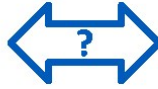
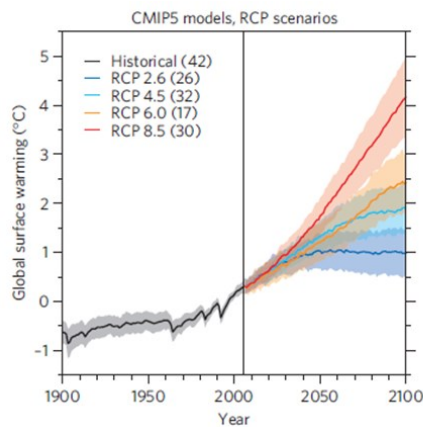


Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie  
ED 398 – Géosciences et Ressources Naturelles

## Changement climatique et risque hydrologique : Evaluation de la méthode SCHADEX en contexte non-stationnaire



Présentée par  
**Pierre Brigode**

**Soutenance prévue le jeudi 11 juillet 2013, à 14h00**

Amphithéâtre Herpin (Bâtiment Esclangon), Université Pierre et Marie Curie, Paris

Devant le jury composé de :

Mme Anne Catherine Favre (LTHE, Grenoble)  
M. Michel Lang (IRSTEA, Lyon)  
M. Hervé Le Treut (UPMC, Paris)  
M. Charles Perrin (IRSTEA, Antony)  
Mme. Christel Prudhomme (CEH, Wallingford)  
M. Pierre Ribstein (UPMC, Paris)  
M. Pietro Bernardara (EDF R&D, Chatou)  
M. Joël Gailhard (EDF DTG, Grenoble)

Rapporteur  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Directeur de thèse  
Co-directeur de thèse  
Invité

## Résumé

Depuis 2006, Électricité de France (EDF) applique une nouvelle approche hydroclimatologique de prédétermination des pluies et crues extrêmes, la méthode SCHADEX, pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de ses barrages. Dans un contexte de changement climatique global, potentiellement amplificateur de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes, l'application de la méthode SCHADEX en conditions non-stationnaires est un sujet d'intérêt majeur pour les hydrologues d'EDF. Aussi, l'objectif scientifique des travaux de thèse entrepris a été d'évaluer la capacité de la méthode SCHADEX à prendre en compte l'information contenue dans les simulations du climat futur, pour estimer les crues extrêmes du futur. Les difficultés avérées des modèles climatiques et des méthodes de descente d'échelles à simuler des distributions de pluies courantes et extrêmes à l'échelle d'un bassin versant ont été contournées, en développant et en testant de nouvelles approches méthodologiques. De plus, la décomposition des processus générateurs de crues extrêmes proposée par la méthode SCHADEX a été utilisée afin d'incorporer différentes évolutions climatiques simulées, et de quantifier l'impact relatif de ces processus sur l'estimation de débits extrêmes.

La méthode SCHADEX a tout d'abord été appliquée en temps présent dans différents contextes climatiques (France, Autriche, Canada et Norvège), grâce à des collaborations avec plusieurs partenaires académiques et industriels. Une analyse de sensibilité des estimations de crues extrêmes à la variabilité climatique observée a été réalisée sur plusieurs bassins versants. Cette analyse a permis de quantifier, de manière indépendante, le degré de sensibilité des estimations à l'aléa pluie, à la saturation des bassins versants et à la transformation pluie-débit. Les résultats obtenus ont ainsi révélé la grande sensibilité des estimations SCHADEX à l'aléa pluie forte et à la transformation pluie-débit, réalisée par le modèle hydrologique.

S'appuyant sur les résultats de l'analyse de sensibilité, des travaux ont ensuite été réalisés afin d'estimer les évolutions futures des variables clés préalablement identifiées. Des sorties récentes de modèles climatiques (réalisées dans le cadre du projet CMIP5) ont été analysées, et ont permis de déterminer des fréquences d'occurrences futures d'épisodes pluvieux, ainsi que des conditions futures de saturation des bassins versants. L'incorporation de ces séries au sein de la méthode SCHADEX entraîne une diminution non négligeable des débits de crues extrêmes estimés. Dans le but de prédire l'intensité des pluies futures à partir de simulations de températures de l'air, des tests ont été entrepris sur plusieurs centaines de pluies de bassin françaises, afin de relier les températures de l'air observées avec les intensités de pluies extrêmes observées. Les résultats obtenus révèlent une augmentation moyenne de 6% des quantiles de pluies extrêmes par degré d'augmentation de la température de l'air, au pas de temps journalier. Néanmoins, des tests supplémentaires sont nécessaires pour déterminer sur quelles gammes de températures, et à quel pas de temps cette augmentation est valable. Enfin, ces différentes évolutions futures ont été toutes incorporées au sein de la méthode SCHADEX. Cet exercice final a montré la difficulté de quantifier l'impact du changement climatique sur les crues extrêmes, du fait de processus qui s'additionnent (diminution des débits extrêmes due à la fois à l'évolution des fréquences d'occurrences d'épisodes pluvieux et à l'évolution des conditions de saturation des bassins versants) et d'autres qui s'opposent (augmentation des débits extrêmes due à l'augmentation de l'intensité future des épisodes pluvieux).

Si l'analyse de sensibilité des estimations de crues extrêmes a soulevé de nombreuses questions relatives au calage du modèle hydrologique utilisé dans la méthode SCHADEX, la quantification de l'intensité des épisodes pluvieux futurs constitue l'enjeu clé de la prédétermination des pluies et crues extrêmes en contexte de changement climatique.



Quai Saint Bernard

9

7

C

B

A

Restau U

31

41

Passerelle piétons

S

K

T

F

Atrium

12

22

32

42

13

23

33

43

53

14

24

34

44

54

15

25

45

55

65

16

26

46

56

66

Passerelle piétons

Esclangon

Rue Cuvier

Rue des Fossés Saint Bernard

Rue Jussieu

Bâtiment Esclangon

