

Covariances des données nucléaires pour la simulation.

E. Bauge

S. Hilaire

P. Dossantos-Uzarralde

CEA DAM Ile-de-France, DPTA, SPN, LMED

Plan

Introduction: Covariances ? Besoins ?

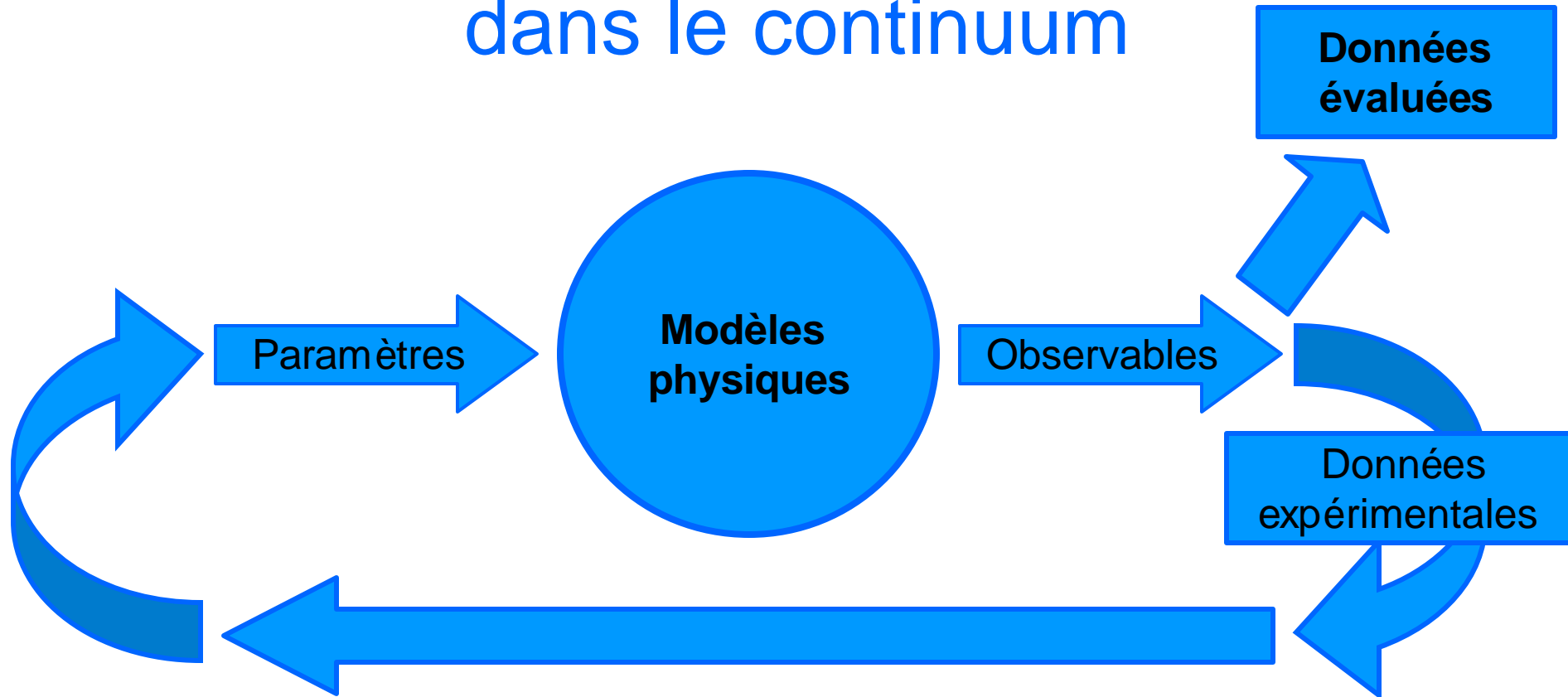
Calcul des matrices de covariance des données nucléaires

- Evaluations basées sur des modèles dans le continu
- Un exemple: $n+^{89}\text{Y}$ (facile).
 - Cas simple: Modèle optique semi-microscopique
 - Généralisation : « tous » modèles.

Résumé

Perspectives

Évaluation basée sur les modèles dans le continuum



Données évaluées = résultat de calcul

Source d'incertitude = paramètres des modèles

Covariance des données évaluées

Données évaluées = résultat de calcul

Source d'incertitude = paramètres des modèles

Les incertitudes doivent refléter:

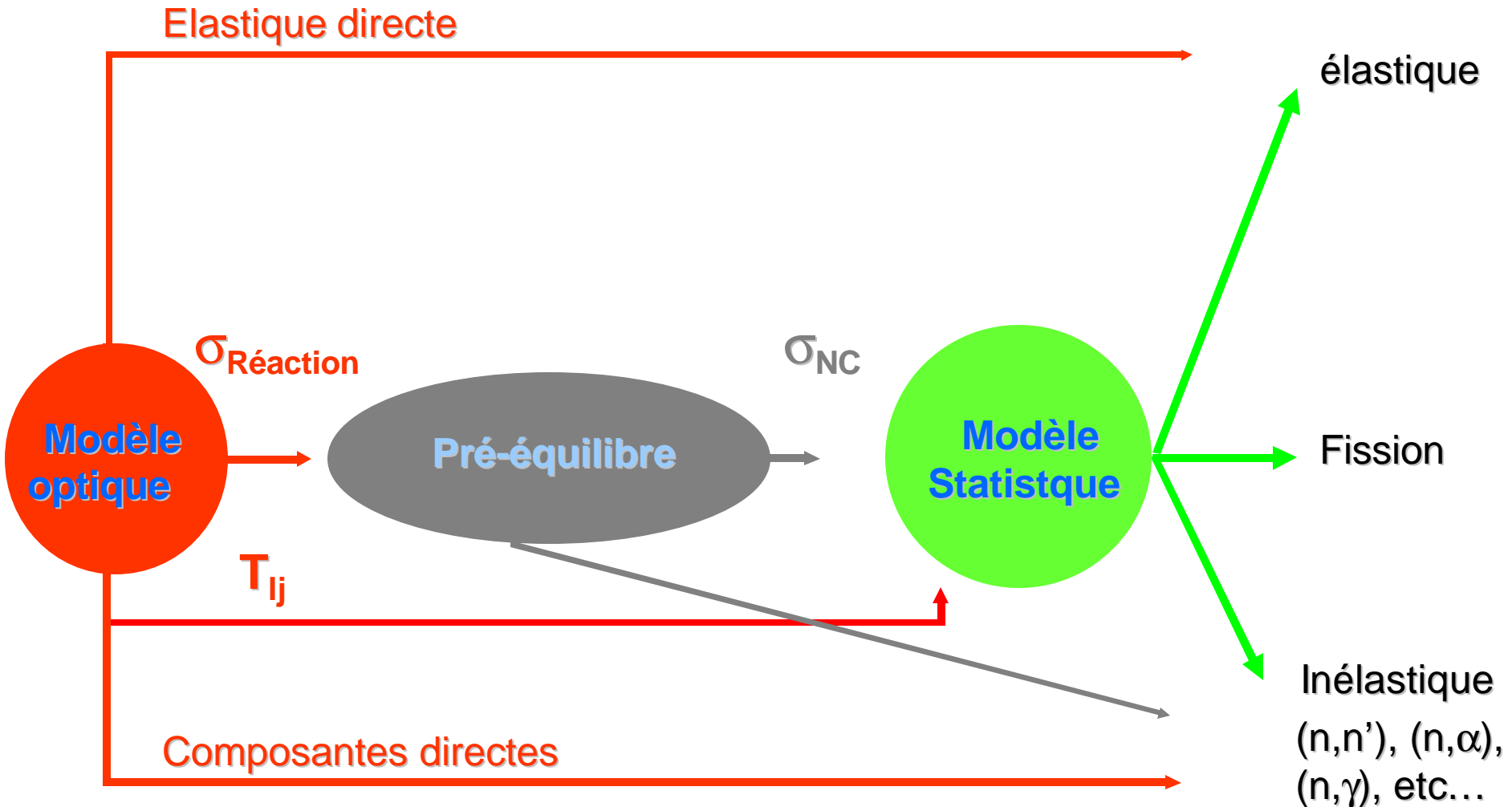
- la méconnaissance des paramètres
- la réponse des modèles aux variations des paramètres

Ajustement des paramètres contraint par les données expérimentales

Les incertitudes doivent refléter:

- les incertitudes et la dispersion des données expérimentales

Évaluation basée sur les modèles dans le continuum



Modèle optique

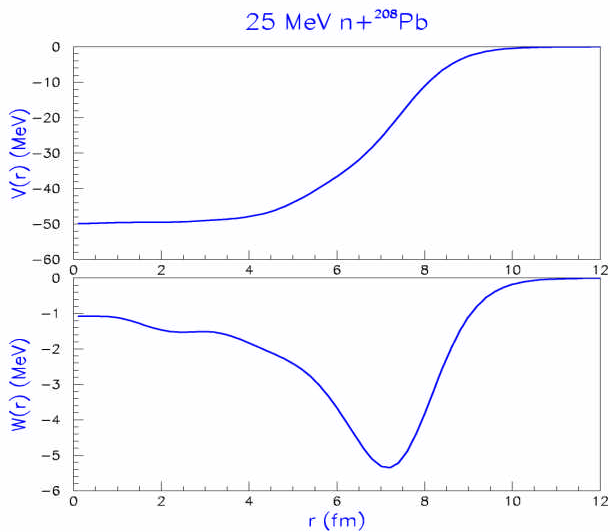
Potentiel optique

=

Interaction effective

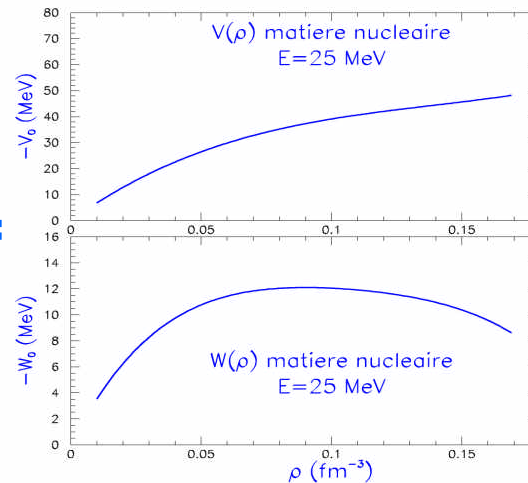
Ä

Densité radiale



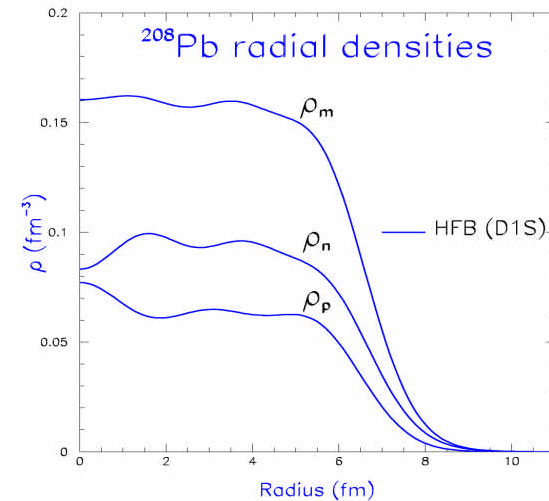
Dépendant de la cible

=



Independent de la cible

Ä

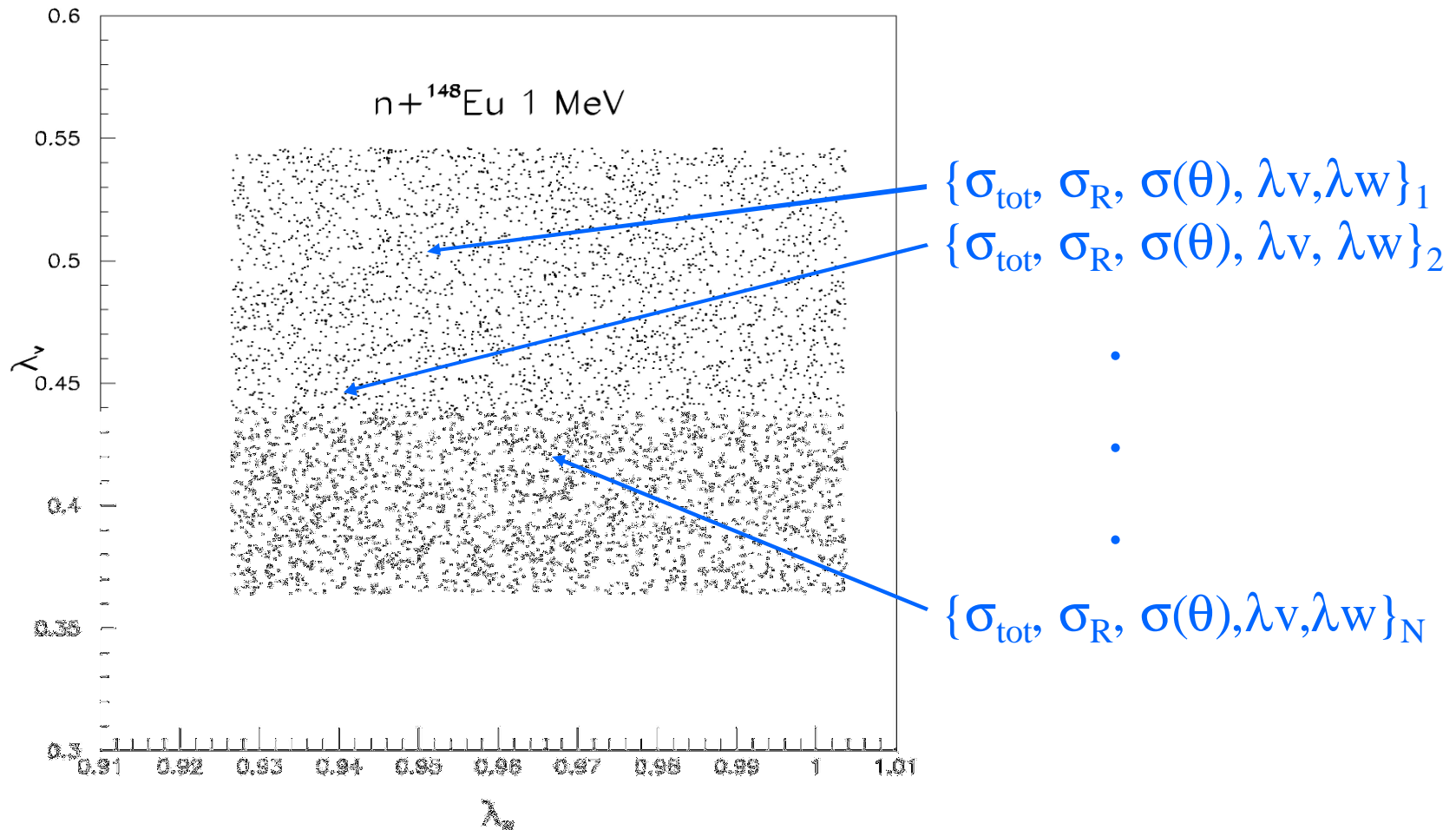


Dépendant de la cible
(calcul HFB)



Paramètres ajustés

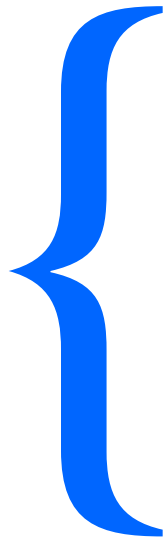
OMP : Ajustement des paramètres Backward Monte-Carlo



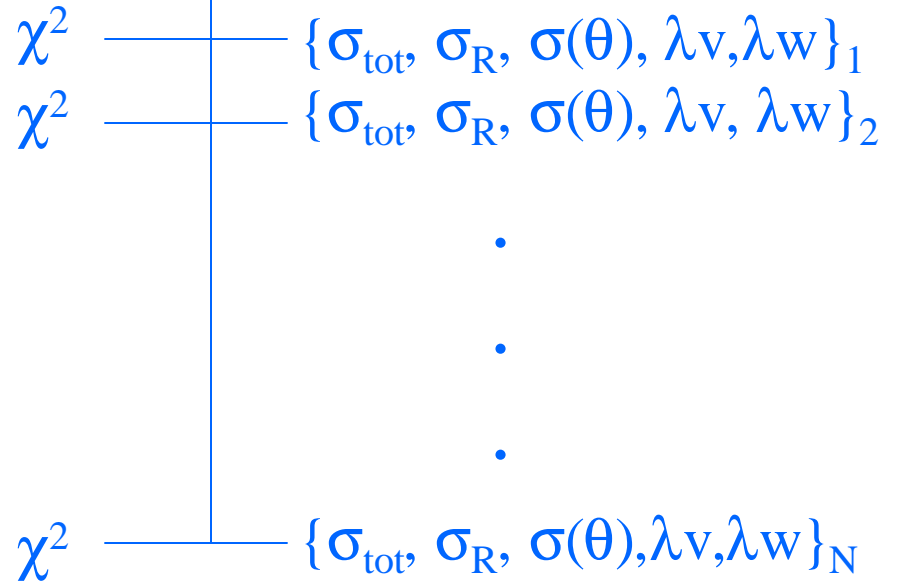
OMP : Ajustement des paramètres Backward Monte-Carlo

8000 Points exp.
en proton et neutron
Sur cible sphérique

$\{\chi^2, \lambda\}$



Exp. data



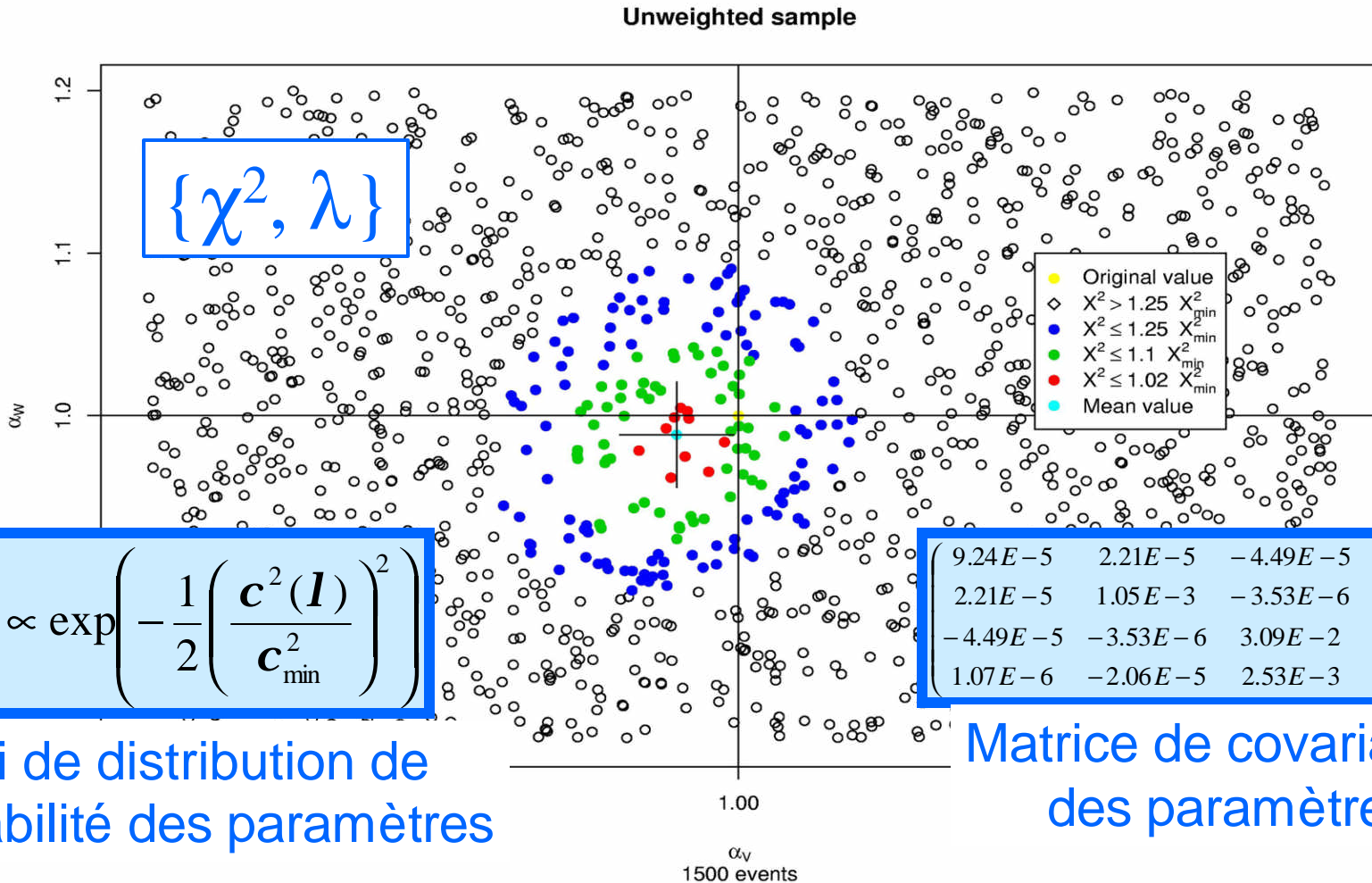
OMP : Ajustement des paramètres Backward Monte-Carlo

Calcul du χ^2 généralisé

$$\mathbf{c}^2 = \sum_{i,j=1,N} (x_i - x_i^e) \mathbf{n}_{ij}^{-1} (x_j - x_j^e)$$

Matrice de covariance
des données expérimentales

OMP : Ajustement des paramètres Backward Monte-Carlo



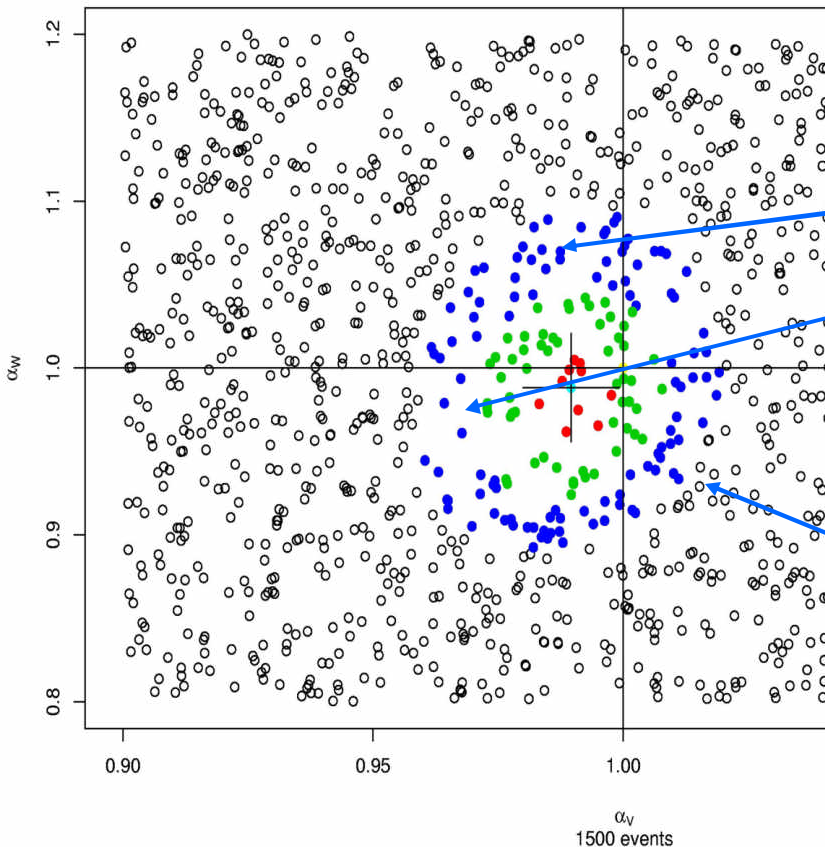
Loi de distribution de probabilité des paramètres

Matrice de covariance des paramètres

Propagation des incertitudes des paramètres

Forward Monte-Carlo

Unweighted sample



$9.24E-5$	$2.21E-5$	$-4.49E-5$	$1.07E-6$
$2.21E-5$	$1.05E-3$	$-3.53E-6$	$-2.06E-5$
$-4.49E-5$	$-3.53E-6$	$3.09E-2$	$2.53E-3$
$1.07E-6$	$-2.06E-5$	$2.53E-3$	$1.56E-2$

$\{\sigma_{\text{tot}}, \sigma_R, \sigma(\theta)\}_1$

$\{\sigma_{\text{tot}}, \sigma_R, \sigma(\theta)\}_2$

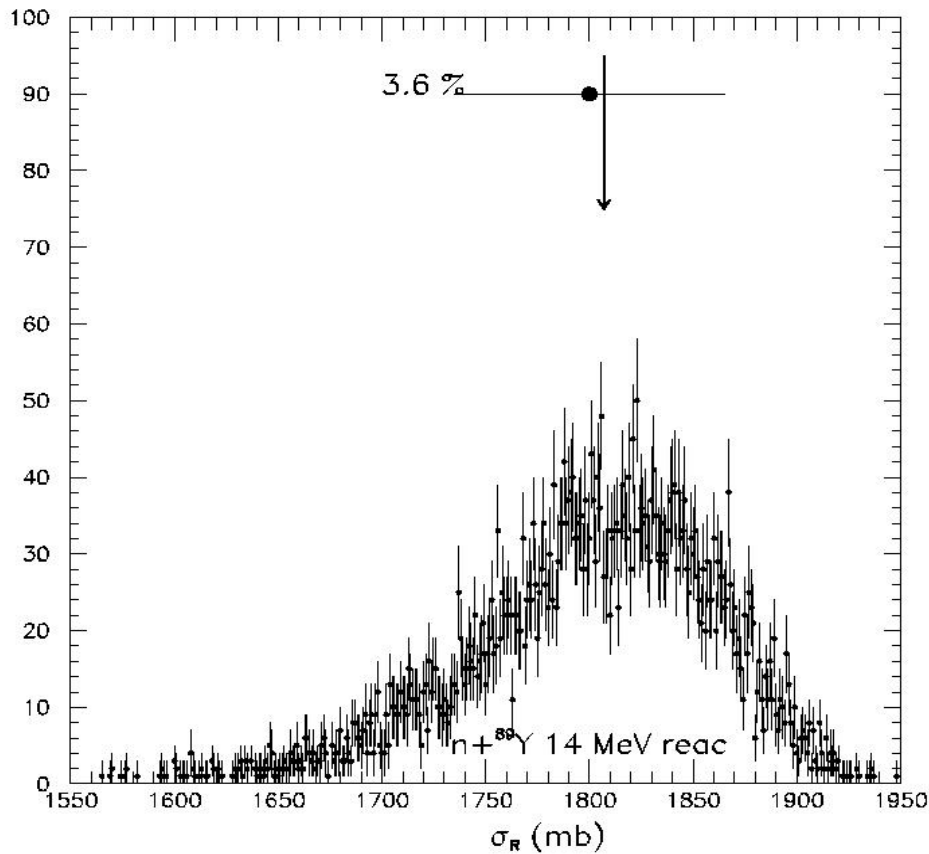
.

.

.

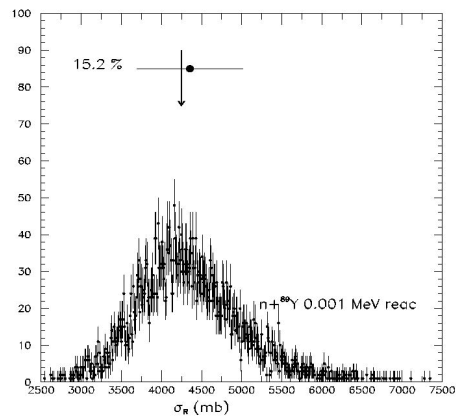
$\{\sigma_{\text{tot}}, \sigma_R, \sigma(\theta)\}_N$

Propagation des incertitudes des paramètres Forward Monte-Carlo

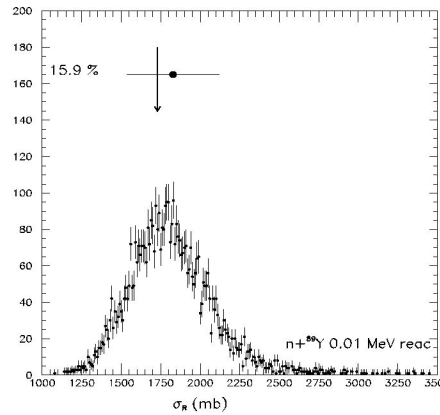


$$\left\{ \begin{array}{l} \{\sigma_{\text{tot}}, \sigma_R, \sigma(\theta)\}_1 \\ \{\sigma_{\text{tot}}, \sigma_R, \sigma(\theta)\}_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \{\sigma_{\text{tot}}, \sigma_R, \sigma(\theta)\}_N \end{array} \right.$$

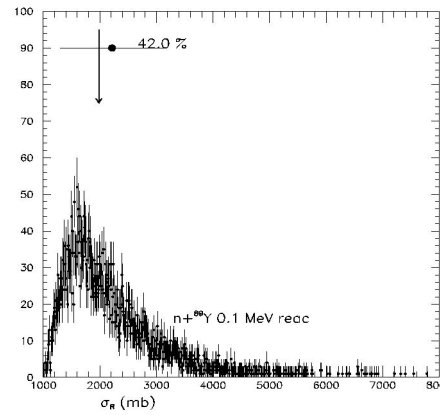
OMP : Cross section uncertainties, Forward Monte-Carlo: $n+^{89}\text{Y}$



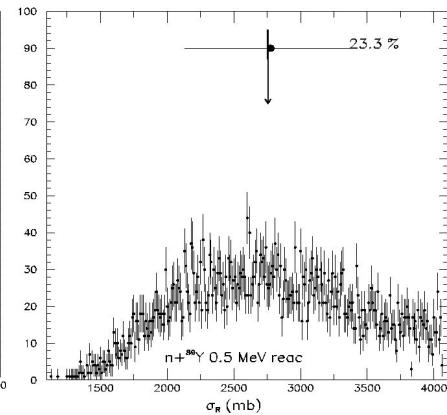
1 keV



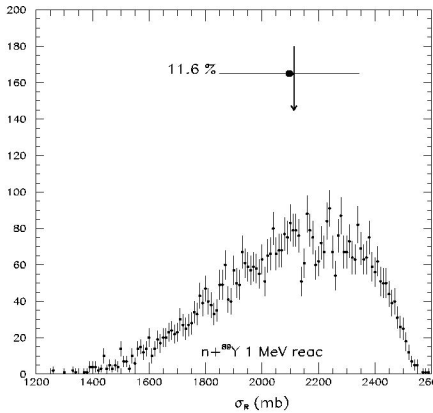
10 keV



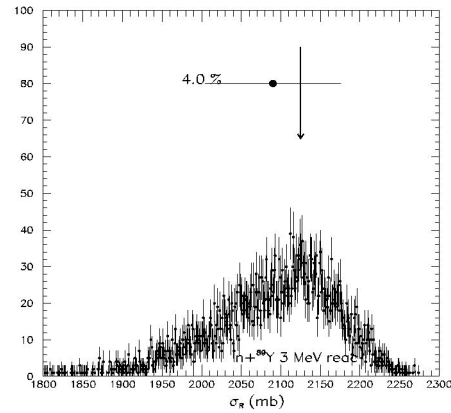
100 keV



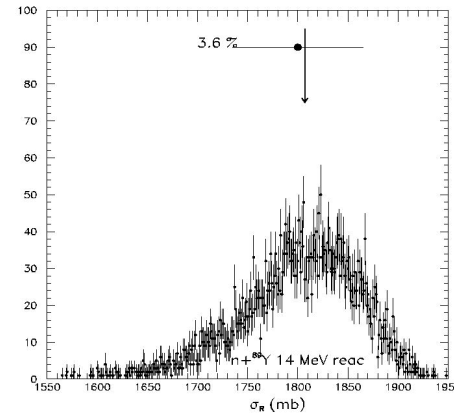
500 keV



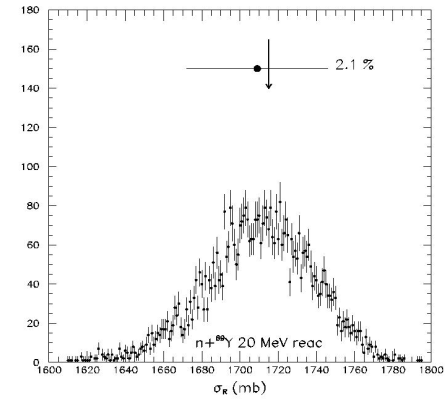
1 MeV



3 MeV

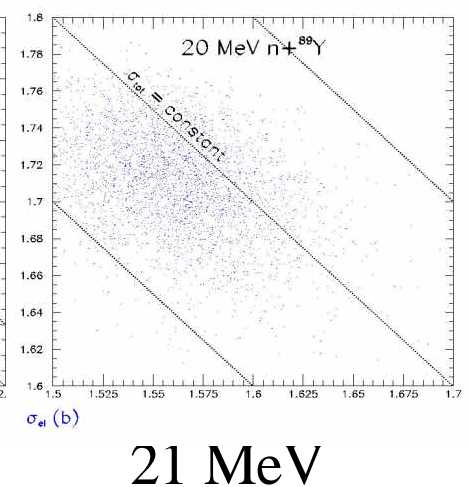
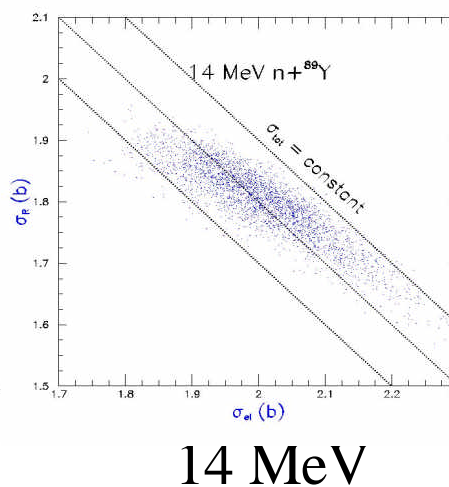
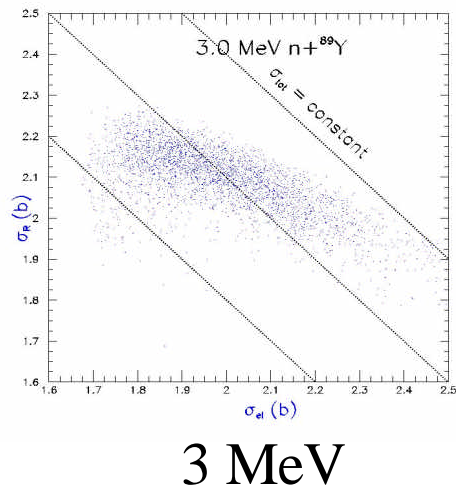
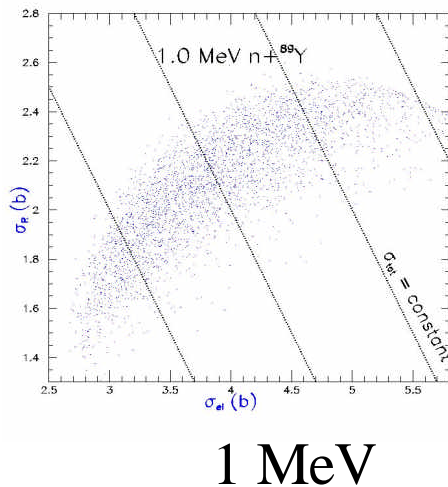
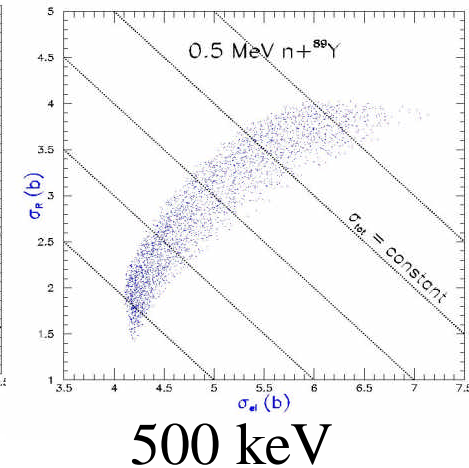
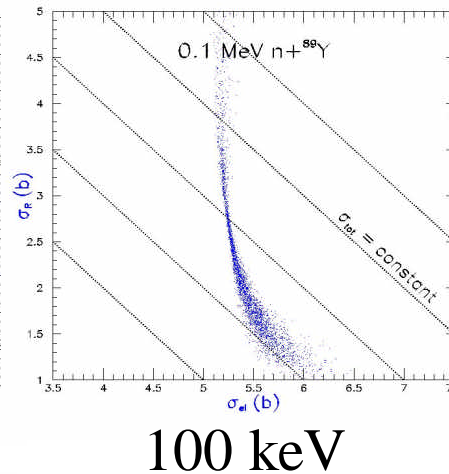
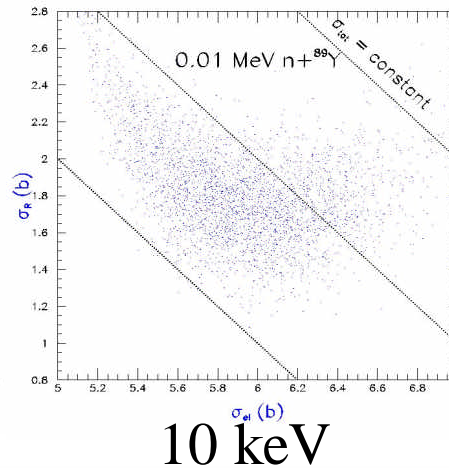
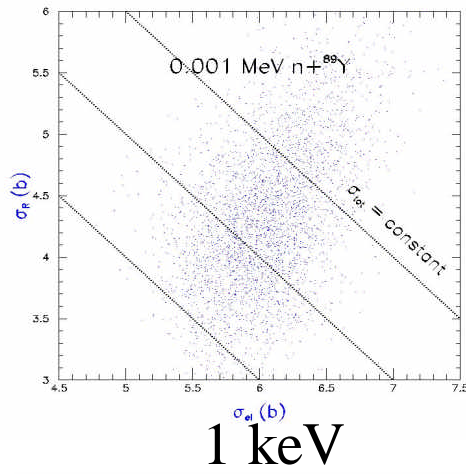


14 MeV



21 MeV

Propagation des incertitudes des paramètres Forward Monte-Carlo



Tous modèles (TALYS): Paramètres dominants

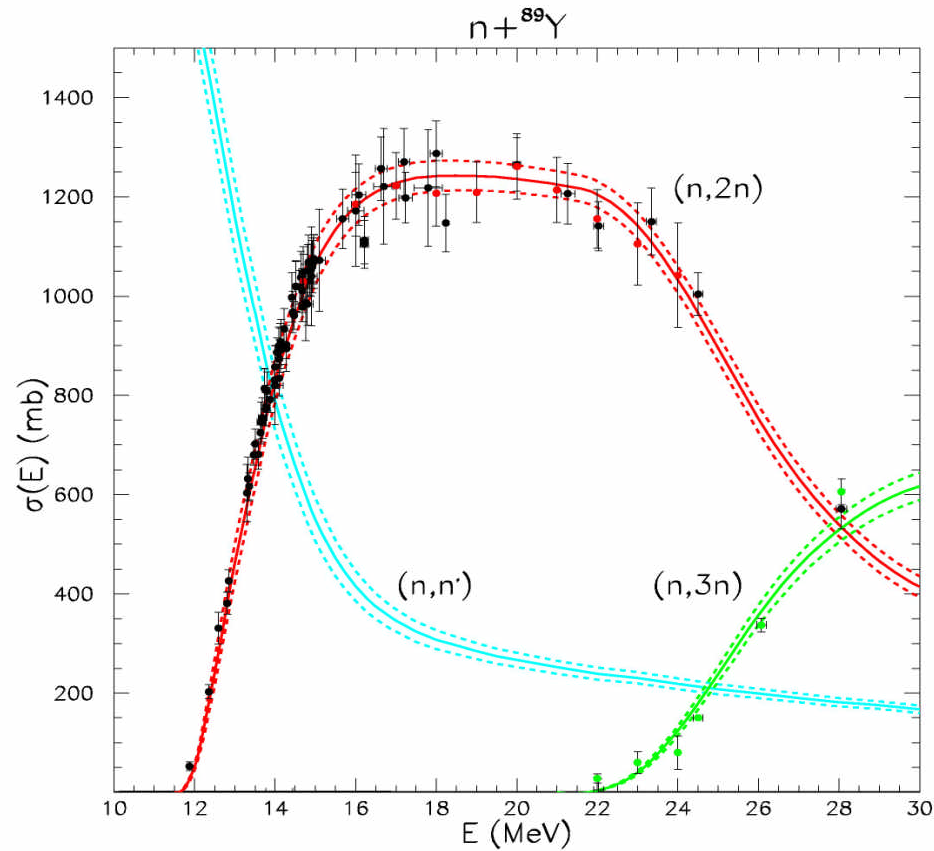
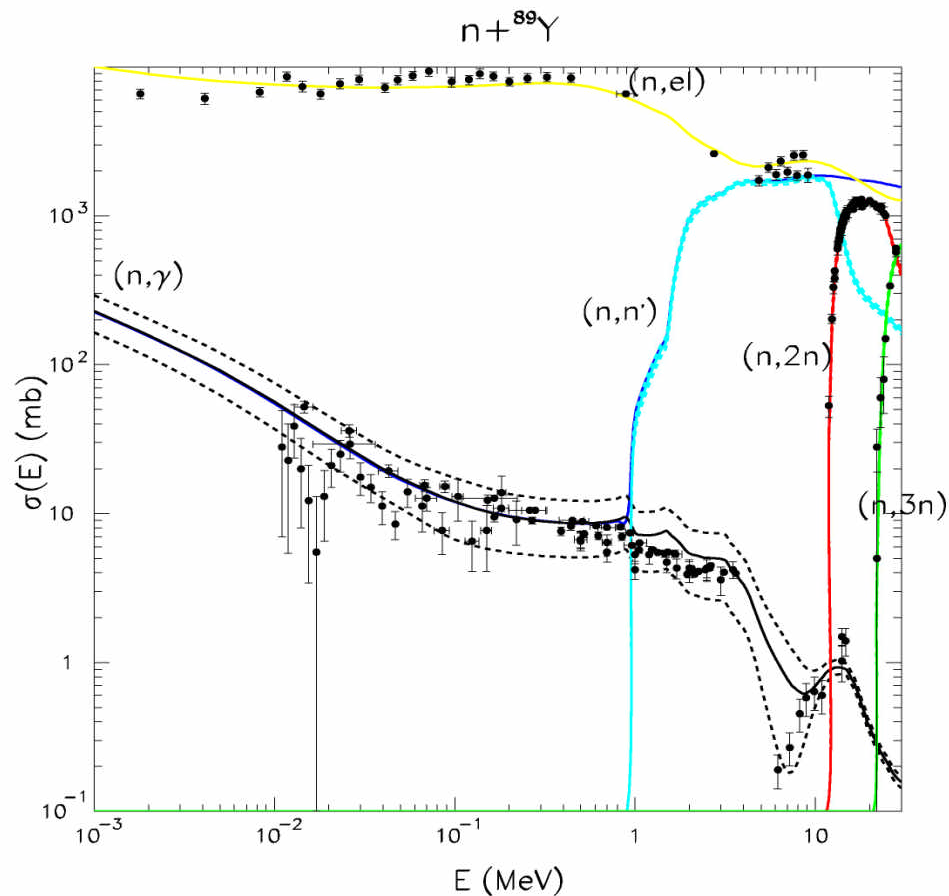
- (OMP : global $\lambda_v(E)$, $\lambda_w(E)$, $\lambda_{v1}(E)$, $\lambda_{w1}(E)$)
- Pré-équilibre : M^2
- Modèle statistique : $\Gamma\gamma$, $a_{90\gamma}$, $a_{89\gamma}$, $a_{88\gamma}$, $a_{87\gamma}$

Pertinents et dominants pour les observables:
total $\sigma(n,\gamma)$ (109), $\sigma(n,n')$ (25), $\sigma(n,2n)$ (80), $\sigma(n,3n)$ (8)

4 + 6 paramètres

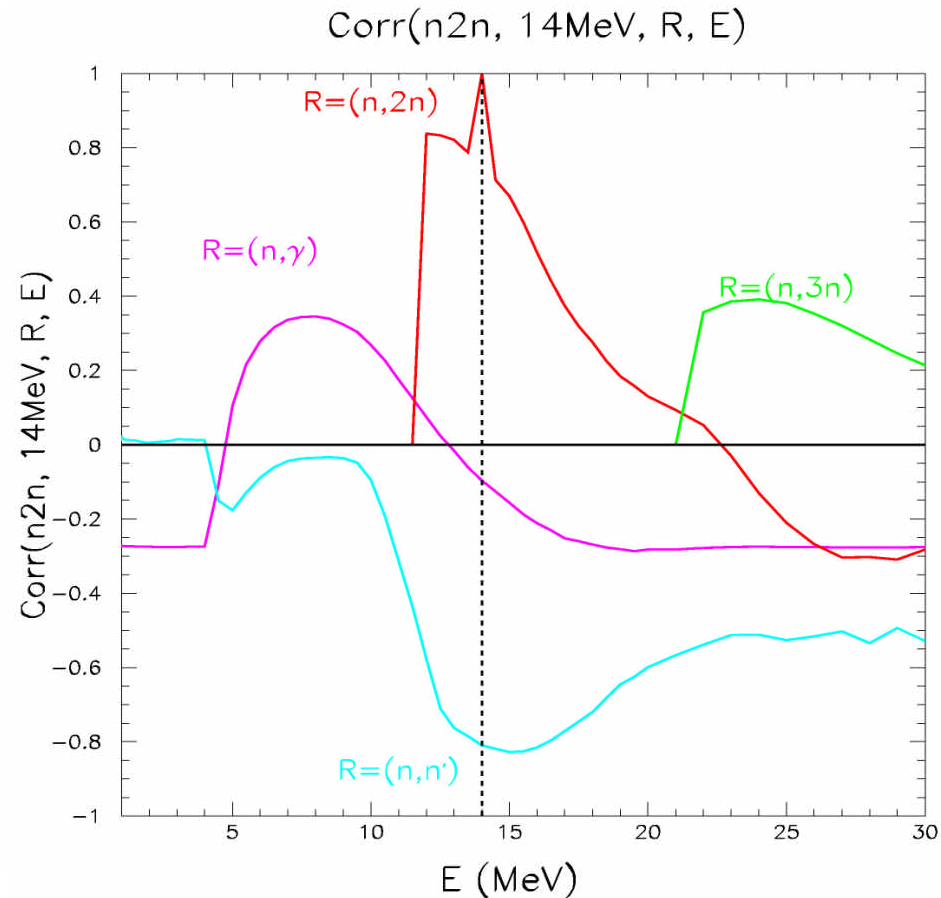
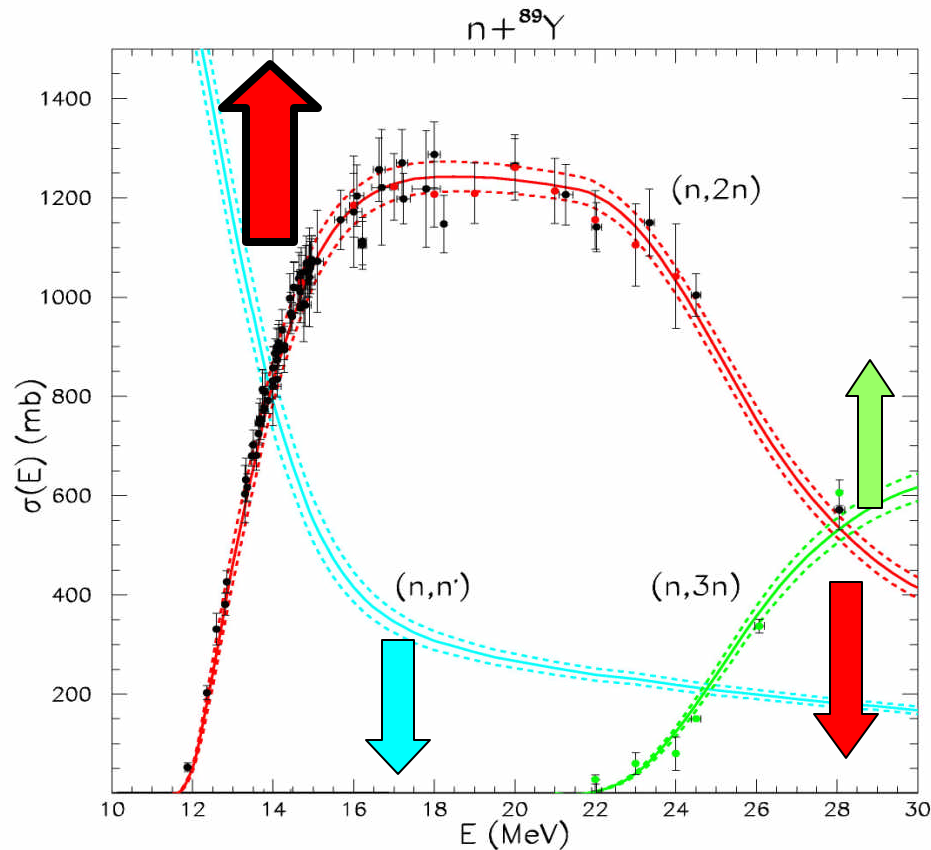
Matrice de covariance 10x10

Tous Modèles, incertitudes des sections efficaces après B-F M.C.: $n+^{89}\text{Y}$



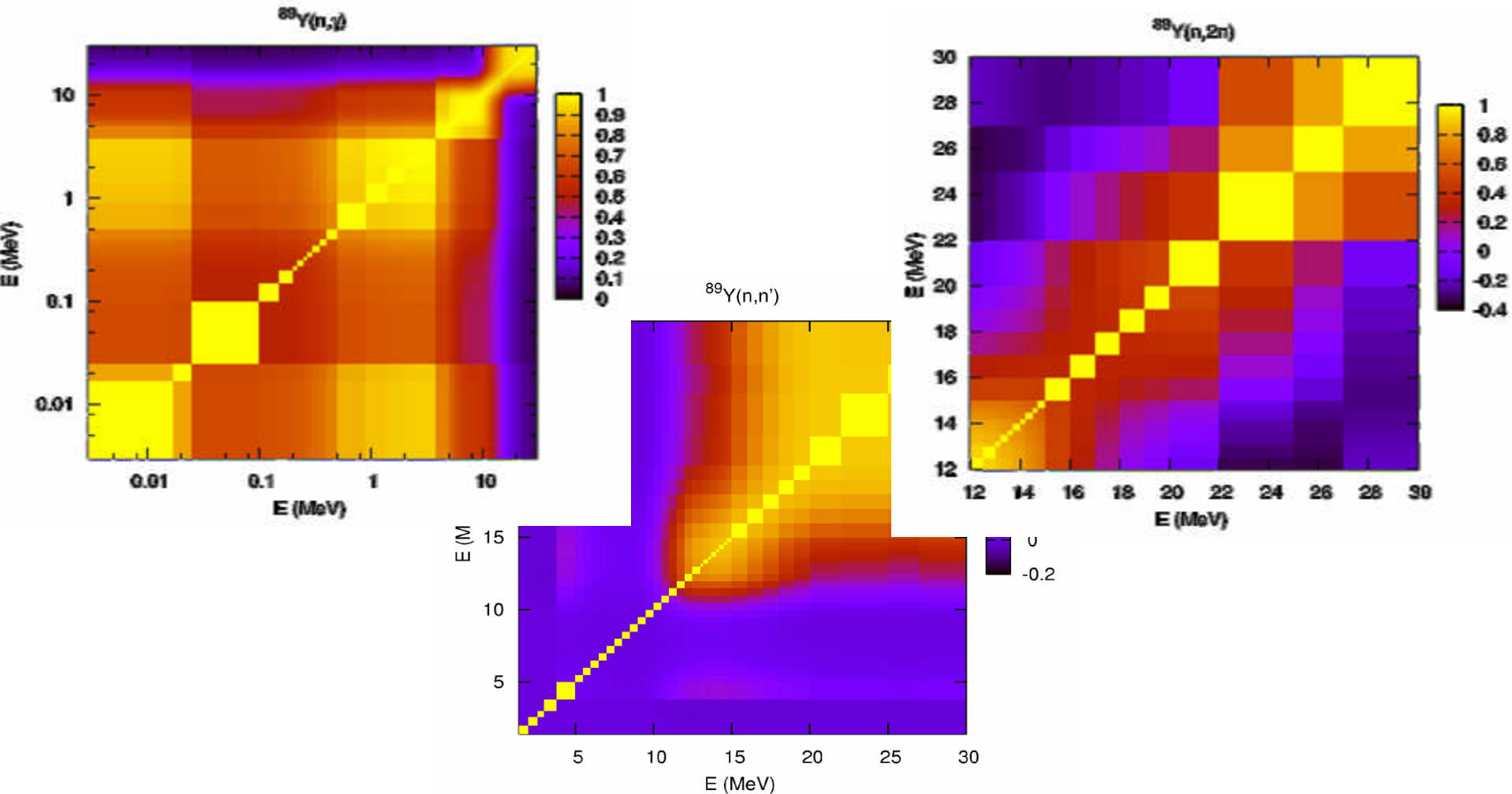
Reflète les barres d'erreur et la dispersion des points exp.

Matrice de variance-covariance : $n+^{89}\text{Y}$ éléments non diagonaux



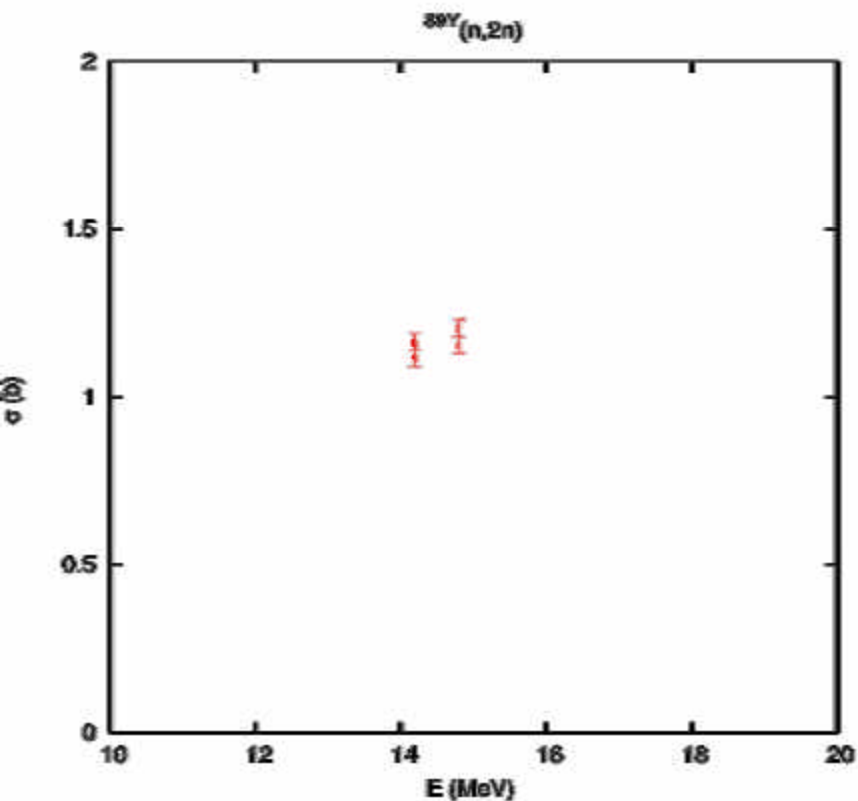
Corrélations entre canaux de réaction

Matrice de variance-covariance : $n+^{89}\text{Y}$ éléments non diagonaux

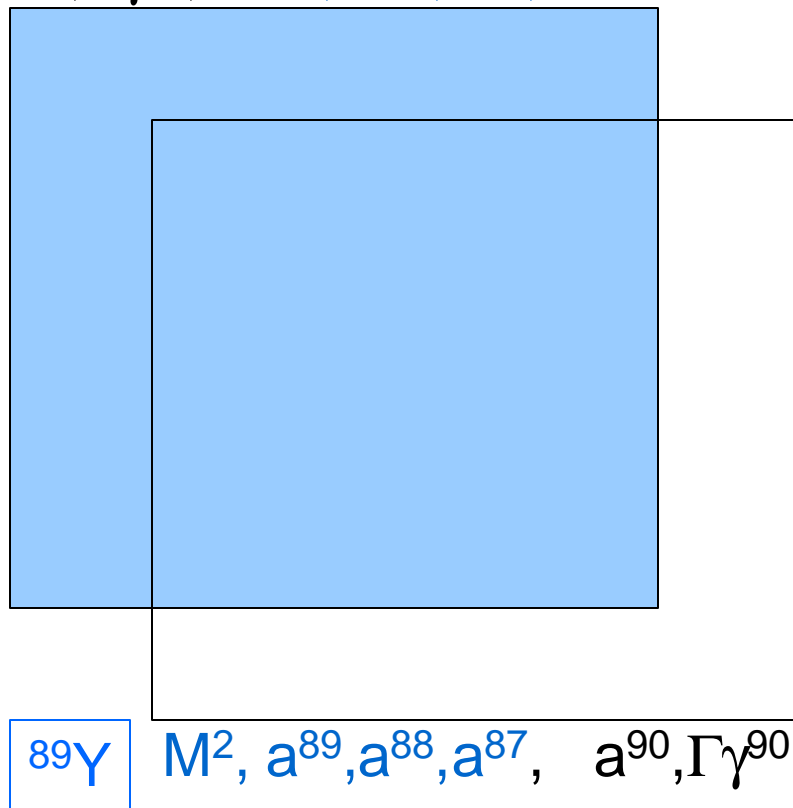


Cas de $n+^{88}\text{Y}$

OMP



$a^{86}, \Gamma\gamma^{89}, M^2, a^{89}, a^{88}, a^{87}$



Les paramètres sont recyclables !

⁸⁸Y: matrice de covariance des paramètres

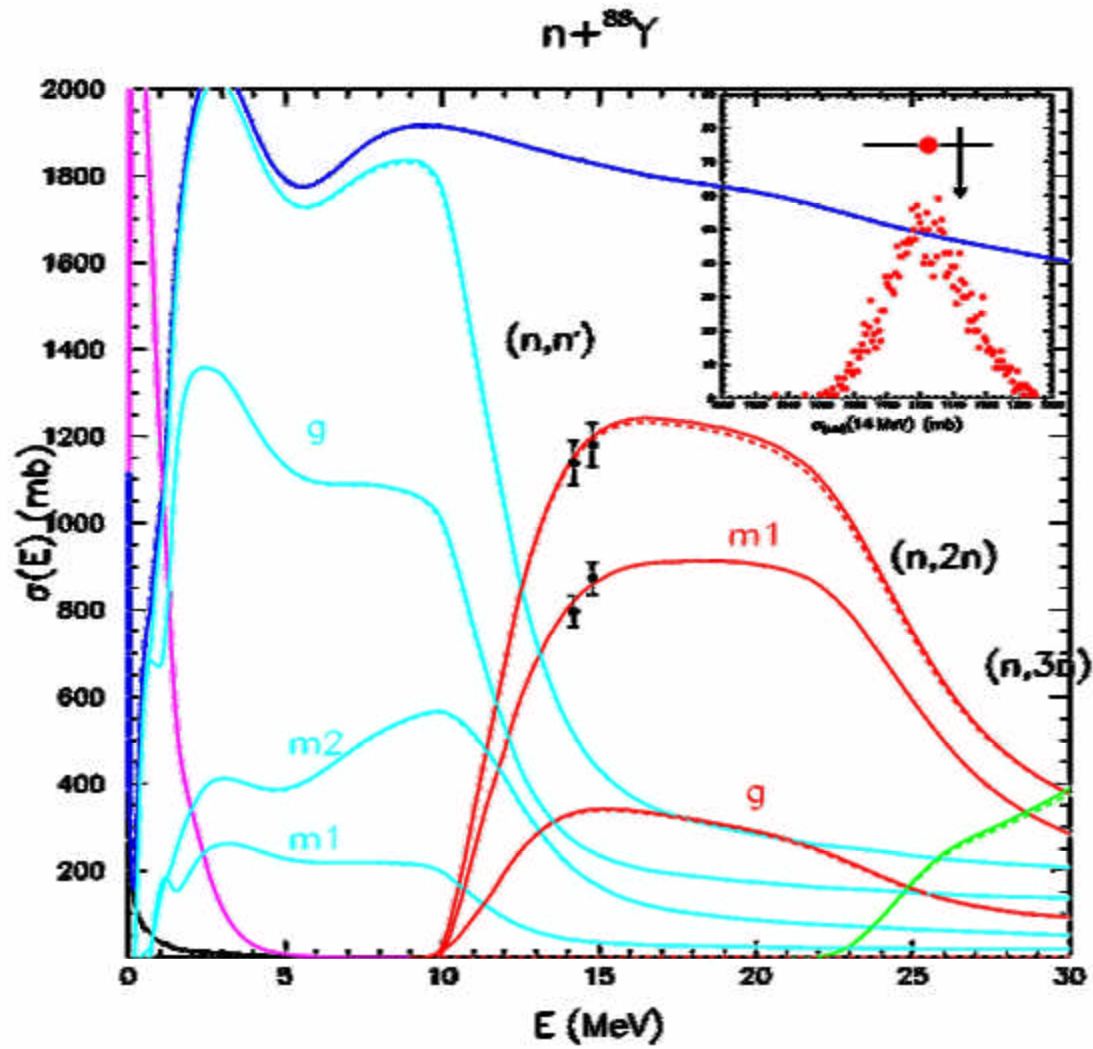
	Gg89	Gg90	a90	a89	a88	a87	a86	M2
Corr	1.0	0.0	-4.0E-1	-7.84E-1	-4.19E-1	-8.38E-2	-2.96E-2	2.75E-3
	0.0	1.0	-7.84E-1	-4.19E-1	-8.38E-2	-2.96E-2	-1.00E-2	2.75E-3
	-4.0E-1	-7.84E-1	1.0	5.71E-1	3.76E-1	1.09E-1	5.00E-2	7.52E-3
	-7.84E-1	-4.19E-1	5.71E-1	1.0	6.32E-1	4.12E-1	1.00E-1	-6.94E-2
	-4.19E-1	-8.38E-2	3.76E-1	6.32E-1	1.0	6.74E-1	4.00E-1	7.47E-2
	-8.38E-2	-2.96E-2	1.09E-1	4.12E-1	6.74E-1	1.0	6.00E-1	-2.51E-1
	-2.96E-2	-1.00E-2	1.00E-1	1.00E-1	4.00E-1	6.0E-1	1.0	1.00E-1
	2.75E-3	2.75E-3	7.52E-3	-6.94E-2	7.47E-2	-2.51E-1	1.00E-1	1.0

Rel σ	0.22	0.17	0.12	0.10	0.08	0.10	0.15	0.14
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------

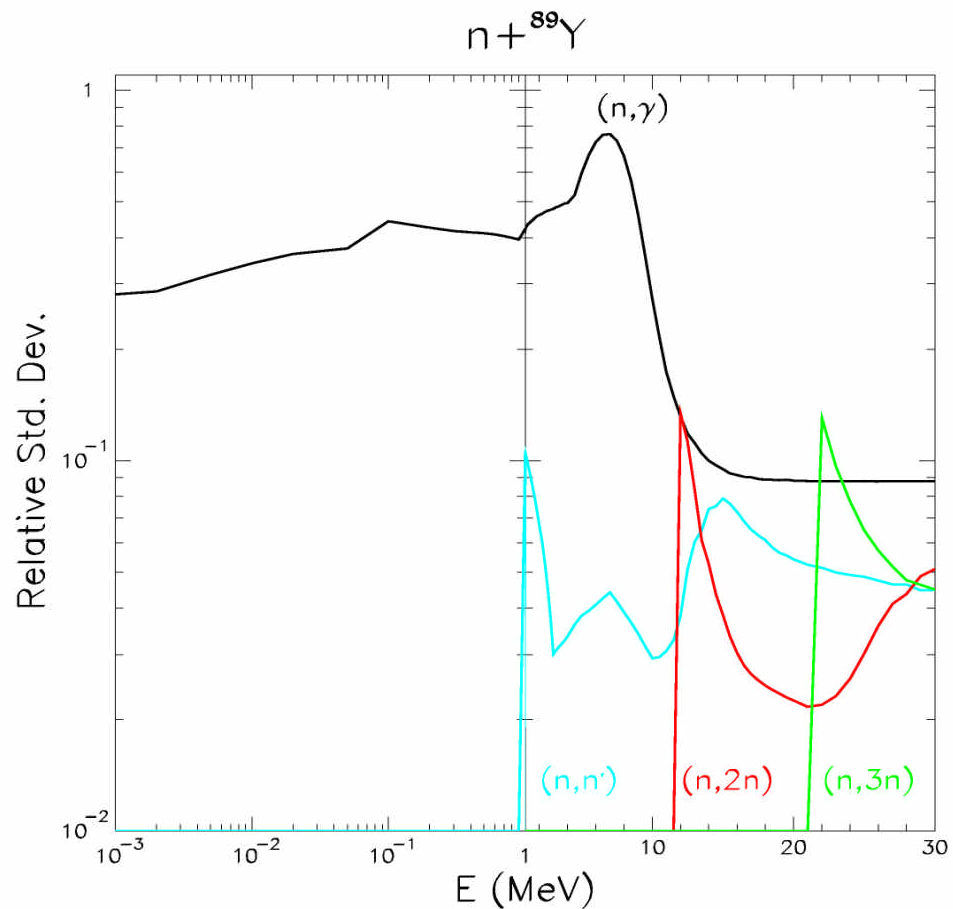
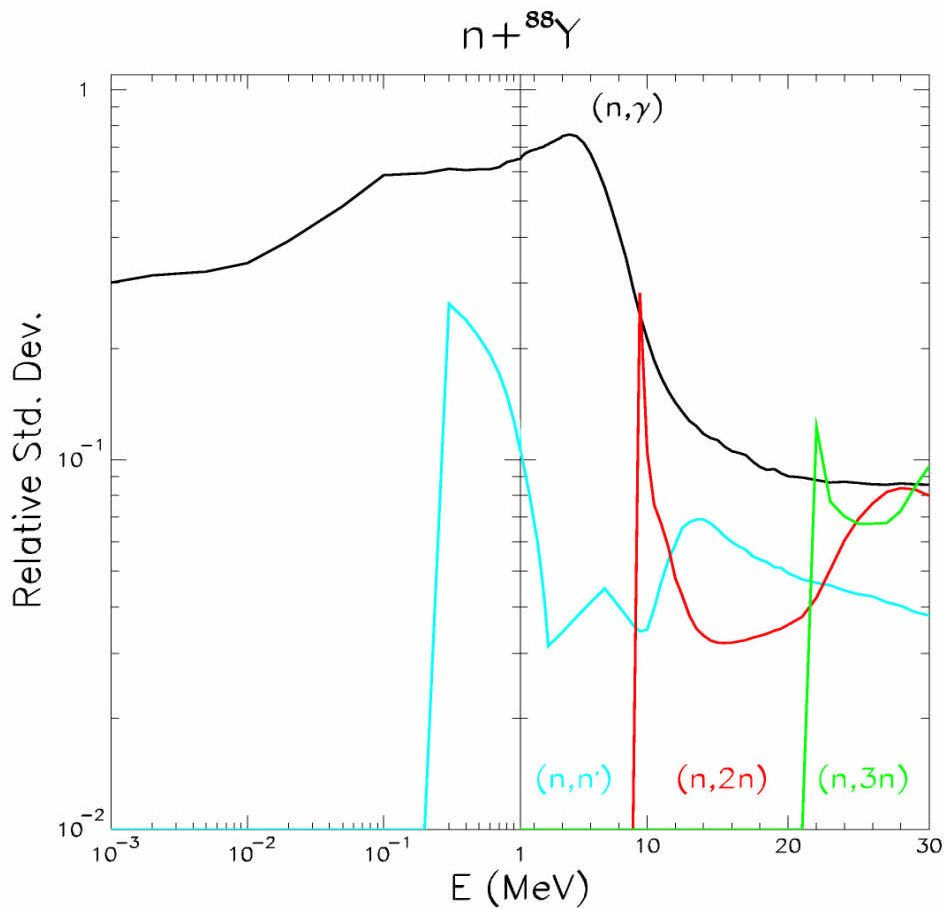
Noir : ⁸⁹Y BFMC

Bleu : « guesstimate »

Sections efficaces ^{88}Y



^{88}Y vs ^{89}Y Errors



Stockage des covariances : fichier ENDF-6

BNL-NCS-44945-01/04-Rev.
Informal Report

ENDF-102
DATA FORMATS AND PROCEDURES
FOR THE
EVALUATED NUCLEAR DATA FILE
ENDF-6

July 1990
Revised October 1991
Revised November 1995
Revised February 1997
Revised May 1998
Revised April 2001

Written by the Members
of the

Cross Section Evaluation Working Group

Edited by: V. McLane

NATIONAL NUCLEAR DATA CENTER
BROOKHAVEN NATIONAL LABORATORY
UPTON, N.Y. 11973-5000

```
-2.733000+2-2.511000+2-2.142000+2-1.746000+2-1.520000+2-1.294000+2392533 16 130
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 131
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 132
0.000000+0 0.000000+0 1.378000+0 3.930000+0 5.533000+0 6.618000+0392533 16 133
7.481000+0-2.337000+1-1.620000+1-9.596000+0-3.587000+0 7.761000-1392533 16 134
4.180000+0 6.995000+0 9.158000+0 1.157000+1 1.201000+1 5.951000+0392533 16 135
-1.152000+1-3.704000+1-6.669000+1-1.185000+2-2.082000+2-2.609000+2392533 16 136
-2.644000+2-2.797000+2-2.968000+2-3.063000+2-3.090000+2-3.055000+2392533 16 137
-3.091000+2-3.089000+2-2.889000+2-2.710000+2-2.571000+2-2.419000+2392533 16 138
-2.282000+2-2.005000+2-1.640000+2-1.442000+2-1.211000+2 0.000000+0392533 16 139
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 140
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 141
0.000000+0 1.038000+0 2.958000+0 4.160000+0 4.971000+0 5.606000+0392533 16 142
3.327000+1 2.588000+1 2.009000+1 1.799000+1 1.758000+1 1.827000+1392533 16 143
1.968000+1 2.130000+1 2.387000+1 2.672000+1 3.029000+1 3.429000+1392533 16 144
3.852000+1 4.204000+1 3.923000+1 1.382000+1-2.489000+1-4.263000+1392533 16 145
-6.569000+1-8.114000+1-1.030000+2-1.144000+2-1.344000+2-1.457000+2392533 16 146
-1.606000+2-1.940000+2-2.097000+2-2.141000+2-2.134000+2-2.068000+2392533 16 147
-1.868000+2-1.533000+2-1.360000+2-1.129000+2 0.000000+0 0.000000+0392533 16 148
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 149
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 150
8.691999-1 2.478000+0 3.480000+0 4.156000+0 4.679000+0 6.483000+1392533 16 151
4.923000+1 3.650000+1 2.986000+1 2.679000+1 2.594000+1 2.655000+1392533 16 152
2.785000+1 3.048000+1 3.463000+1 4.345000+1 5.920000+1 7.977000+1392533 16 153
1.015000+2 1.257000+2 1.358000+2 1.051000+2 7.969000+1 5.259000+1392533 16 154
3.822000+1 9.848000+0-6.282000+0-3.896000+1-5.433000+1-7.740000+1392533 16 155
-1.399000+2-1.740000+2-1.884000+2-1.957000+2-1.931000+2-1.775000+2392533 16 156
-1.459000+2-1.302000+2-1.073000+2 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 157
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0392533 16 158
0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 0.000000+0 4.445000-1392533 16 159
```

Prêt pour l'utilisation dans les codes de simulation..

Résumé

- Evaluation des incertitudes associées aux données nucléaires
 - **Backward-Forward Monte-Carlo dans le continu:**
 - Les données expérimentales pilotent l'étape Backward (X^2).
 - L'étape Forward propage vers les sections efficaces.
 - Détermination de la matrice de covariance complète.
 - Reflète la réponse du modèle aux variations des paramètres.
 - La matrice de covariance des paramètres est recyclable.
 - **Limitations**
 - Généralisable ?
 - Données contradictoires, non contraignantes ou inexistantes ?
 - Noyaux fissiles
 - Nécessite la matrice de covariance des données exp. !

Perspectives

Expériences intégrales

