à deux corps.
- Réaction dominée par l'**interaction nucléaire**.
- La présence du **pic** (théorie et expérience) révèle une **structure résonnante**.

Conclusion

- Notre **modèle** permet l'étude de réactions de dissociation de **noyaux à halo** de un nucléon.
- Il permet d'analyser la **structure du projectile** ainsi que le **mécanisme de réaction**.
- Perspectives: améliorer la description du projectile et étudier les noyaux à halo de deux nucléons.