



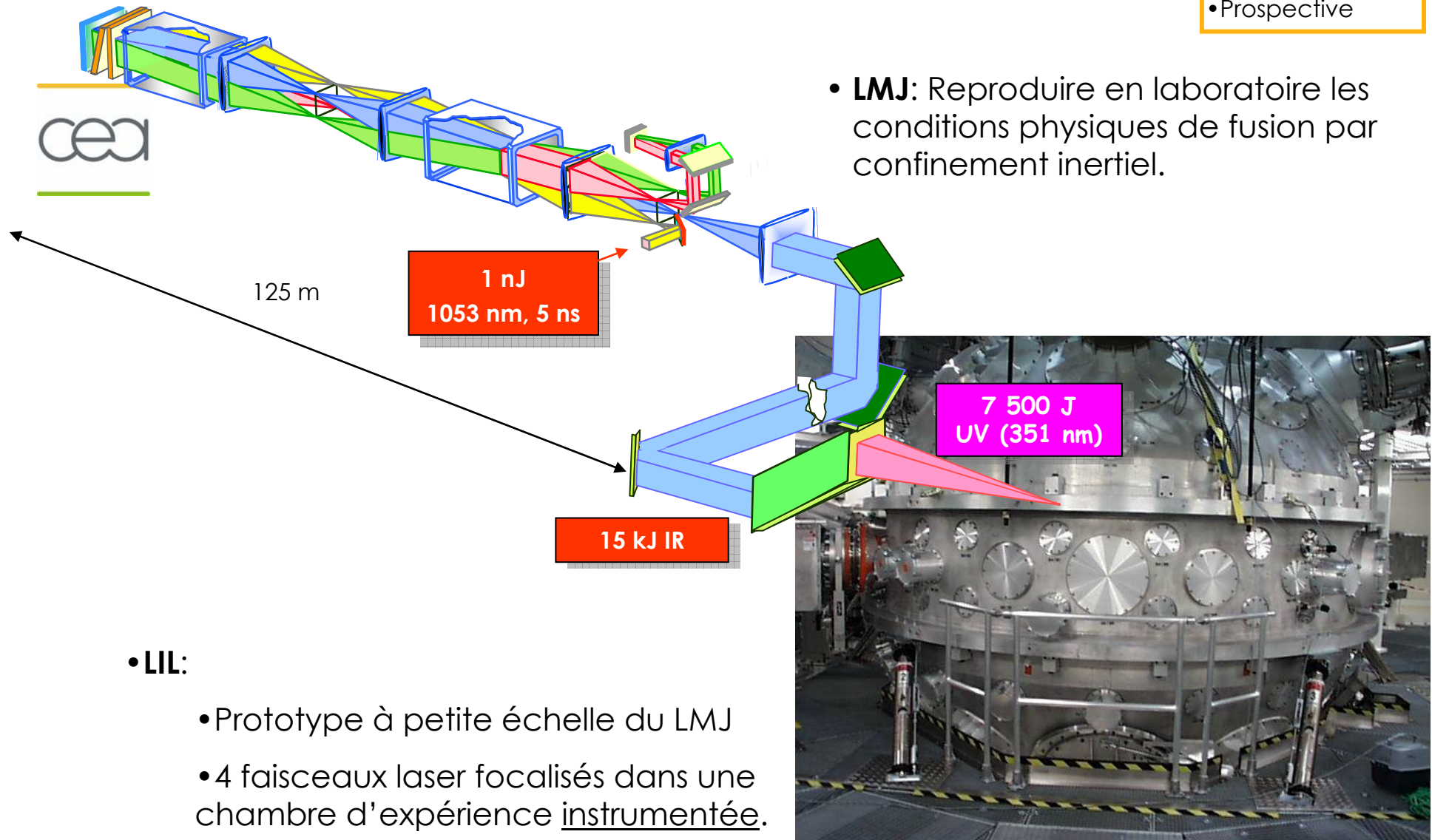
Inversion Bayésienne et Étude de sensibilité sur la Ligne d'Intégration Laser

- Contexte
- Implémentation
- Application
- Prospective

LMJ et LIL

Contexte

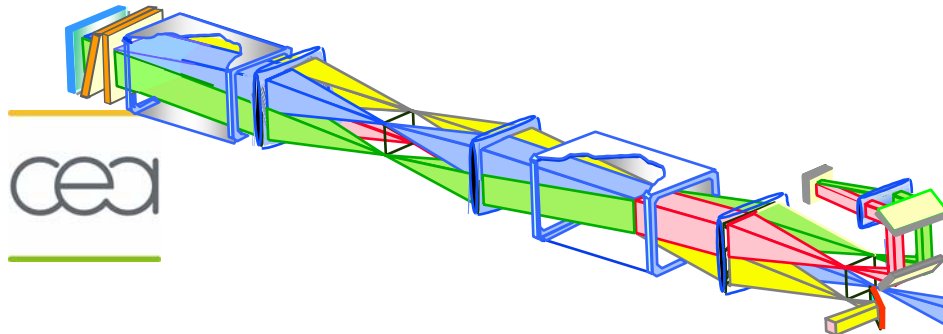
- Implémentation
- Application
- Prospective



Exploitation...

Contexte

- Implémentation
- Application
- Prospective



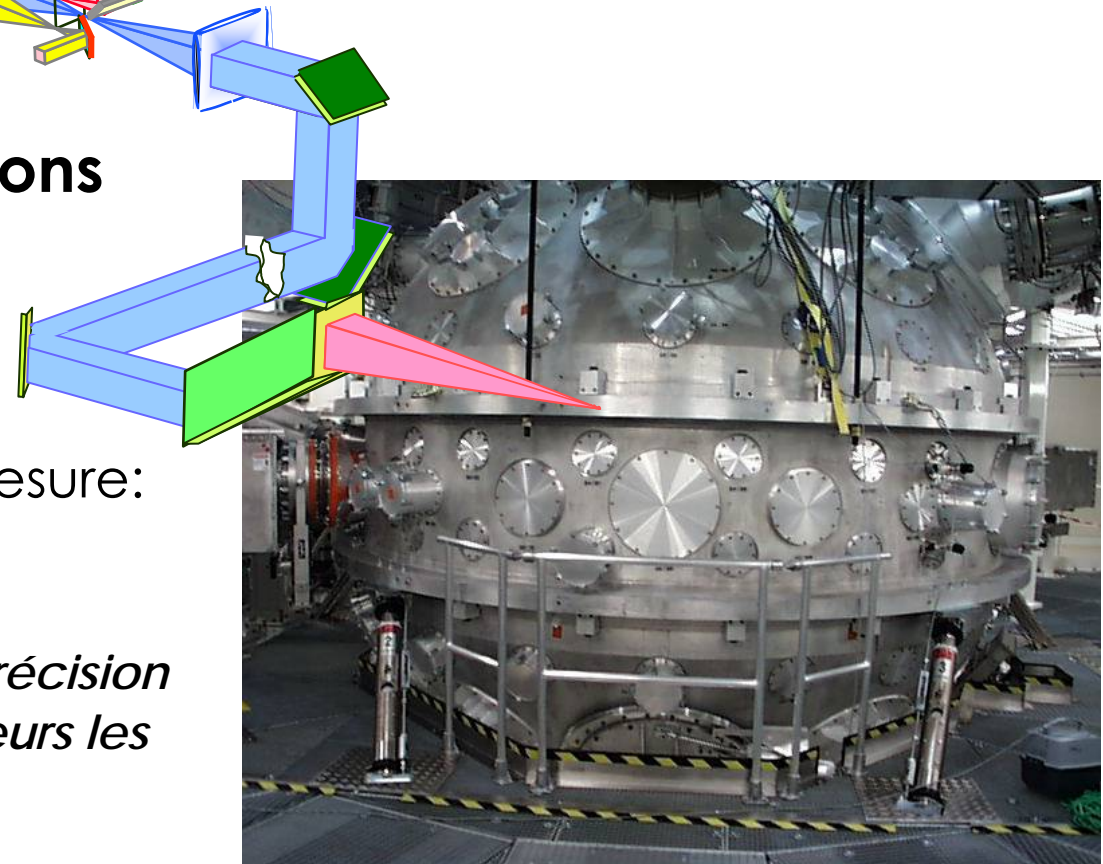
cea

1. Fournir le terme source demandé sur la cible

2. Fournir des observations exploitables...

...Maîtrise des Chaînes de Mesure:

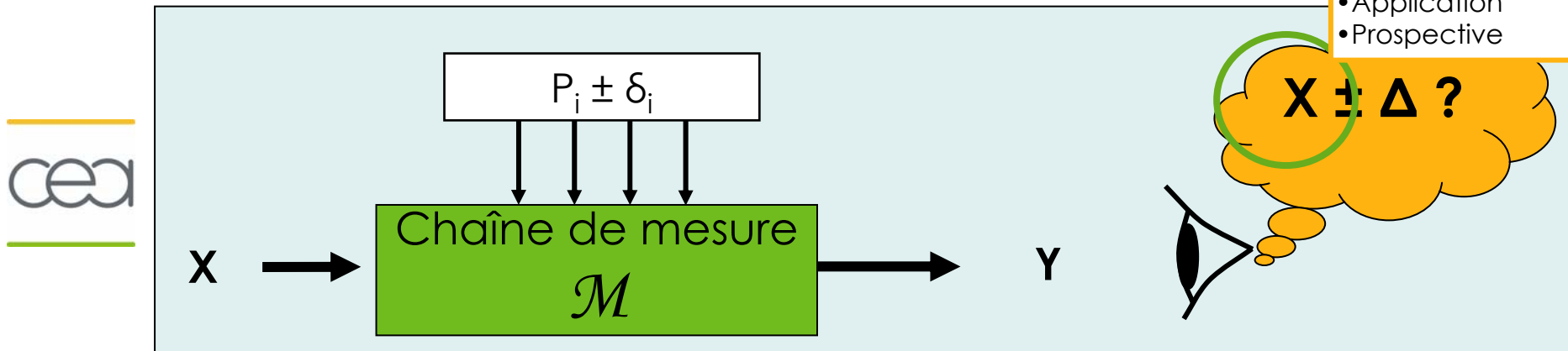
Caractériser/Optimiser la précision des Instruments, et ses facteurs les plus influents.



La mesure: un Problème Inverse

Contexte

- Implémentation
- Application
- Prospective



• $\mathbf{Y} = \mathcal{M}(\mathbf{X}, \mathbf{P}_i)$: $\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{Sélection} \\ \bullet \text{Transformation} \\ \bullet \text{Quantification} \\ \bullet \text{Enregistrement} \end{array} \right. = \text{Perte d'Information}$

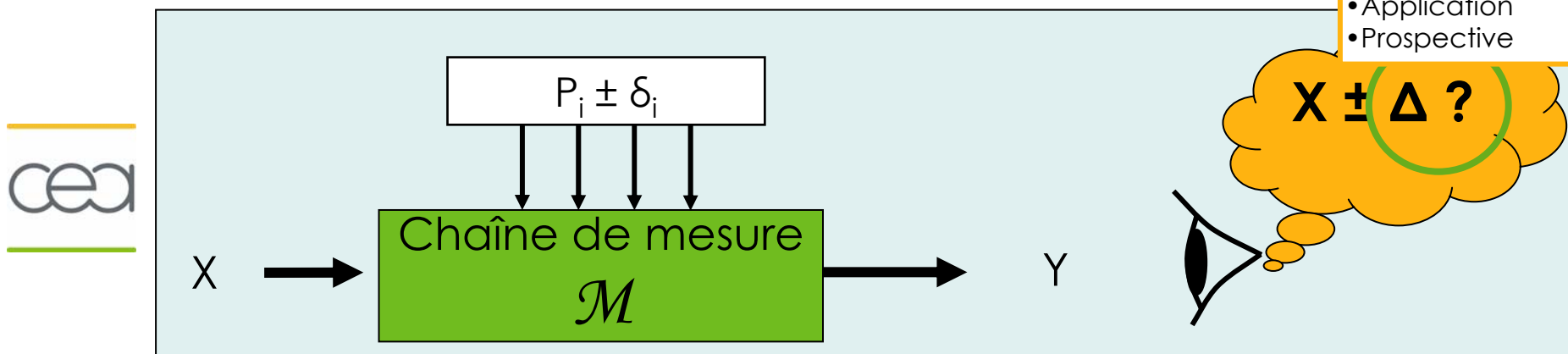
• $\mathbf{X} = \mathcal{M}^{-1}(\mathbf{Y}, \mathbf{P}_i)$: Problème mal posé !

- ...+ Hypothèses.... \mathcal{M}_0 réversible
- ...approche probabiliste : $p(x | y, \dots)$

Incertitudes

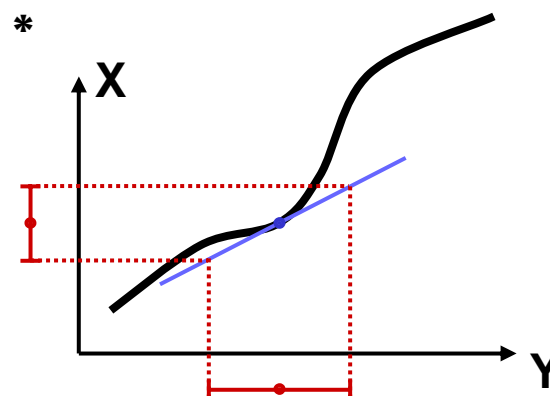
Contexte

- Implémentation
- Application
- Prospective



Norme ISO (GUM: Propagation variances): *

- Modèle réversible (\mathcal{M}_0)
- Propagation estimateurs (variances)
- Approx. Linéaire locale (dev. Taylor)



Approche Probabiliste

- Modèle direct (\mathcal{M})
- Marginalisation:

$$p(x|y, \dots) = \int p(x|y, p_i, \dots) p(p_i) dp_i$$

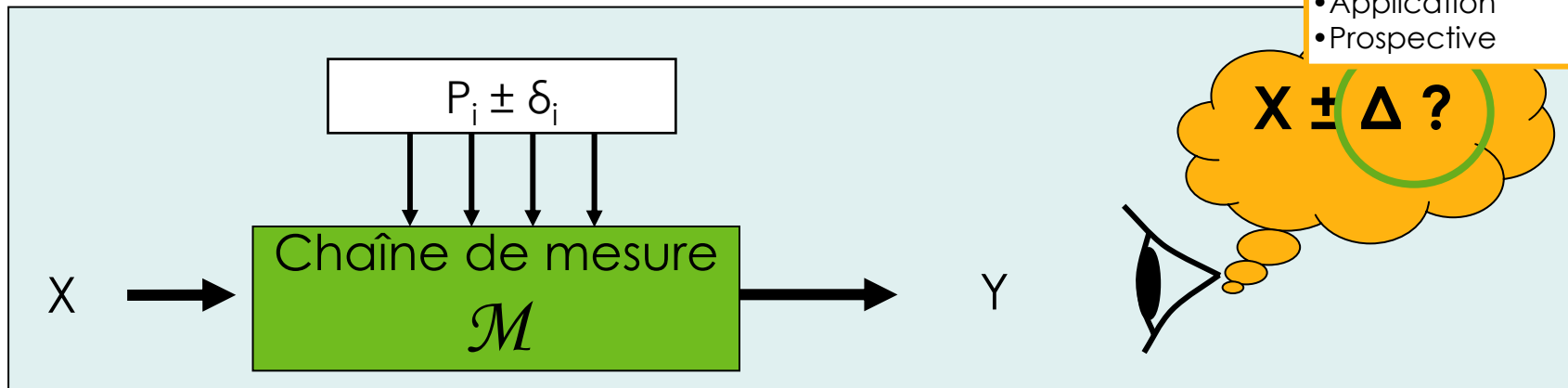
* **Evolution en cours:** Evolution of the 'Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement', Bich et al., *Metrologia*, 43, S161-s166, 2006.

Etude de Sensibilité

Contexte

- Implémentation
- Application
- Prospective

cea



• Approche GUM:

- Étude locale
- Coeff. « One at a time »
- Coeff. Complémentaire

$$S_k = \frac{V(x)}{V(p_k)} = \left(\frac{\partial M}{\partial p_k} \right)_{x_0}$$

$$S'_k = V'(x) - \left(\frac{\partial M}{\partial p_k} \right)_{x_0}$$

• Approche Probabiliste

- Modèle direct (\mathcal{M})
- Marginalisation:
- Étude globale

$$p(x|y, \dots) = \int p(x|y, p_i \dots) p(p_i) dp_i$$

$$S_k = \frac{V(E(x|y_0, p_k))}{V(x)}; S'_k = \dots$$

Inversion Bayésienne: Exemples

Contexte

- Implémentation
- Application
- Prospective



- Astrophysique: Recherche d'ondes gravitationnelles

Search for correlation between GRB's detected by BeppoSAX and gravitational wave detectors EXPLORER and NAUTILUS, Astone et al., *Phys. Review D*, 66, 102002, 2002.

- Phys. Part.: Masse du Boson de Higgs

On the Higgs boson mass from direct searches and precision measurements, D'Agostini and Degrassi, *Eur. Phys. J. C*, 10, 663-675, 1999.

- Fusion (Stellarator) Fusion de données

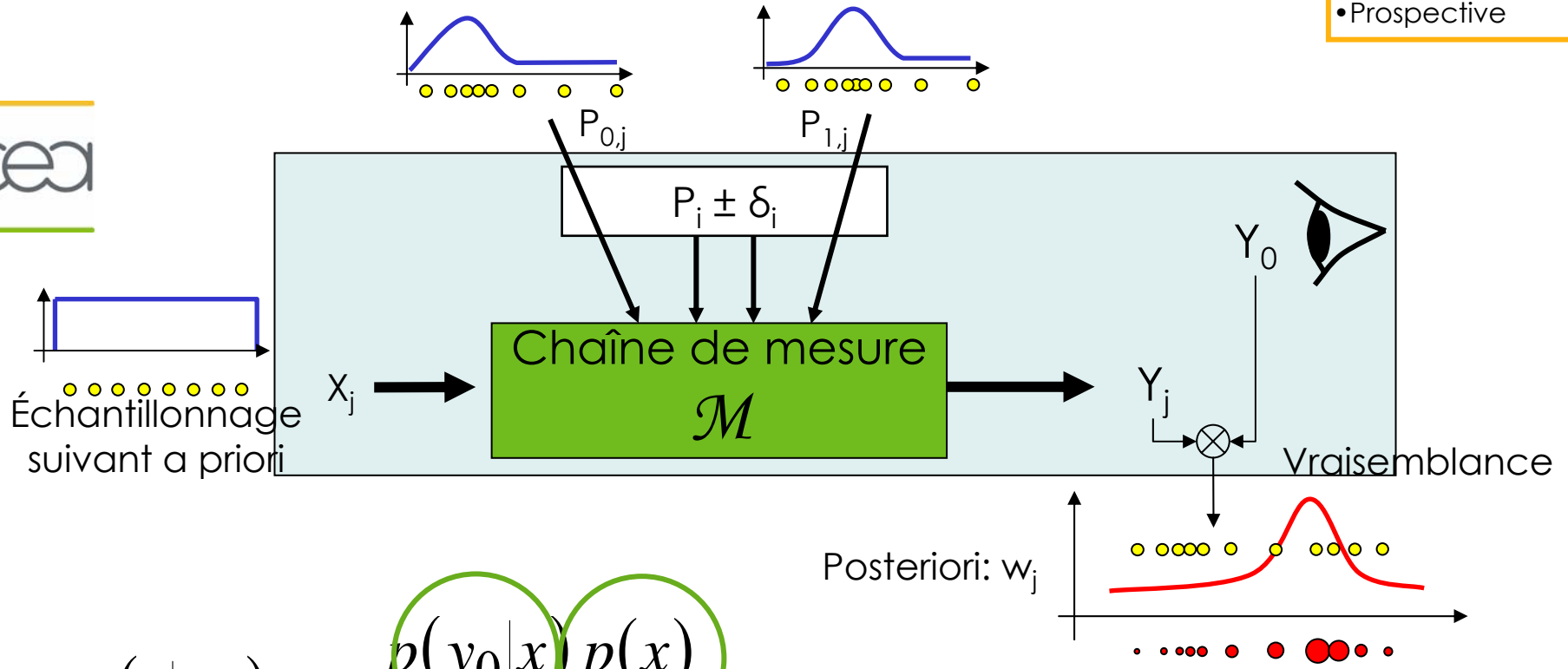
Bayesian analysis of the effective charge from spectroscopic bremsstrahlung measurement in fusion plasmas, Krychowiak et al., *J. Applied Phys.*, 96, 4784-4792, 2004

Integrated data analysis of fusion diagnostics by means of the Bayesian probability theory, *Rev. Sci. Instrum.*, 75, 4237-4239, 2004

-...

Inversion Bayésienne

- Contexte
- **Implémentation**
- Application
- Prospective



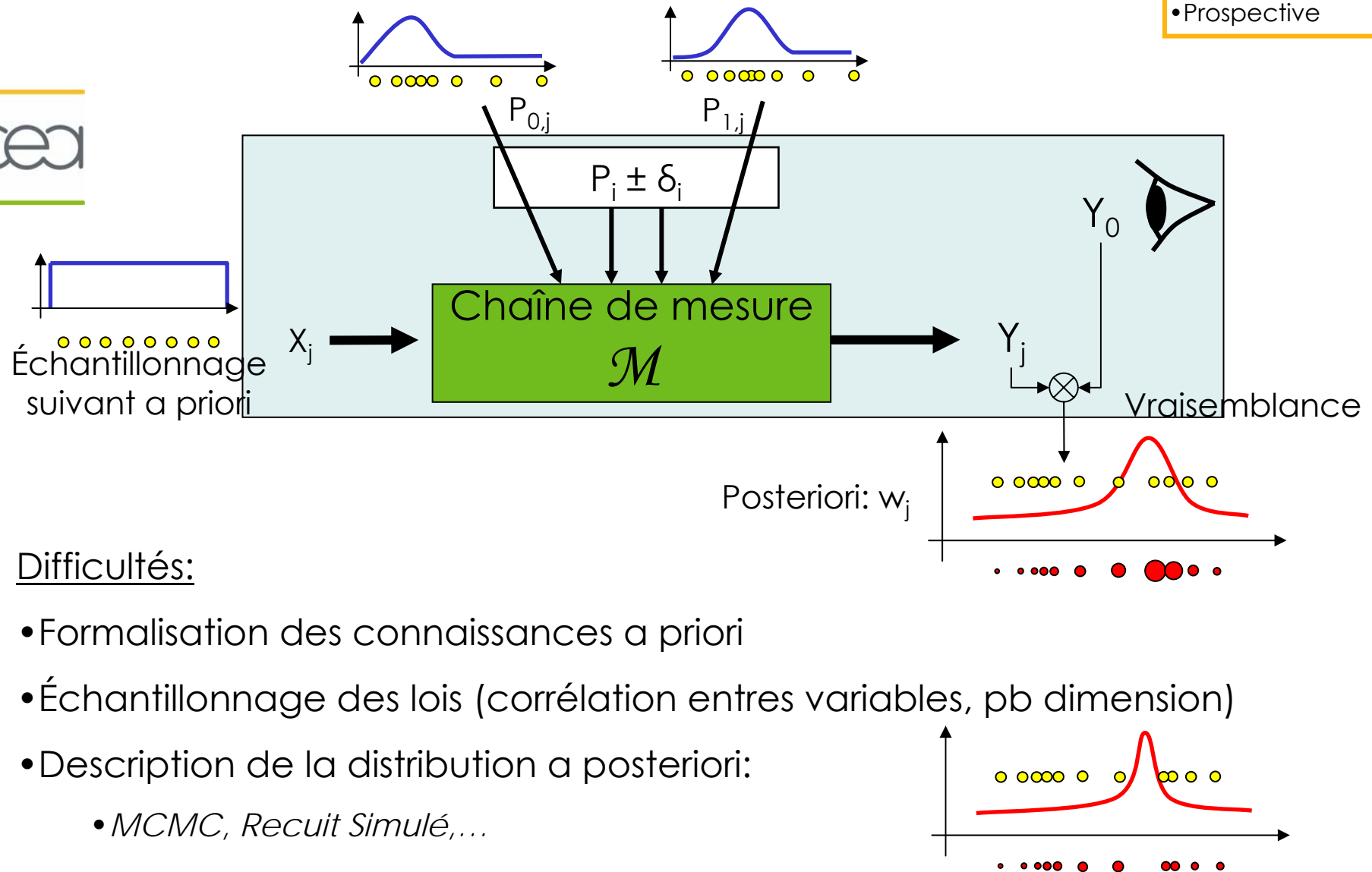
$$p(x|y_0) = \frac{p(y_0|x) p(x)}{\int p(y_0|x) p(x) dx}$$

$$p(y_0|x) = \int p(y_0|x, p_0) p(p_0) dp_0$$

(x_j, w_j) : Estimation moments, quantiles, Intervalle de confiance, ...

Inversion Bayésienne

- Contexte
- **Implémentation**
- Application
- Prospective



Difficultés:

- Formalisation des connaissances a priori
- Échantillonnage des lois (corrélation entres variables, pb dimension)
- Description de la distribution a posteriori:
 - *MCMC, Recuit Simulé,...*

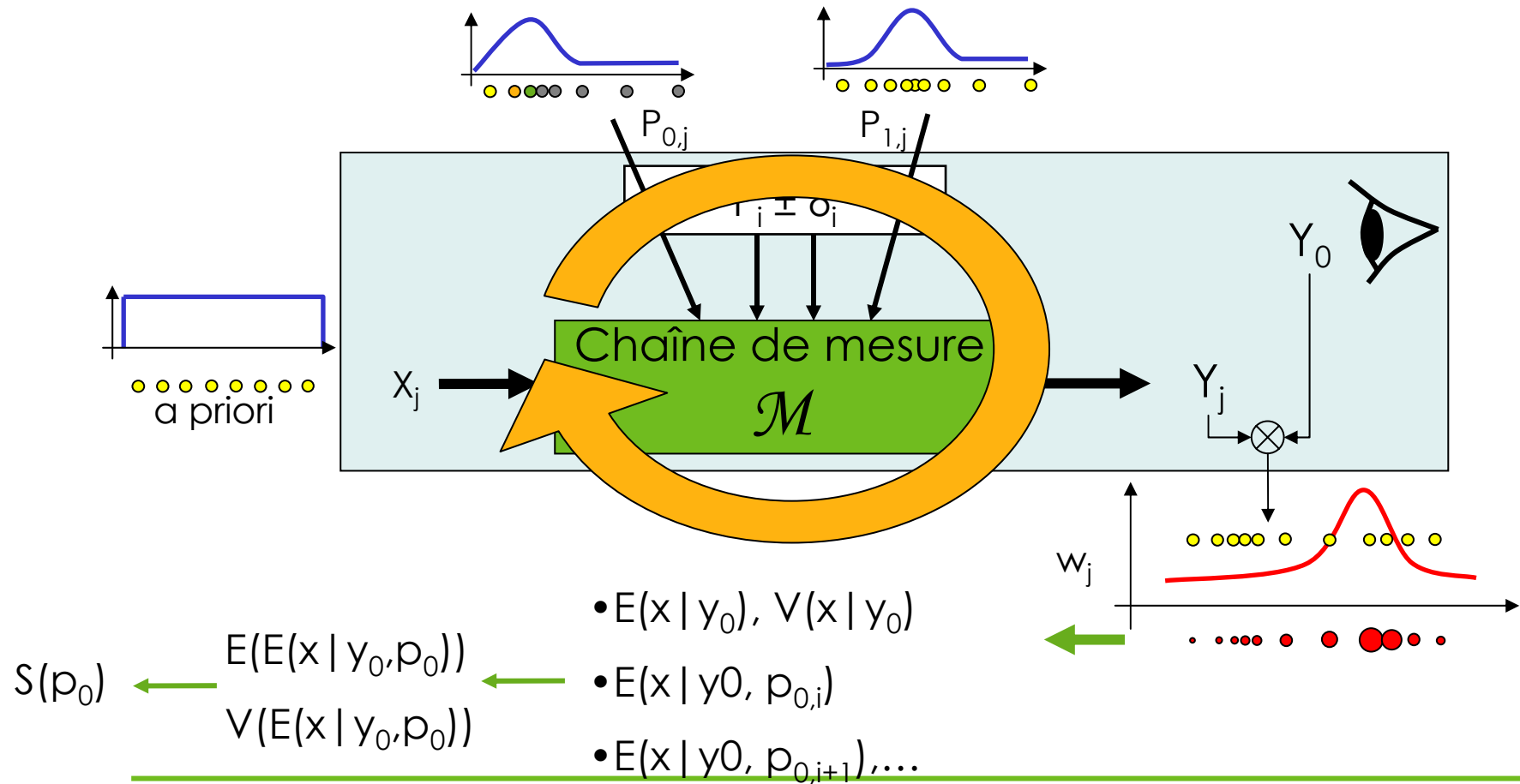
Étude de Sensibilité

- Contexte
- **Implémentation**
- Application
- Prospective



• Indice de Sensibilité:

• Ordre 1:
$$S(p_i) = \frac{V(E(x|y_0, p_i))}{V(x)}$$



Diagnostic Plasma LIL 1.04

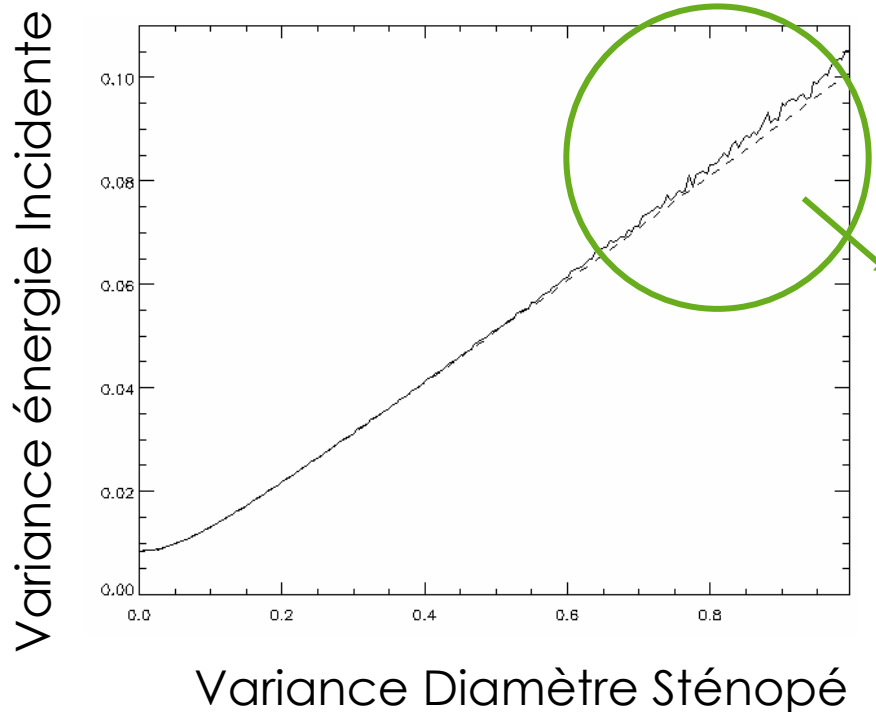
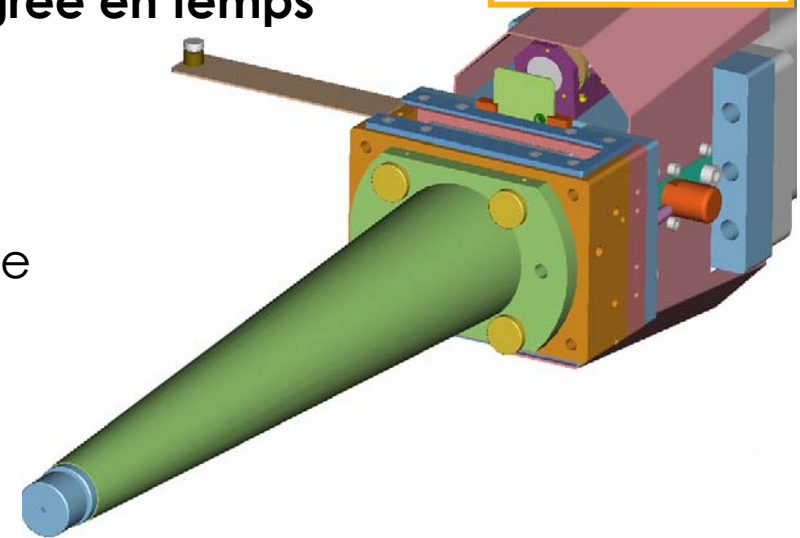
- Contexte
- Implémentation
- **Application**
- Prospective

Chambre à sténopé: Imagerie X, intégrée en temps



Etude comparative Bayes vs GUM

Hyp.: Rayonnement monochromatique



Limitations de la linéarisation (dev. Taylor) aux variances importantes

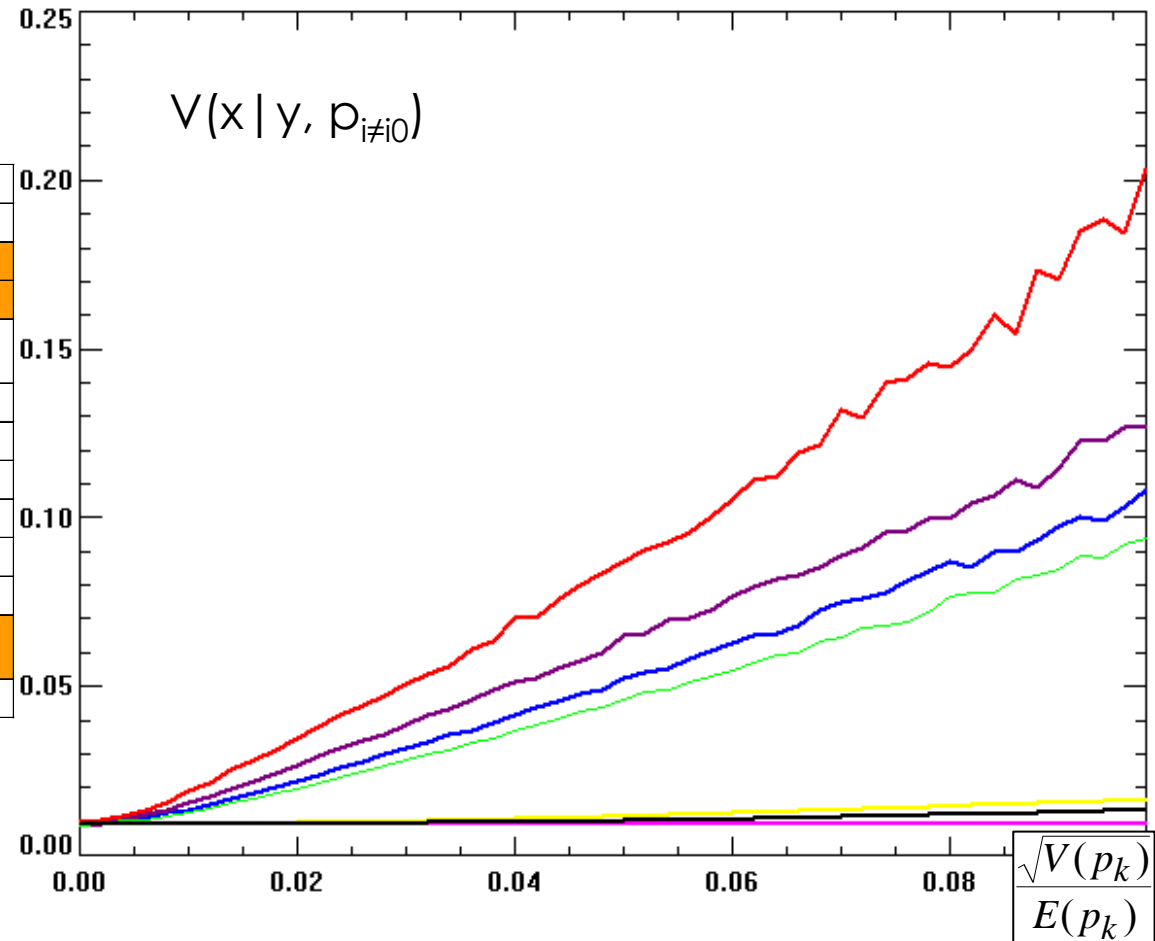
Diagnostic Plasma LIL 1.04

- Contexte
- Implémentation
- **Application**
- Prospective



Effet local de la variance d'un paramètre sur l'incertitude :

	Paramètres	Incertitude	Ordre
Paramètres du Sténopé	Distance trou-film	1 mm	9
	Epaisseur filtre	4.5 μm	1
	Diamètre du trou	1 μm	3
Paramètres du modèle de référence pour le film	Densité de voile du film	0.02	7
	a	0.01	6
	b	0.01	8
	t_0	10%	9
	Taille des grains	10%	3
	T	10%	11
	t_b	10%	12
Mesure	Fraction volumique des grains d'AgBr	10%	2
	ε	0.04 DO	5



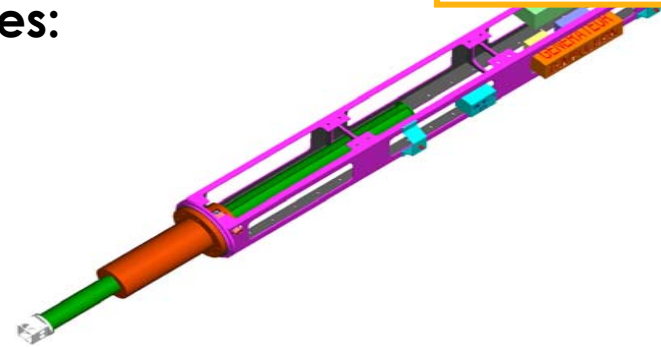
Diagnostic Plasma LIL 1.06/1.09

- Contexte
- Implémentation
- **Application**
- Prospective

• Multi-Imagerie X, Caméra Images Intégrales:



Etude comparative Bayes vs GUM (S1)
Hyp.: Ray. monochromatique



Lois utilisées pour les simulations Estimateurs pour les deux modèles

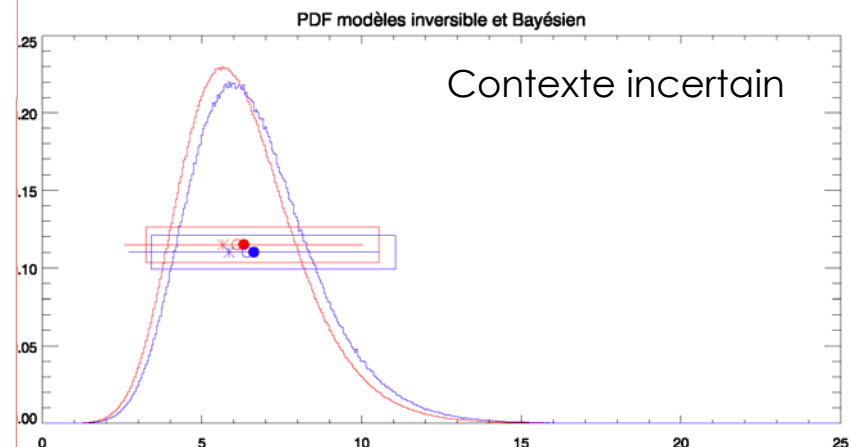
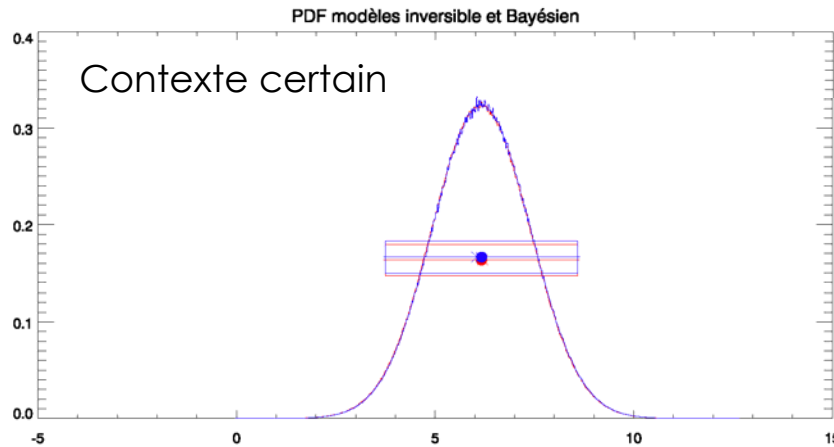
Delta: N(2.00 0.00)
D: N(2.00 0.00)
Expo: N(1.00 0.00)
S: N(1.00 0.00)
Tau: N(0.80 0.00)
Rho: N(0.90 0.00)
Eta: N(1.00 0.00)
Eclair: N(0.25 0.05)

Inversible	Bayes
Valeur exacte: 6.17	Médiane: 6.17
Médiane: 6.16	Q _{2,5%} : 3.75
Q _{2,5%} : 3.75	Q _{97,5%} : 8.59
Q _{97,5%} : 8.59	Mode: 6.04
Mode: 6.19	Moyenne: 6.17
Moyenne: 6.17	Variance: 1.52
Variance: 1.53	

Lois utilisées pour les simulations Estimateurs pour les deux modèles

Delta: N(2.00 0.10)
D: N(2.00 0.10)
Expo: N(1.00 0.05)
S: N(1.00 0.05)
Tau: N(0.80 0.05)
Rho: N(0.90 0.05)
eta: N(1.00 0.05)
Eclair: N(0.25 0.05)

Inversible	Bayes
Valeur exacte: 6.17	Médiane: 6.41
Médiane: 6.10	Q _{2,5%} : 3.42
Q _{2,5%} : 3.25	Q _{97,5%} : 11.06
Q _{97,5%} : 10.55	Mode: 5.85
Mode: 5.65	Moyenne: 6.62
Moyenne: 6.31	Variance: 3.84
Variance: 3.50	



Diagnostic Plasma LIL 1.06/1.09

- Contexte
- Implémentation
- **Application**
- Prospective

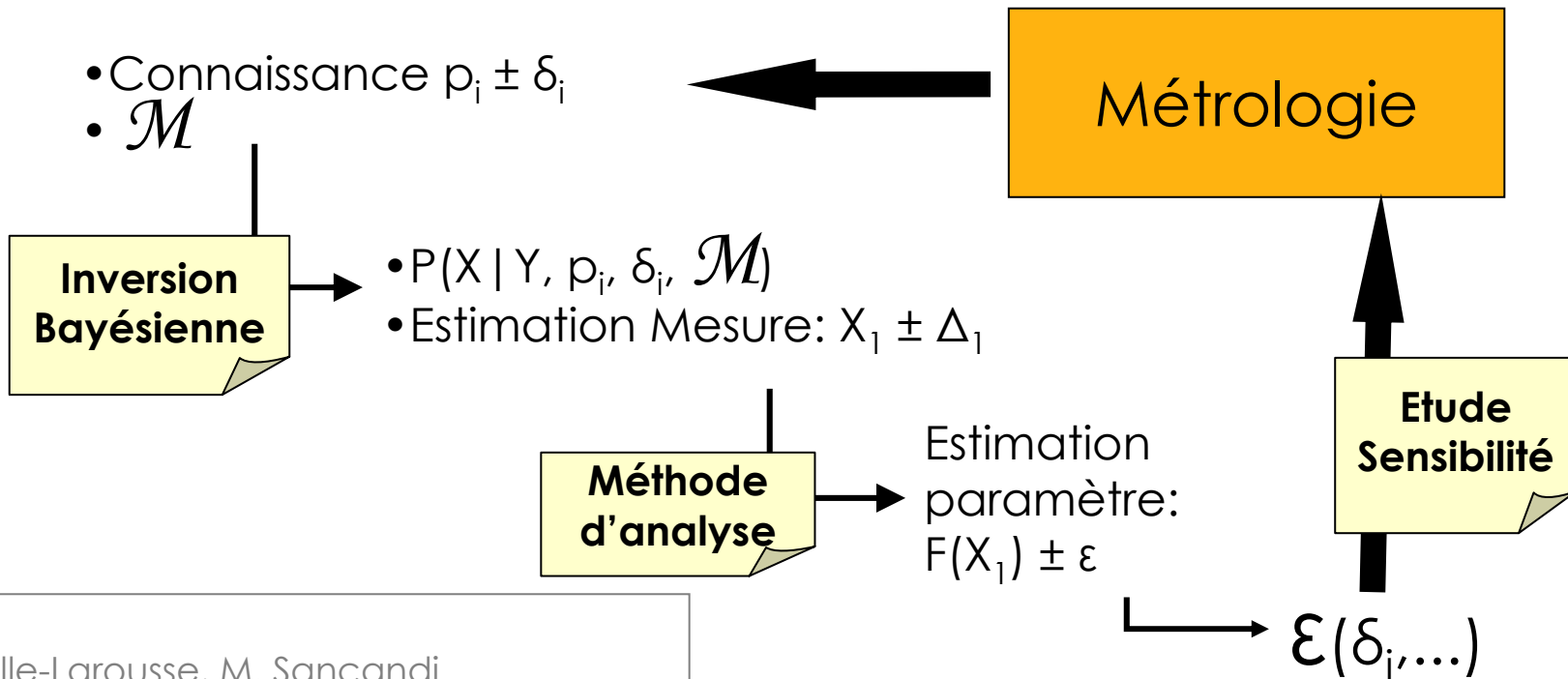
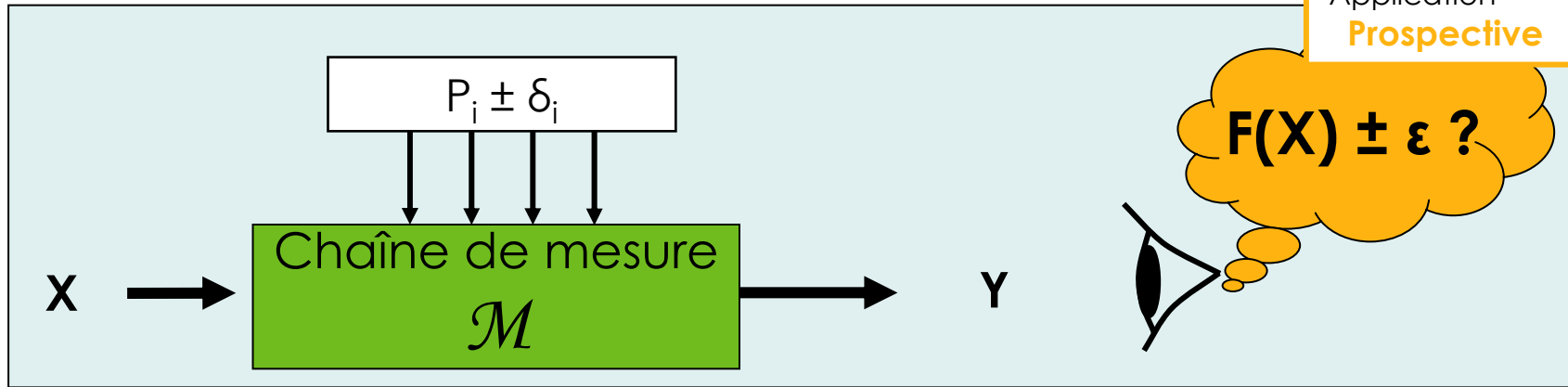
Comparaison des approches analytique, inversible MC et inversible Bayes



Paramètre	Moments	Inversible Monte Carlo	Bayes Monte Carlo
delta	0,12	0,12	0,12
d	0,12	0,11	0,11
expo	0,03	0,03	0,03
s	0,03	0,03	0,03
tau	0,05	0,05	0,05
rho	0,15	0,15	0,14
eta	0,03	0,03	0,03
eclair	0,48	0,48	0,45
somme	1,01	1,00	0,96
variance	3,19	3,50	3,83

Maîtrise des chaînes de mesure

- Contexte
- Implémentation
- Application
- Prospective**



Avec:
 P. Minvielle-Larousse, M. Sancandi
 X. Vallières, E. Brosset, M. Ducros, J.-M. Lacaze

Fusion de données

Optimisation d'expérience

- Contexte
 - Implémentation
 - Application
- Prospective**



Système Unique
 +
 Plusieurs diagnostics
 =
Fusion de données

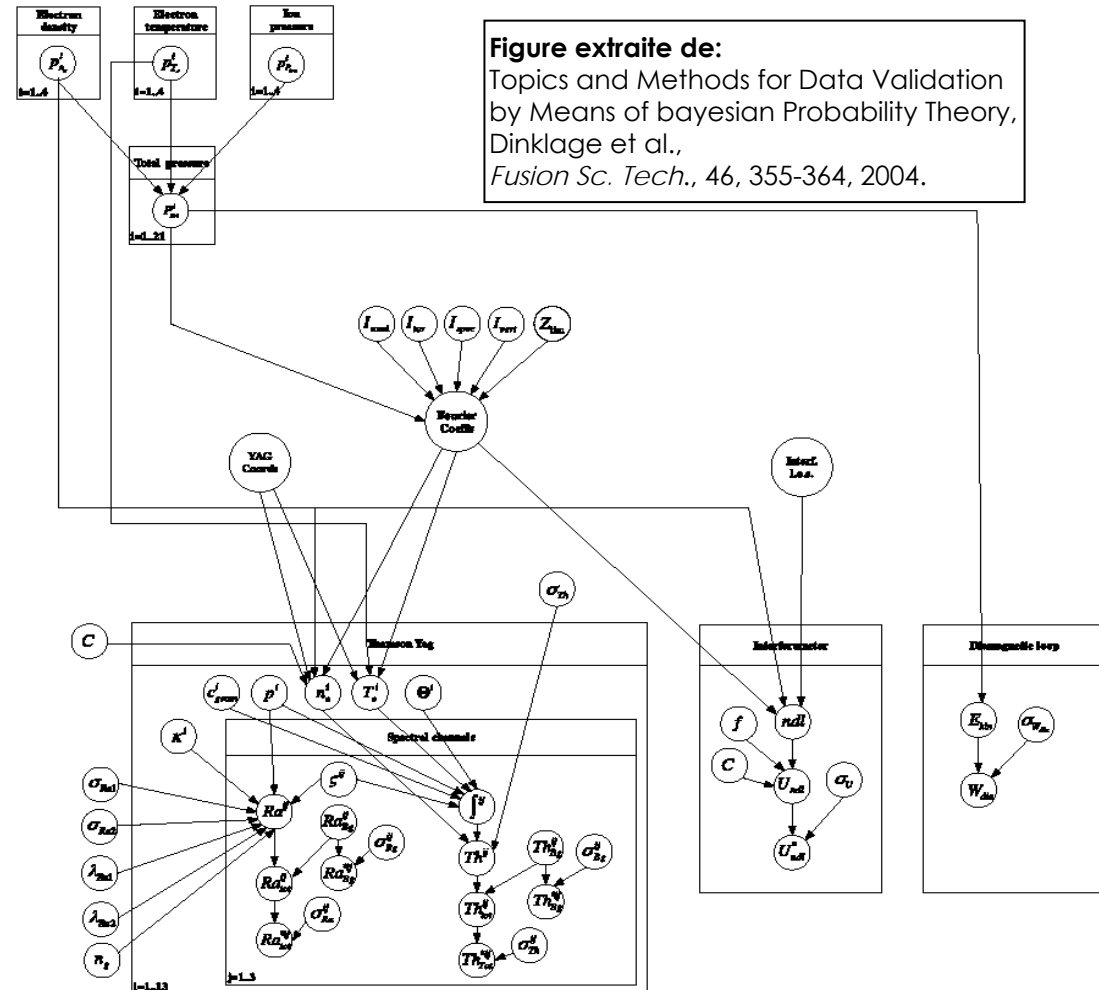


Figure extraite de:
 Topics and Methods for Data Validation
 by Means of bayesian Probability Theory,
 Dinklage et al.,
Fusion Sc. Tech., 46, 355-364, 2004.

+ Étude Sensibilité = **Optimisation d'expérience**