

E. Parent, Construction Conditionnelle de Modèles

Risque  
MORSE  
Statistique  
Modélisation  
Environnement

Modéliser en sciences de l'environnement :  
l'apport du raisonnement hiérarchique Bayésien  
illustré par quelques exemples

Eric PARENT<sup>(1)</sup>, Etienne RIVOT<sup>(2)</sup>, Etienne PREVOST<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>MOdélisation, Risque, Statistique, Environnement de l'UMR MIA 518  
INRA/ENREF/INAPG (Math. Info. App. 518)  
<sup>(2)</sup>Dépt. Halieutique, Agricampus Rennes  
<sup>(3)</sup>Centre INRA de St. Pé/Nivelle

Journées ECCOREV 19 mai 2008

E. Parent, Construction Conditionnelle de Modèles

A) Modéliser par morceaux  
*#Observations*  
*#Phénomène*  
*#Paramètres*

B) Permettre l'apprentissage

3

THEORIE

E. Parent, Modéliser en sciences de l'environnement

2

Stratégie de modélisation hiérarchique  
E. Parent, Construction Conditionnelle de Modèles

Raisonnement probabiliste conditionnel

- Modélisation : Capacité à traduire la complexité

Paramètres, état du processus et loi des observations peuvent être décrites en s'appuyant sur l'indépendance conditionnelle

Paramètres  
 $\theta = (\theta_1, \theta_2)$

Z: Variables Latentes  
Individus, populations, temps, espace

[θ]

[Z|θ]

Processus des états du système Z conditionné sur θ

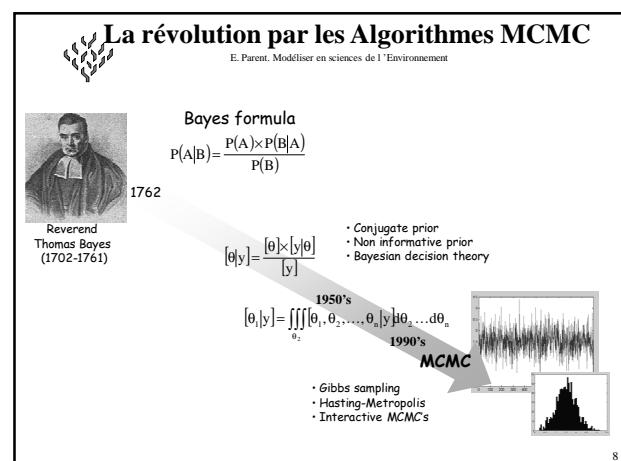
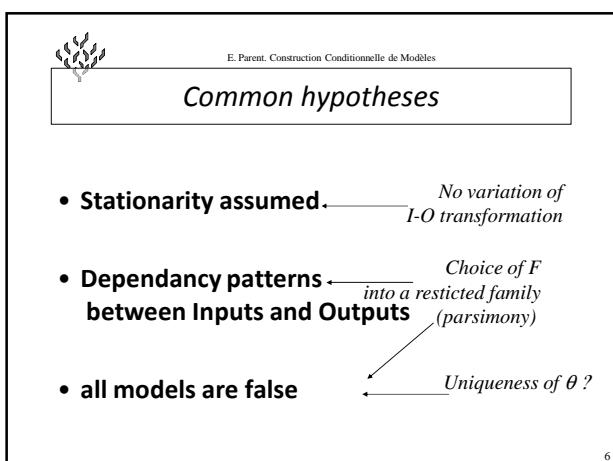
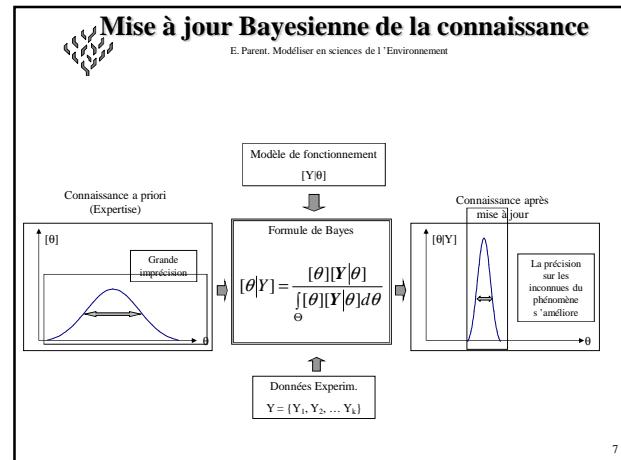
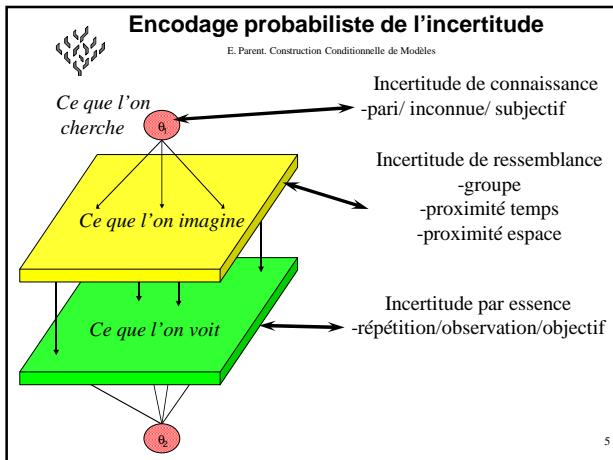
Y: Observations

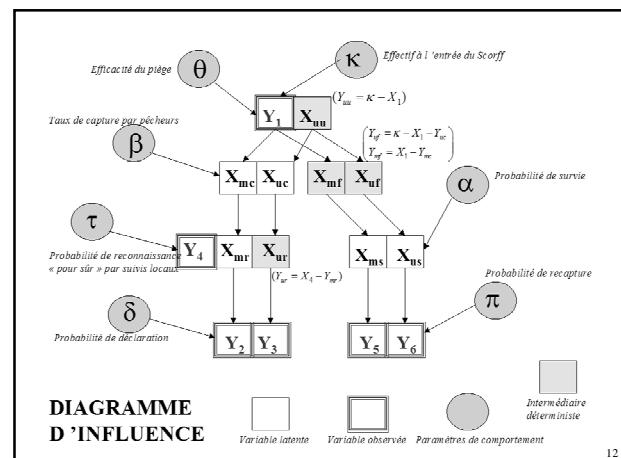
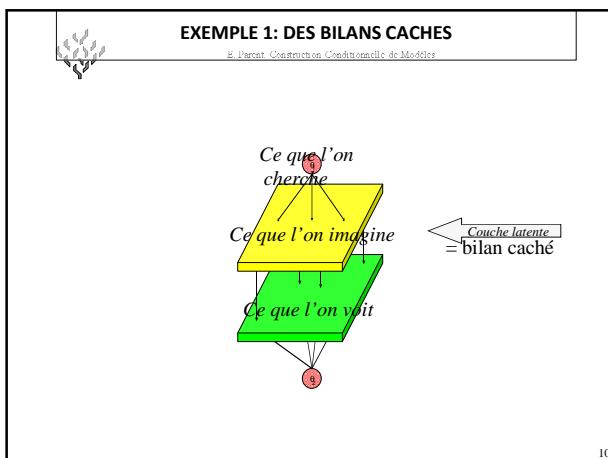
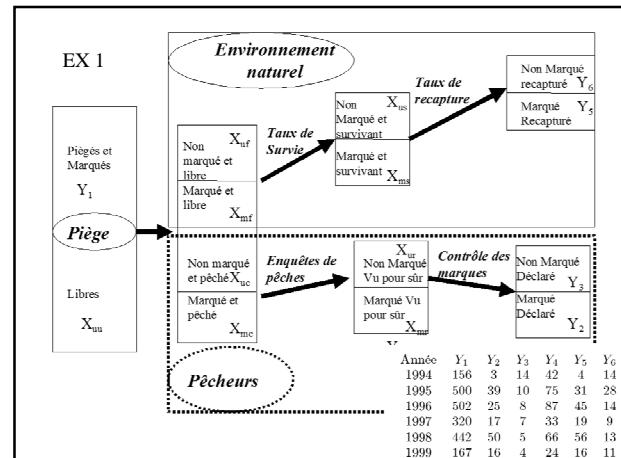
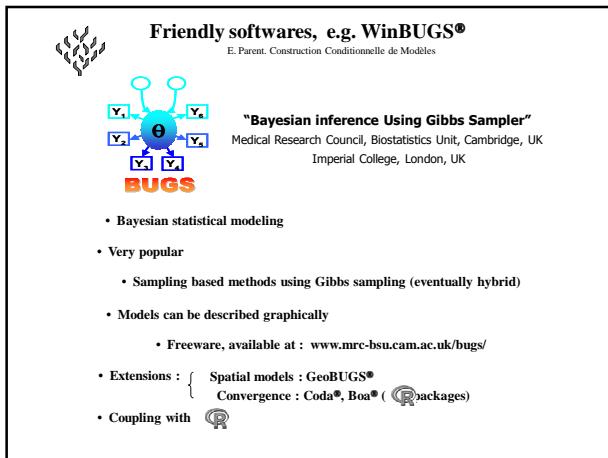
[y|X, θ]

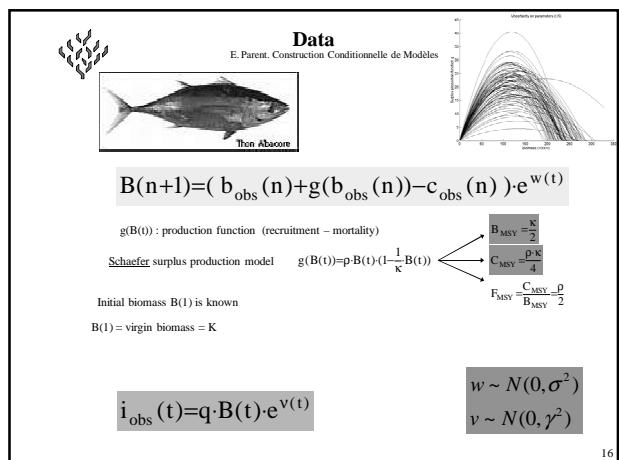
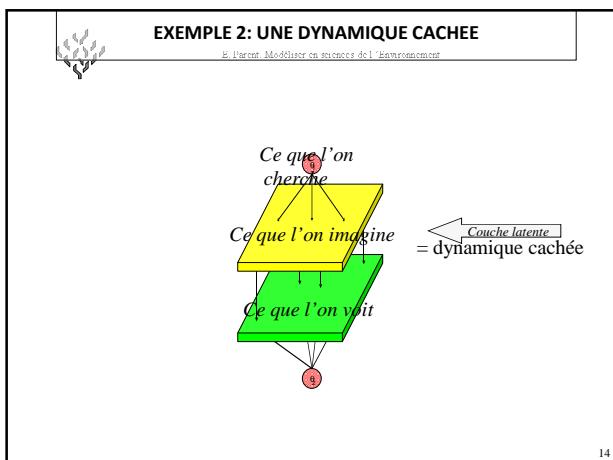
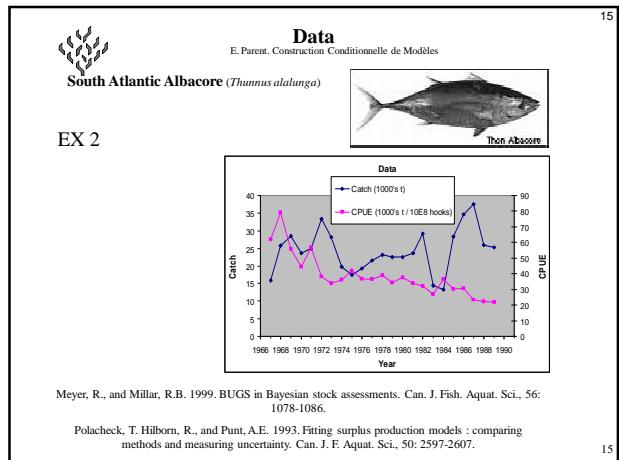
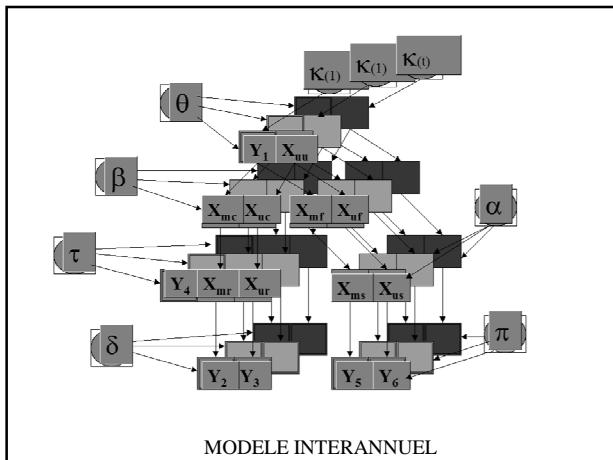
Processus des observations conditionné sur Z et θ

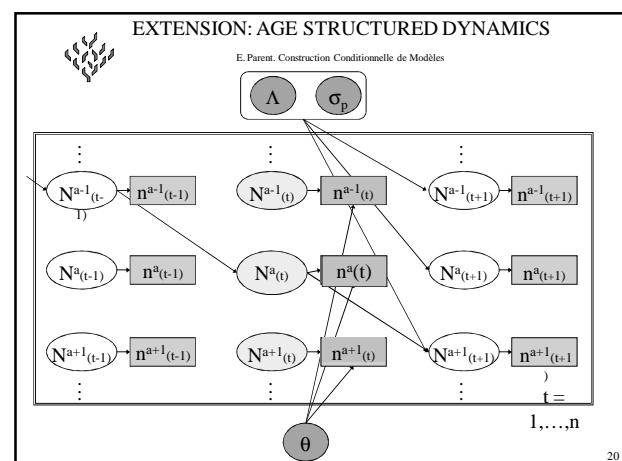
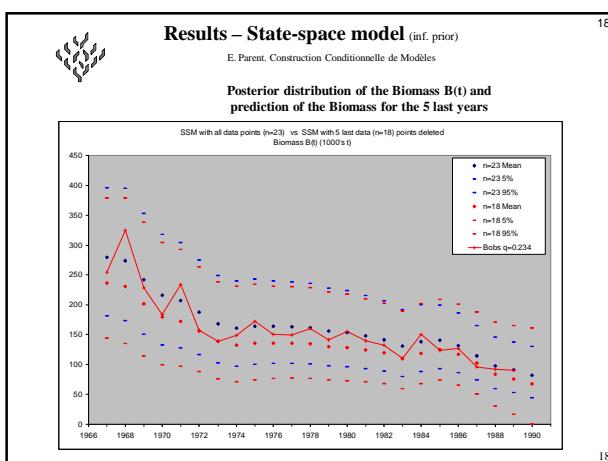
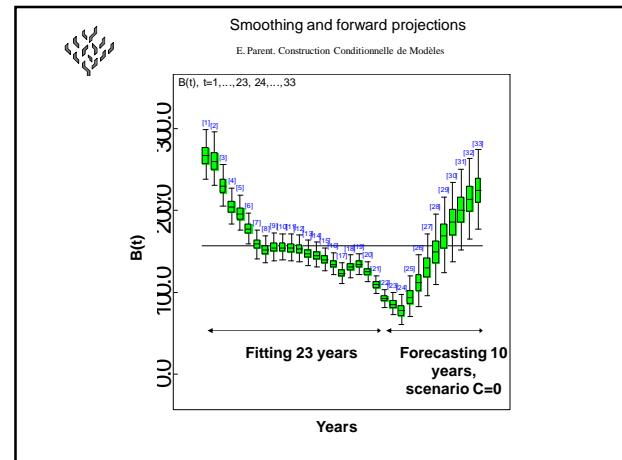
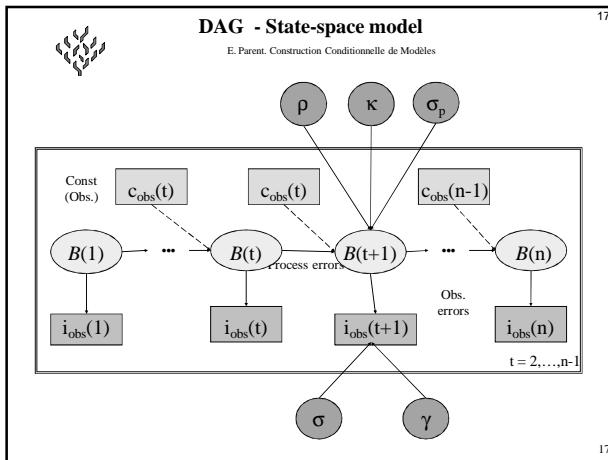
Modelisation  
 $p(\text{effet}|\text{cause})$

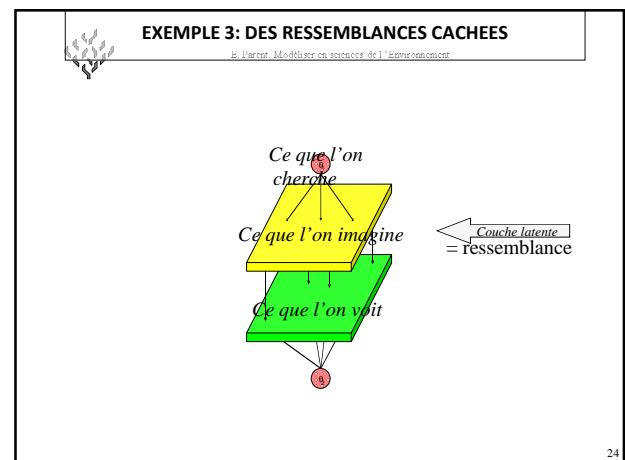
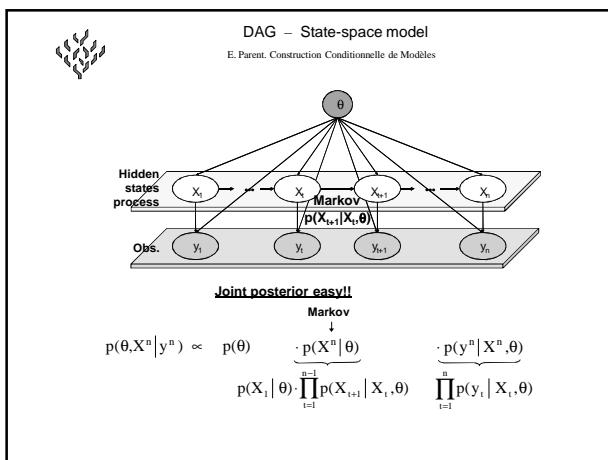
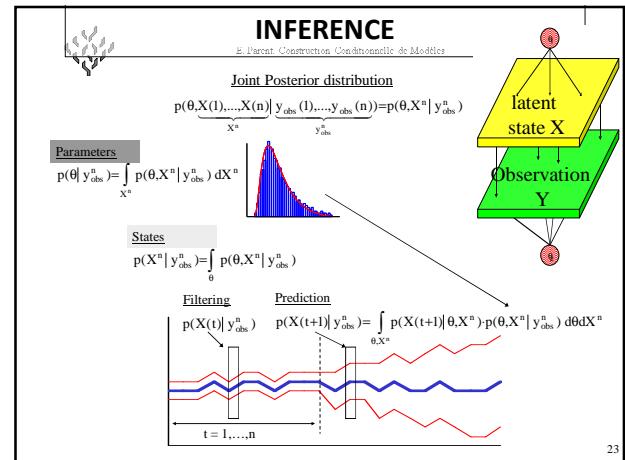
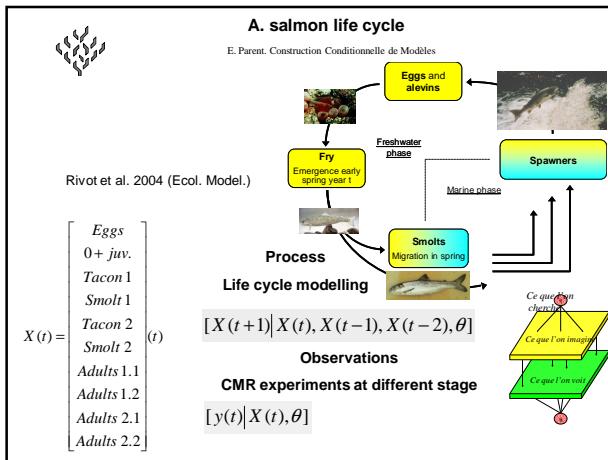
4











 E. Parent Construction Conditionnelle de Modèles  
Margaree River



SALMON: The Salmon fishing season begins June 1 and ends October 31 ( fly only ). Resident fees are set at \$36.06. Non-resident anglers must pay \$133.19 for a seasonal license or \$54.26 for a 7 day license. Bag limit: 2 per day and 8 per season ( only grilse up to 63 cm 24.8 inches )




 E. Parent Construction Conditionnelle de Modèles

### Ricker = a hidden linear model

- Main idea
  - $R \sim \log N(\mu_R(S), \sigma)$
  - $\mu_R(S) = aS e^{-bS}$  (Ricker function vs Beverton-Holt)
  $\mu_R(S) = aS/(1 + bS)$
  - deterministic explanatory structure + random effect
- $R = \mu_R(S)e^\varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad \mu_R(S) = aS e^{-bS}$

$$\log(R) = \log(a) + \log(S) - bS + \varepsilon$$

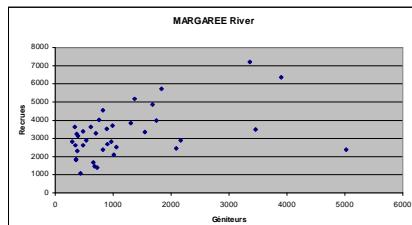
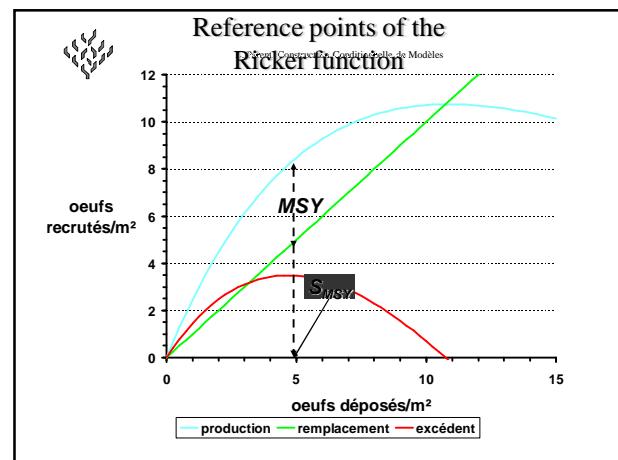
$$y = \log\left(\frac{R}{S}\right) \quad x = S \quad \alpha = \log(a) \quad \beta = -b \quad \theta = (\log(a), b)$$

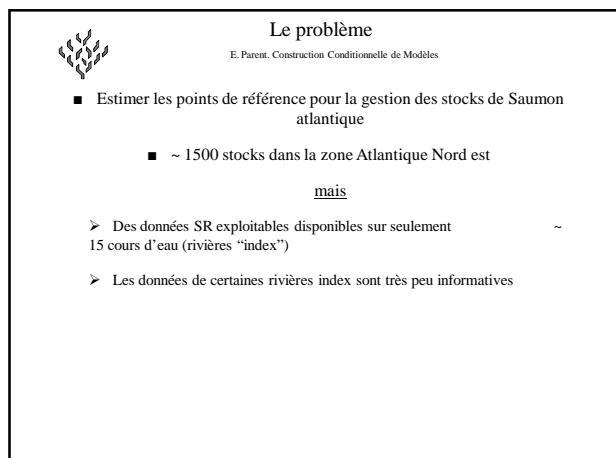
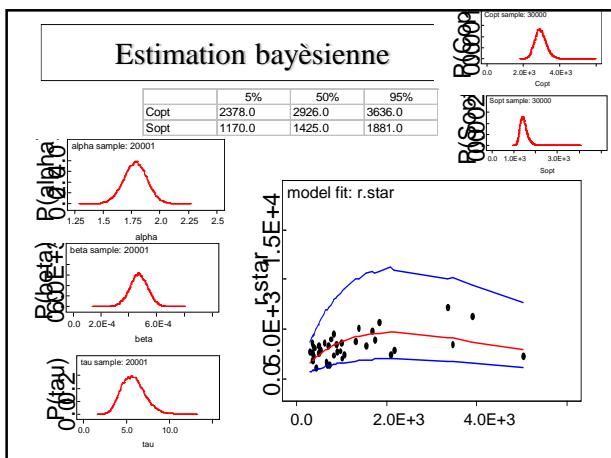
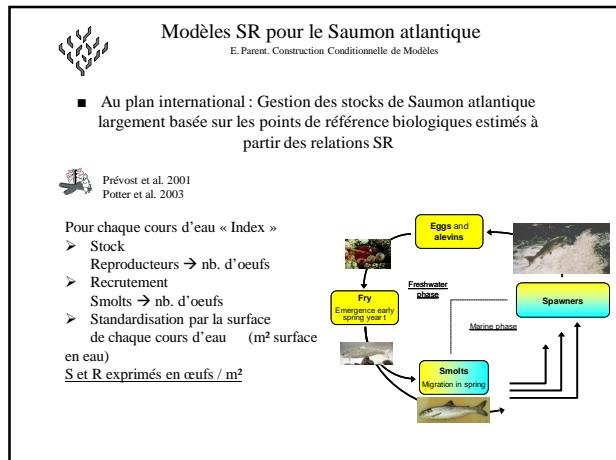
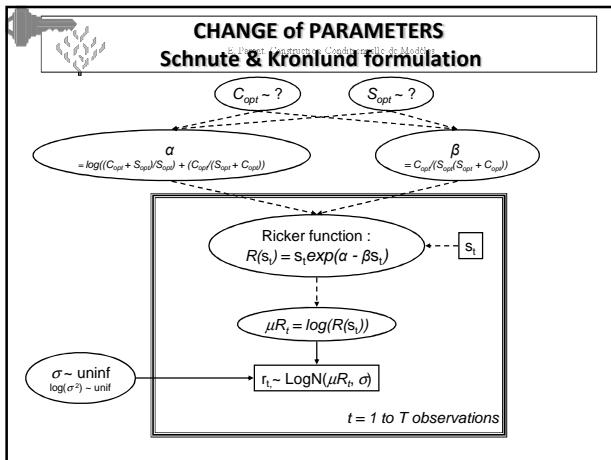
$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

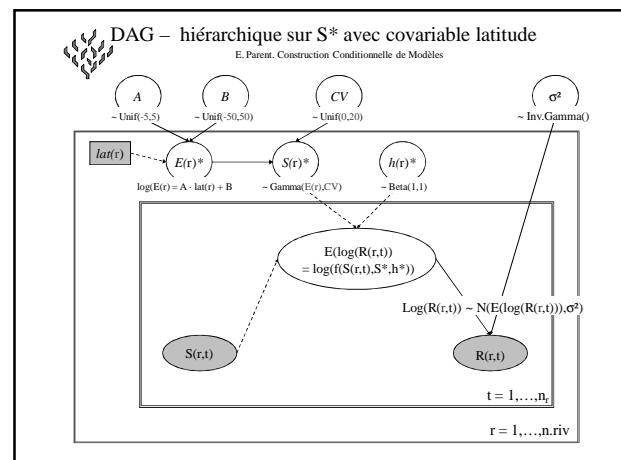
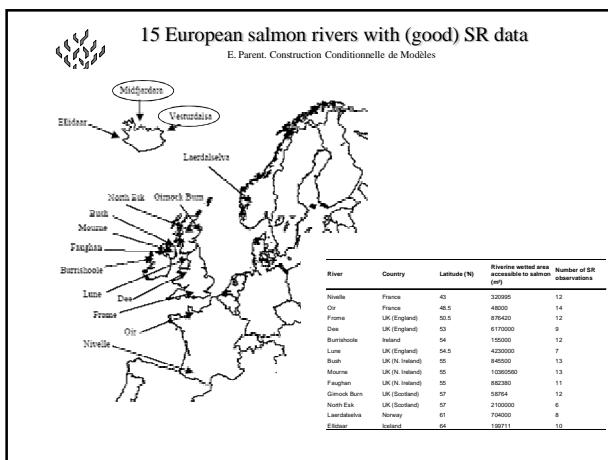
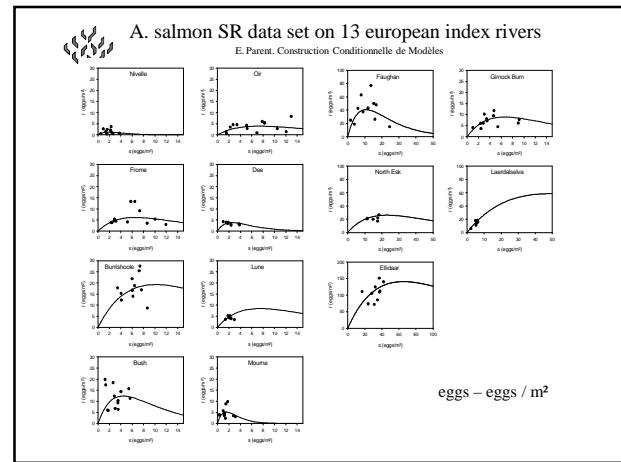
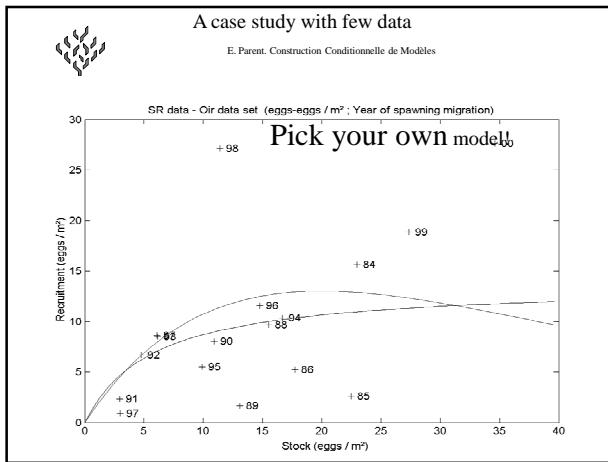
 E. Parent Construction Conditionnelle de Modèles  
Margaree River

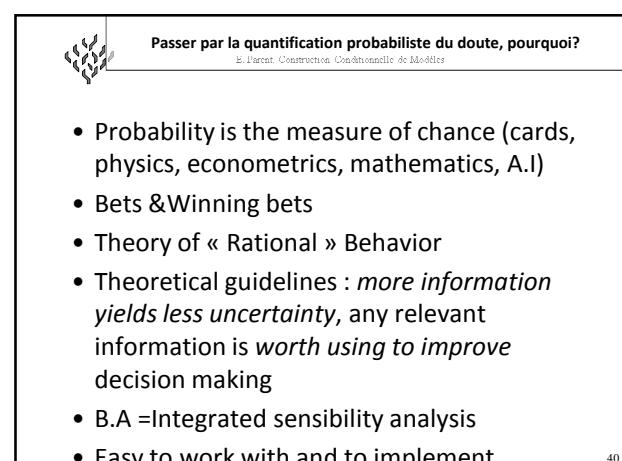
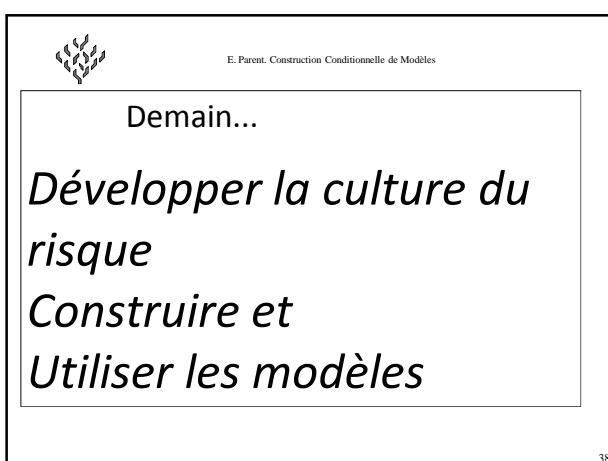
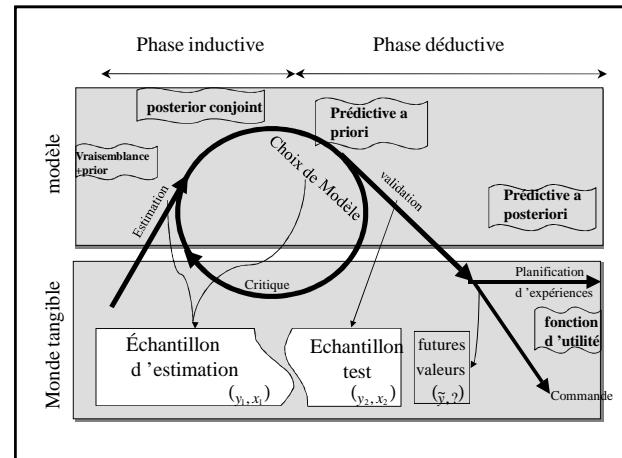
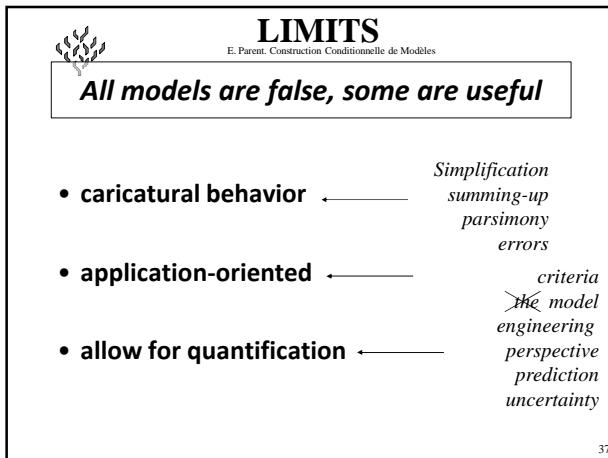
Cohorte	Géniteurs	Recrues
1947	1685	4852
1948	3558	7204
1949	1839	5716
1950	1800	4800
1951	2093	2440
1952	969	2833
1956	486	2616
1957	822	4534
1961	344	3920
1962	1306	3850
1963	887	3538
1964	1053	2515
1965	957	3594
1966	727	1993
1967	1006	2083
1968	826	2378
1969	488	3394
1970	901	2702
1971	351	2630
1972	373	3261
1973	393	3111
1974	436	1966
1975	293	2813
1976	366	1819
1977	536	2909
1978	697	3392
1979	363	1668
1980	681	1462
1981	618	3616
1982	769	4015
1983	657	1588
1984	381	2289
1985	1378	5156
1986	3461	3484
1987	3897	6375
1988	1545	3358
1989	2164	2900
1990	5022	2365

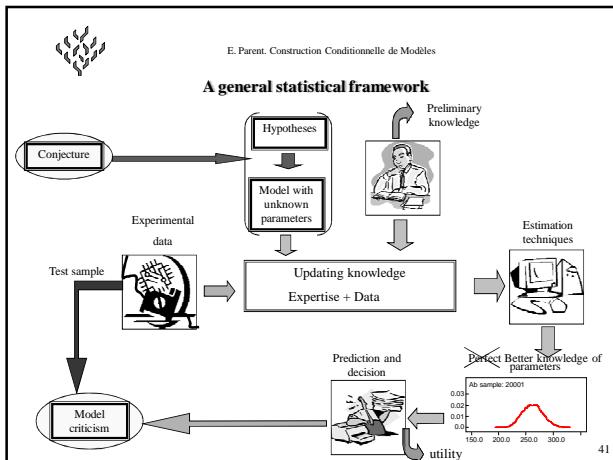
A case study with many data!







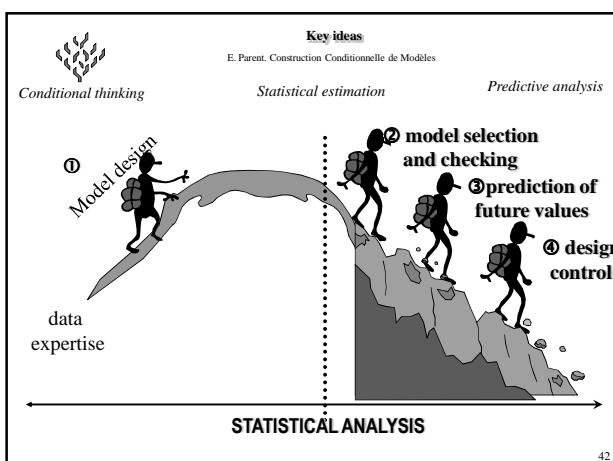


E. Parent, Construction Conditionnelle de Modèles

## CONCLUSIONS

- Estimer les valeurs inconnues des paramètres des modèles sur la base de l'expertise et des données c'est facile!
- L'approche **Bayésienne** est LA méthode cohérente de quantification de l'incertitude
- Anticiper la valeur de l'information permet de construire des plans d'expériences performants
- Construire une structure de modèle, Encoder l'expertise, Traduire l'utilité d'une décision demandent un travail transdisciplinaire

43



E. Parent, Construction Conditionnelle de Modèles

## What is a good model ?

- Agreement between observed and predicted  
*Nash criterion ?*
- Understand how it works  
*Find an appealing name*
- Works at various time\*space scales
- Fulfill other criteria than the one for which it was designed...  
*QQ plots, flow-duration curve, etc.*

44

E. Parent, Construction Conditionnelle de Modèles

Bernier, J., Parent, E. et J-J Boreux (2000), Statistique pour l'environnement : traitement bayésien de l'incertitude, Eds Tec & Doc (Lavoisier), Paris (363 p.).

Une approche innovante pour l'analyse des risques environnementaux

**Statistique pour l'environnement**  
Traitement bayésien de l'incertitude

Jacques Bernier, Eric Parent, Jean-Jacques Boreux

Nouveauté

- Texte « pédagogique »
- Mathématiques
  - Niveau « bac »
  - + quatre intégrales
- Prix : 65 €

E. Parent, Construction Conditionnelle de Modèles

**Bayesian Modeling of Ecological Data :**  
*Eric Parent, Etienne Rivot, Etienne Prévost*

Image non disponible

**Relié, 61 €**

**Editeur :** Chapman & Hall/CRC (juin 2008)

**Langue :** Anglais

**ISBN-10:** 1584889195

**ISBN-13:** 978-1584889199

Collection Statistique et probabilités appliquées

Dirigée par André Désilets et Christian Genest

Université de Montréal

May Hallie

Université de Montréal

Lavigne Lébert

Stephan Margolin

Gilles Rheaume

Chantal Rioux

Cette collection regroupe des ouvrages destinés à la diffusion de faits actuels et critiques sur les concepts, des chaînes d'opérations et les méthodes de raisonnement. Soucieuse de faciliter l'apprentissage et une approfondissement, cette collection permettra de cultiver une méthodologie pour finir de développer.

Cette collection regroupe des ouvrages destinés à la diffusion de faits actuels et critiques sur les concepts, des chaînes d'opérations et les méthodes de raisonnement. Soucieuse de faciliter l'apprentissage et une approfondissement, cette collection permettra de cultiver une méthodologie pour finir de développer.

ISBN: 978-2-89133-008-8

9 78289 1330088

Springer

Eric Parent, Jacques Bernier

Raisonnement bayésien

Modélisation et inférence

Eric Parent, Jacques Bernier

Raisonnement bayésien

Modélisation et inférence

VPP =  $\frac{(P \times Se)}{(P \times Se) + ((1-P) \times (1-Se))}$

Springer

-6