

Pourquoi faire du bayésien en pratique

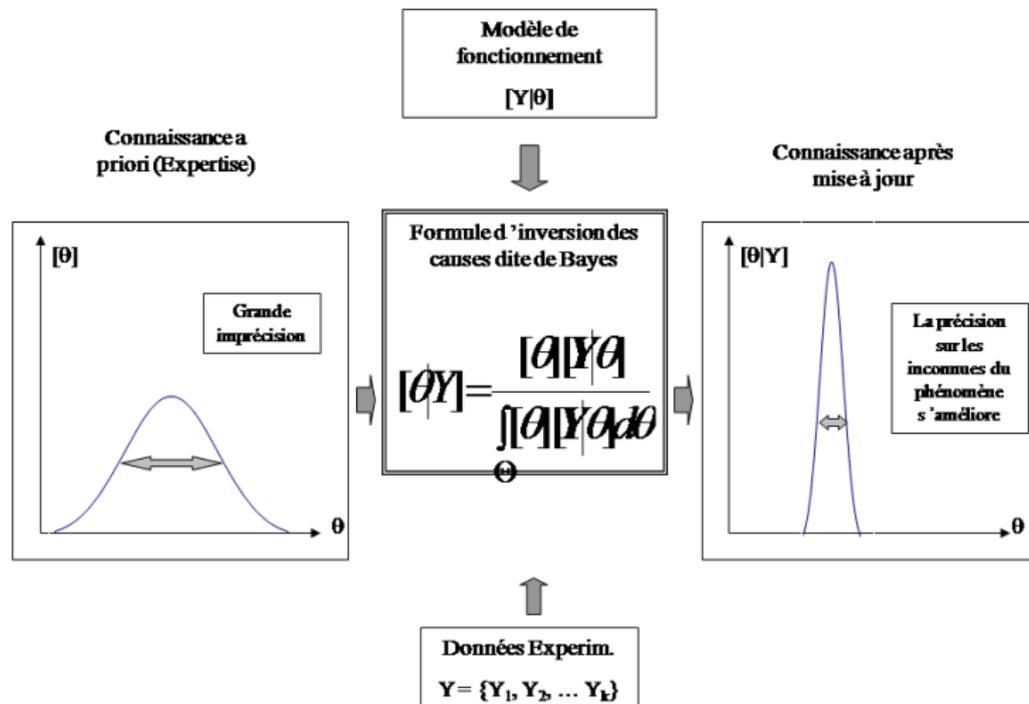
Discussion et Conclusions

Eric Parent

22 Mars 2019

Qu'avons nous vu cette semaine?

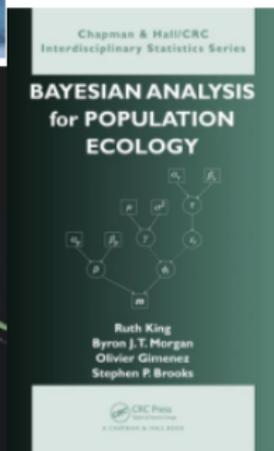
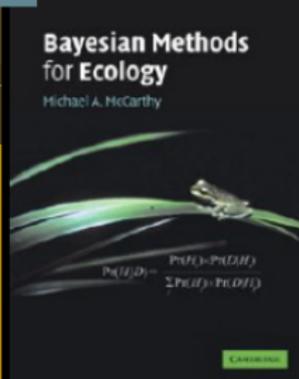
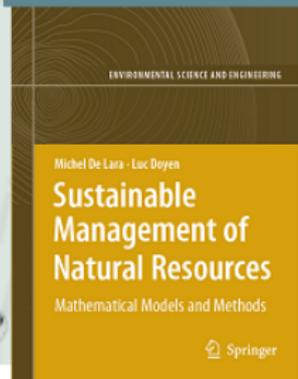
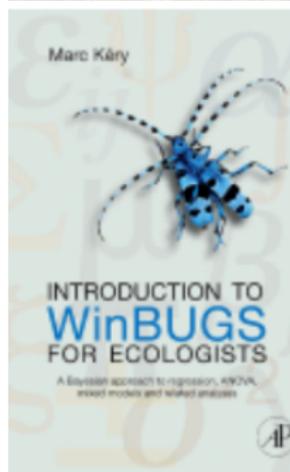
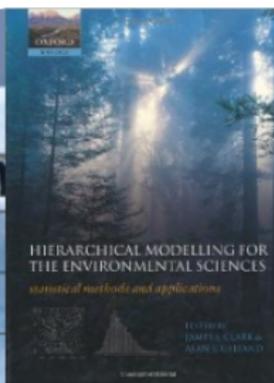
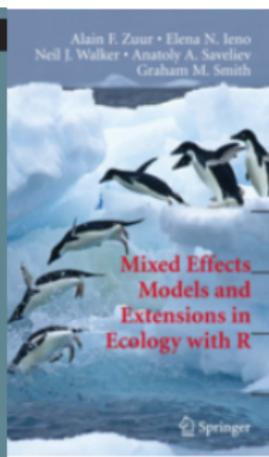
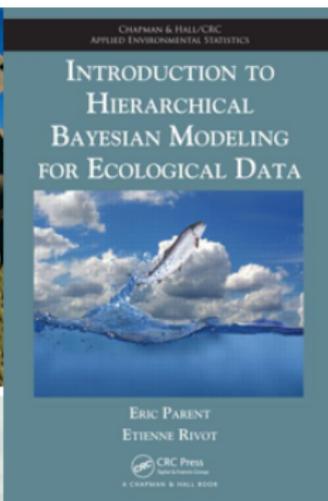
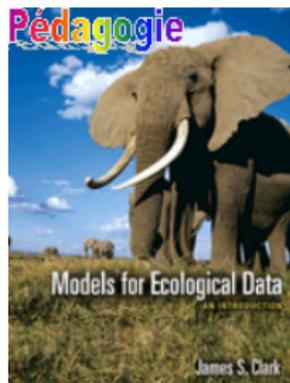
La machinerie de mise à jour bayésienne = apprentissage statistique



La machinerie bayésienne

- ▶ A travers des cours de base et des classes avancées
- ▶ Avec les outils d'inférence actuels
- ▶ Sur des exemples de difficultés croissantes (TP)
- ▶ En la pratiquant vous-même sur des projets plus ouverts (Projets)
- ▶ Regardez donc la littérature *bayésienne* de votre domaine d'application!

Exemple de littérature bayésienne en Ecologie



Vous avez compris. . .

- ▶ La statistique classique présente le point de vue de la fiabilité des outils statistiques tirés de la boîte à outils du technicien. La statistique bayésienne offre le point de vue de la personne amenée à porter un jugement (probabiliste) sur les résultats.
 - ▶ peut-être étiez vous un bayésien sans le savoir? *Damned!* . . . (Dans le cas $n = \infty$ (info parfaite) les résultats bayésiens sont généralement peu différents de ceux de l'inférence classique).
 - ▶ la connaissance des distributions de probabilités est un passage obligé *RATS!*.
- ▶ Une plus grande liberté est accessible pour le bayésien
 - ▶ Non lié à une boîte de recettes adhoc telles que lm, glm, nlme, etc. . . (Il est néanmoins utile de connaître ses gammes pour bien jouer du piano)
 - ▶ Même des modèles assez complexes sont plutôt faciles à construire à la manière d'un légo (raisonnement conditionnel)
 - ▶ Tirer parti de toute l'information disponible avec les modèles hiérarchiques: représenter les sources d'incertitudes et les quantifier (exemple des méta-analyses).

Vous avez acquis

- ▶ Les clés de l'interprétation d'une probabilité *bayésienne*:
 - ▶ incertitude épistémique,
 - ▶ incertitude de répétabilité expérimentale,
 - ▶ incertitude de variabilité *génétique*
- ▶ Des solutions logicielles : outils modernes d'inférence puissants,
 - ▶ BUGS, Jags, STAN, abc...
- ▶ Des connaissances utiles en R, logiciel recommandable et recommandé :
 - ▶ packages rstan, R2jags, abc
 - ▶ tidyR et ggplot

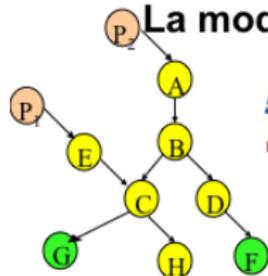
Au delà des modèles bayésiens pédagogiques

Le détective bayésien en action, des applications emblématiques

- ▶ A. Turing : décryptage des transmissions des sous-marins allemands
- ▶ ...
- ▶ BEA, recherche en mer : Search Analysis for the Location of the AF447 Underwater Wreckage Report to Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile by Lawrence D. Stone, Colleen Keller, Thomas L. Kratzke, Johan Strumpfer, 20 January 2011 . Voir aussi le rapport technique
- ▶ Réchauffement climatique : Less than 2 degrees Celsius warming by 2100 unlikely. Adrian E. Raftery, Alec Zimmer, Dargan M. W. Frierson, Richard Startz and Peiran Liu
- ▶ Les clés de la méta-analyse
- ▶ ...

Recherche des boîtes noires de l'Airbus Rio-Paris (1/4)

La modélisation hierarchique bayésienne en action



METRON
© 2007 METRON

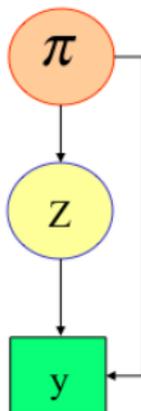
1013 Library Street, Suite 400
Berkeley, CA 94704, USA
Tel: 947 876 3300 www.metron.com

Mathematics Physics Computer Science

Probabilités de détection
et d'occurrence

Où se trouve vraiment
l'avion

Les indices que l'on
a observés



**Modéliser : Conditionner par
morceaux pour traduire la
complexité**

Paramètres, Etats du processus et
mécanismes d'Observation sont
modélisés indépendemment

$[\pi]$ Paramètres

$[Z|\pi]$ Z: Process Latent
Ressemblance

Individus, populations, temps, espace

$[Y|\pi, Z]$ Y: Observations

Rôle des variables cachées...

Modélisation
[effets|causes]

Recherche de l'Airbus AF447 (2009/06/01)

$[Y_i = 1|Z_i = 1] = p_i$ Probabilité de détection dans la case i

$\pi_i = [Z_i = 1]$ Probabilité d'occurrence dans la case i

$$[Z_i = 1|Y_i = 0] = \frac{[Y_i = 0|Z_i = 1][Z_i = 1]}{[Y_i = 0|Z_i = 0][Z_i = 0] + [Y_i = 0|Z_i = 1][Z_i = 1]}$$

$$= \frac{(1-p_i)\pi_i}{1-p_i\pi_i} < \pi_i$$

$$[Z_{j \neq i} = 1|Y_i = 0] = \frac{[Y_i = 0|Z_j = 1][Z_j = 1]}{[Y_i = 0]}$$

$$= \frac{\pi_j}{1-p_i\pi_i} > \pi_j$$

METRON
SCIENTIFIC SOLUTIONS



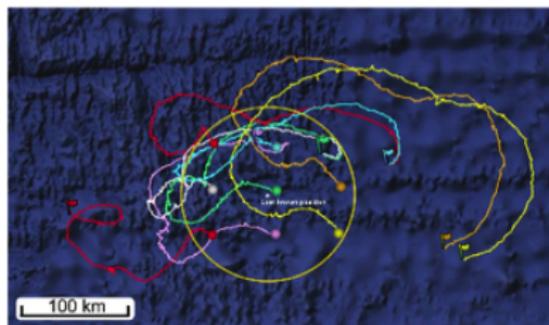
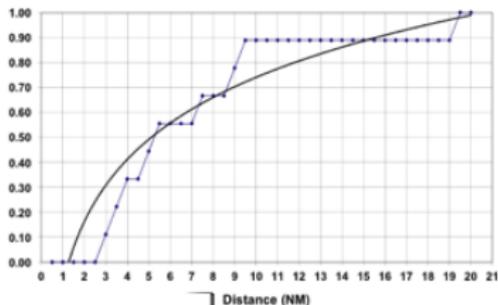
Mathematics Physics Computer Science

1818 Library Street, Suite 600
Reston, Virginia 20190
703 787 8700 www.metron.com

Search Analysis for the Location of the AF447 Underwater Wreckage. Report to **Bureau d'Enquêtes et d'Analyses** pour la sécurité de l'aviation civile. By L. D. Stone, C. Keller, T. L. Kratzke., J.Strumpfer. 20 January 2011

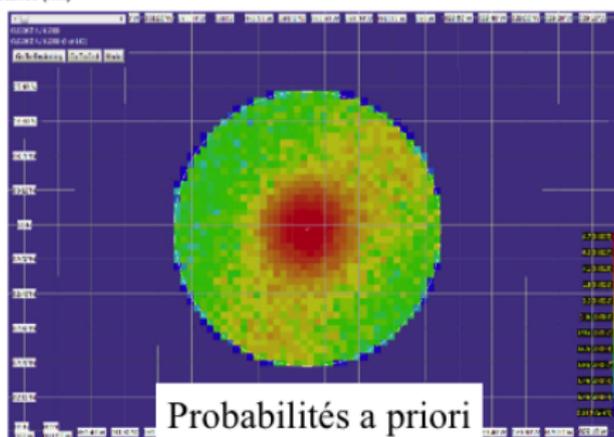
Recherche des boîtes noires de l'Airbus Rio-Paris (3/4)

Prior pour l'Airbus AF447 disparu 1er juin



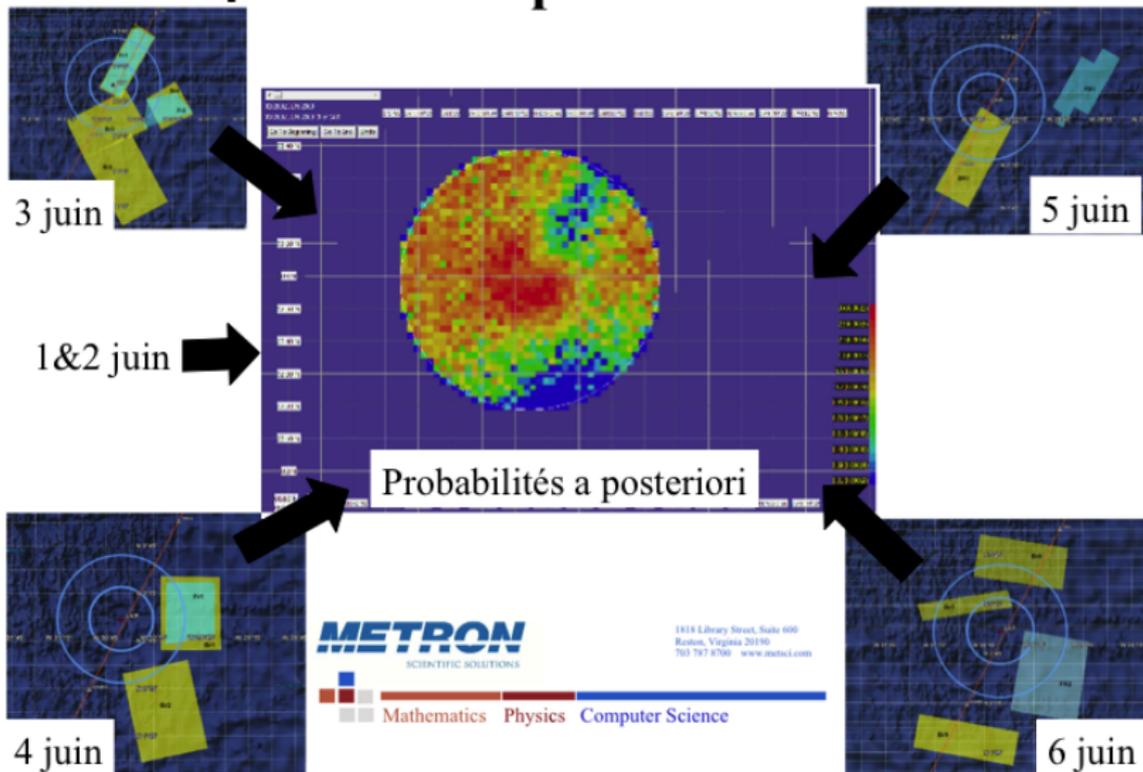
cdf empirique
(9 accidents)

Distance (NM)

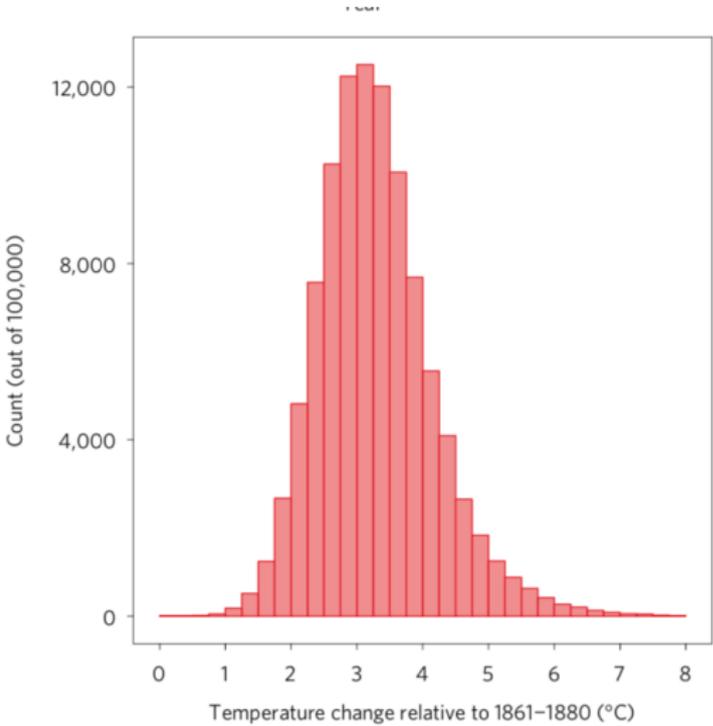


Reverse drift

Mise à jour zone impact l' Airbus AF447



Raftery et al.: Less than 2°C warming by 2100 unlikely!

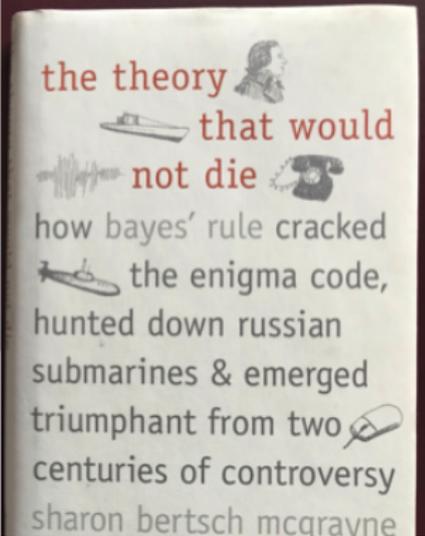
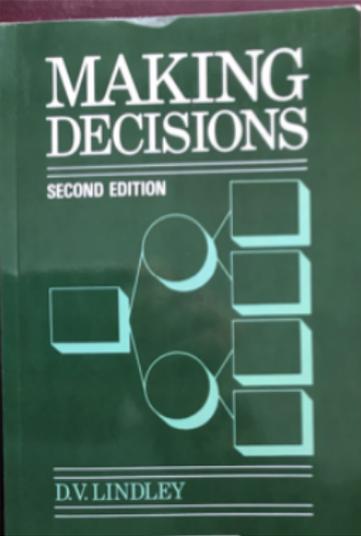
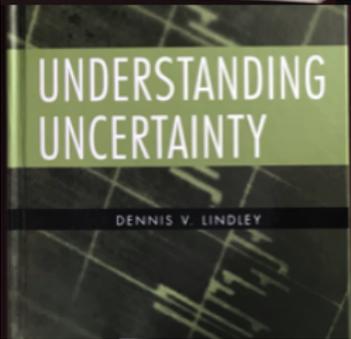
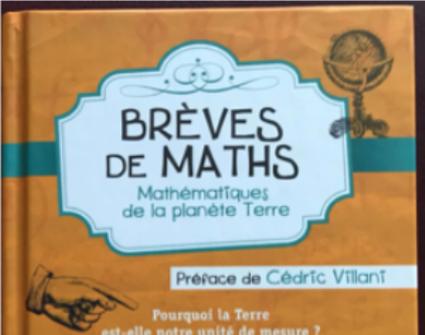
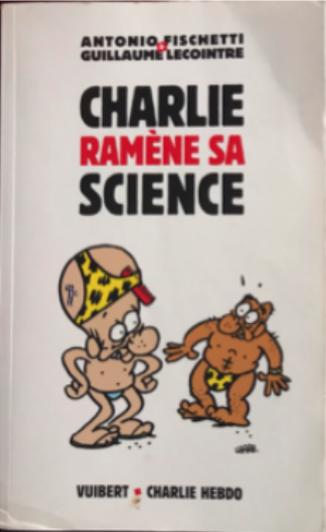


Et plus, si affinités!

Les points difficiles

- ▶ Décrire l'incertitude : hypothèses et modèle. Le *scientific reporting*.
- ▶ Choisir un prior : éliciter ou renoncer...
- ▶ Temps calcul éventuellement long.
- ▶ Régler et vérifier la convergence des chaînes MC, MCMC, HMC...
- ▶ Comparaison et validation de modèles : la prédiction probabiliste
- ▶ Sortir du cadre paramétrique : un nombre infini de paramètres!

Bonnes lectures introductives presque sans formule



Lectures de pratique bayésienne



Lectures de statistique bayésienne appliquée (en Français)

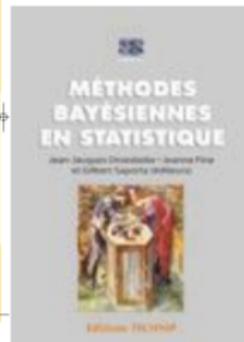
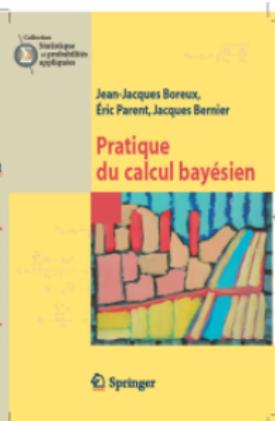
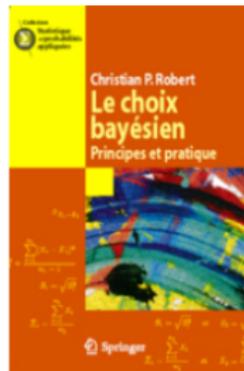


Collectif BIOBAYES

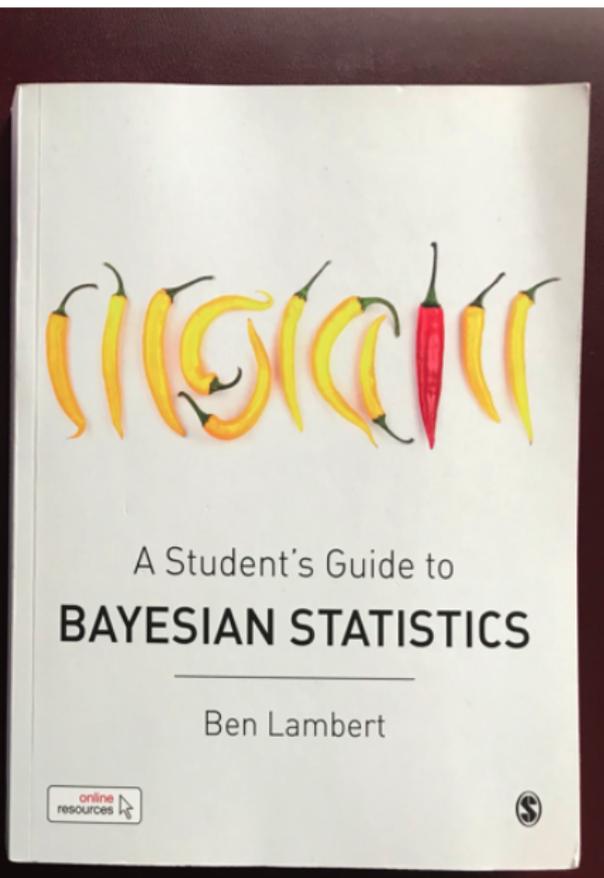
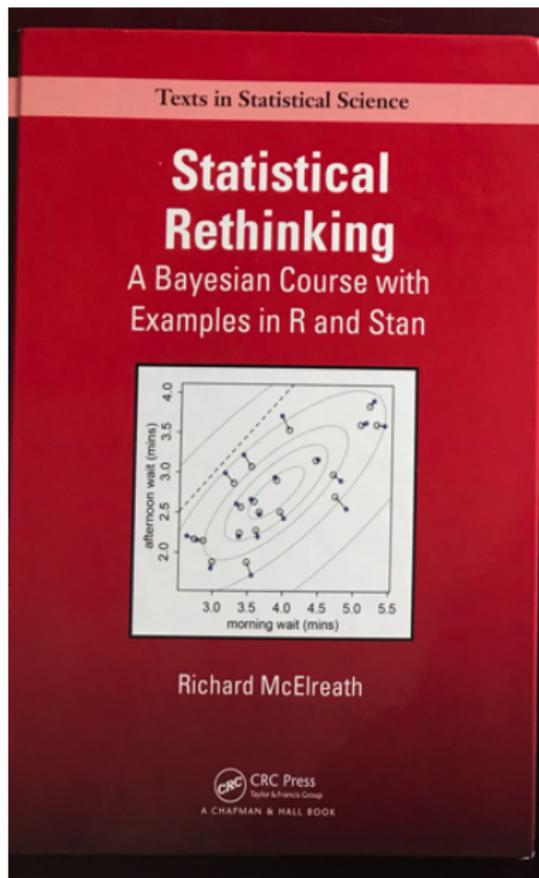
Initiation à la statistique bayésienne

Bases théoriques et applications en alimentation, environnement, épidémiologie et génétique

Préface de Jean-Michel Morin



Lectures actuelles pour matière à réflexion



Osez vous lancer, maintenant!