

FORMATION CONTINUE DES ENSEIGNANTS EN GÉOGRAPHIE DU CYCLE D'ORIENTATION  
SUR LA THÉMATIQUE DU NUCLÉAIRE

# Le concept de sécurité nucléaire

Walter Wildi



FACULTE DES SCIENCES, UNIVERSITE DE GENEVE  
Section des sciences de la Terre et de l'environnement  
Institut F.A. Forel  
Institut des sciences de l'environnement

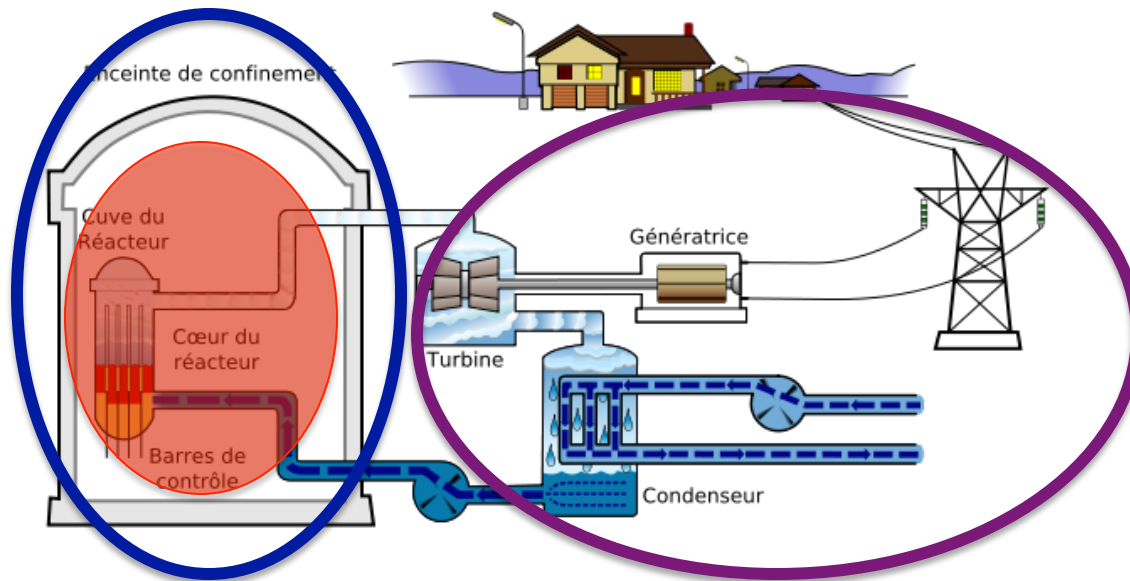
# Le concept de sécurité nucléaire

Une centrale nucléaire c'est . . .

Mesures de sûreté nucléaire  
(protection contre le risque)

**Réacteur: source de risque**

Usine:  
Centrale thermique



Réacteur à ébullition (ou: à eau bouillante)

Wikipedia

EPR: European pressure water reactor

[http://www.frenergie.ch/  
Infos/frenews70.html](http://www.frenergie.ch/Infos/frenews70.html)

Réacteurs à eau légère; combustible: Uranium, MOX

## *Le concept de sécurité nucléaire*

La **sûreté nucléaire** est un terme définissant l'ensemble des paramètres ayant trait au maintien de l'intégrité des mécanismes, processus, outils ou instruments contenant de la matière radioactive, permettant de **garantir l'absence d'effets dommageables sur les individus et l'environnement.**

## *Mesures de sûreté nucléaire*

- **Conception:** adaptation aux conditions de site (sismicité, crues . . .), système d'exploitation, concept multibarrières, redondance et diversité, etc.
- **Régulation (lois, directives),** culture de sécurité et exploitation dans un esprit autocritique
- **Surveillance** (inspections), « surveillance à double commande »
- **Examens périodiques**

## *Le concept de sécurité nucléaire*

### *En cas d'incident ou d'accident Protections et mesures d'intervention*

- **Multibarrières:** Protection par les gaines de combustible (condition: refroidissement fonctionne), cuve de pression du réacteur, enceintes de sécurité, etc.
- **Mesures techniques:** Groupes électrogènes, pompes de refroidissement, recombineurs d'hydrogène, « venting » (ventilation des gaz), pilotage depuis une salle de commande protégée etc.
- **Organisation d'urgence en cas d'accident:** Système d'alerte, application de mesures de protection (distribution de tablettes de Iode, évacuation, limitation de la consommation de produits frais), etc.

## *Le concept de sécurité nucléaire*

### *Conditions d'autorisation en Suisse*

**732.11**

#### *Ordonnance sur l'énergie nucléaire (OENu)*

#### **Art. 24 Demande d'autorisation de construire**

**1 Quiconque requiert une autorisation de construire doit démontrer:**

**a. . . . .**

**b. en outre, pour la construction d'une nouvelle centrale nucléaire, que la fréquence moyenne des dommages au coeur en cas de défaillance au sens de l'art. 8 ne dépasse pas  $10^{-5}$  par année;**

## ***Le concept de sécurité nucléaire***

### ***Bilan des fusions de cœurs de réacteurs 1970-2011 (global)***

- *Réacteurs commerciaux connectés au réseau (après Fukushima): 435*
- *Fusions de cœurs 1970 – 2011: 5 (TMI, Tchernobyl, 3 x Fukushima)*
- ***= 1 fusion de réacteur tous les 8 ans***
- ***=  $3 \times 10^{-4}$  à  $5 \times 10^{-4}$  fusions par réacteur et par année\****

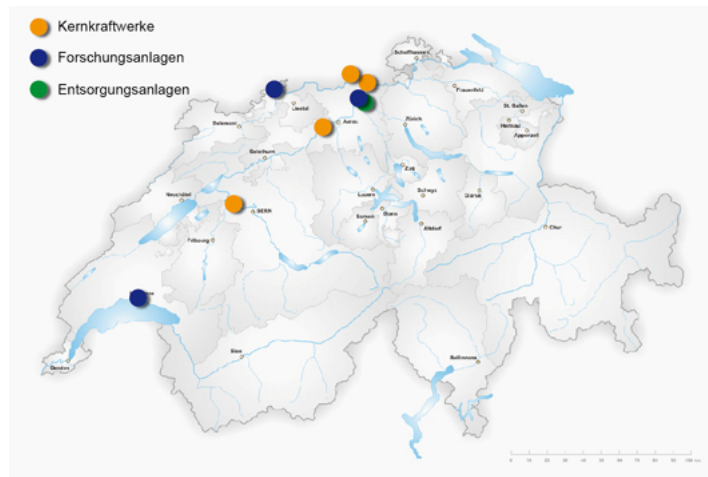
*\*Calcul soit sur la base de 16'000 années d'exploitation (estimation en tenant compte des réacteurs arrêtés) ou sur la base de 435 réacteurs (nombre actuel)*

**Rappel loi suisse: la fréquence moyenne des dommages au coeur en cas de défaillance ne dépasse pas  $10^{-5}$  par année . . .**

# Problèmes Suisses de sécurité nucléaire

## a) Sécurité des centrales vieillissantes

- *Vieillessement des centrales suisses (p.p. plus âgées que Fukushima): Inspections et tests par « beau temps ». Fissures dans le manteau du cœur du réacteur à Mühleberg.*
- *Manque de fiabilité des systèmes techniques d'intervention en cas d'accident: ex. pannes répétées des génératrices et de certaines pompes, alimentation des bassins de refroidissement.*
- *Technologie obsolète (années 1950-1960): difficulté de remplacer*



1969: Benznau 1, PWR  
1971: Beznau 2, PWR  
1972: Mühleberg, BWR  
1979: Gösgen, PWR  
1984: Leibstadt, BWR

## ***Problèmes Suisses de sécurité nucléaire***

### ***b) Affaiblissement des autorités de sûreté nucléaires***

*Jusqu'en 2007:*

- *HSK/DSN (partie de l'OFEN, env. 160 collaborateurs): Surveillance des centrales, inspections + autres*
- *KSA/CSA (Comm. féd. sécurité des installations nucléaires, 13 membres + 3 secrétaires scientifiques):*
  - *Prises de position*
  - *Rapports concernant des questions fondamentales de sûreté nucléaire*
  - ***Observation des centrales nucléaires***
  - ***Prise de position concernant la surveillance effectuée par HSK/DSN***
  - *Rapport annuel au Conseil Fédéral*



*2<sup>ème</sup> avis, surveillance*



## ***Problèmes Suisses de sécurité nucléaire***

### ***b) Affaiblissement des autorités de sûreté nucléaires***

*Depuis 2008 (CSN), resp. 2009 (ENSI):*

- *ENSI/IFSN (3<sup>ème</sup> cercle de l'administration fédérale, env. 160 collaborateurs + Conseil de l'ENSI): Surveillance des centrales + autres*
- *KNS/CSN (Comm. féd. de sécurité nucléaire, 7 membres + 2 secrétaires scientifiques):*
  - *Prises de position*
  - *Rapport annuel au Conseil Fédéral*
  - *Autres travaux si disponibilité de temps et de moyens*

# Problèmes Suisses de sécurité nucléaire

## c) Perte de compétences: (Perte de formation, «mort de la recherche»)

Collaborateurs: Génie nucléaire ETHZ < - >

Institut Forel UNIGE  
Sciences de l'environnement  
>70 collaborateurs

2012: 12 collaborateurs salariés

Prof. Horst-Michael Prasser  
Kerenyi, Nora  
Adams, Robert  
Damsohn, Manuel  
D'Aleo, Francesco Paolo  
Eismann Fry, Ralph  
Ito, Daisuke, Dr.  
John Kickhofel  
Ritterath, Martin

### Hilfsassistenten

Voser, Pascal  
Wilhelm, Daniel  
Tiwari, Rashmita

#### Liste des collaborateurs "Forel 2012"

##### Liste des collaborateurs "Forel 2012"

C

Courriel des collaborateurs UNIGE: prenom.nom@unige.ch

N

Nom, prénom	Groupe	
A ALLENBACH Karine	SPACE – GRID	
A AI QADI Amjad	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
A ANASTASSOV Jordan	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
A ANDOSILLA Marisa	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
A ARIZTEGUI Daniel	Limnologie et géologie de l'environnement	022 379
A ARPAGAUS Philippe	Limnologie / Biogéochimie et d'écotoxicologie	022 379
B AUDERSET JOYE Dominique	Ecologie et biologie aquatique	022 379 04 87
B BAERISWYL BEUCHAT Alexandra	Limnologie / Biogéochimie et d'écotoxicologie	
B BGUIN Olga	Ecologie et biologie aquatique	
B BENISTON Martin	Climatologie	022 379 07 69
B BESSE Marie	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
B BOEZIO Géraldine	SPACE - GRID	022 917 87 69
B BOISSEZON REY Aurélie	Ecologie et biologie aquatique	022 379 04 88
C BUARD Jean-Francois	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
C CABRERA Daniel	Energie	022 379 06 49
C CALAME Pauline	Energie	022 379 06 43
C CARNAL Fabrice	Chimie environnementale	022 379 03 41
C CASTELLA Emmanuel	Ecologie et biologie aquatique	022 379 04 85
C CHELONI Giulia	Biogéochimie et d'écotoxicologie aquatique	022 379
C CHIQUET Patricia	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
C CORBOUD Pierre	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
C CORELLA Juan Pablo	Limnologie et géologie de l'environnement	
C COSIO Claudia	Biogéochimie et d'écotoxicologie aquatique	022 379
C COULON Jean	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
D CRIVELLI Caroline	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
D DAVID-EL BIALI Mireille	Archéologie préhistorique et anthropologie	022 379
D DEGLI AGOSTI Robert	Biologiste	022 379 07 65

## c) Perte de compétences: (Perte de formation, «mort de la recherche»)

Publications 2010: Génie nucléaire ETHZ < - > Sciences de l'environnement UNIGE  
4 titres 69 titres

ETH - IET - LKE Publikationen

20.01.12 09:39



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

ETH Zürich- D-MAVT - IET-LKE - Forschung - Publikationen - 2010

### 2010

Frank, Th.; Lifante, C.; Prasser, H.-M., Menter, F.: Simulation of turbulent and thermal mixing in T-junctions using URANS and scale-resolving turbulence models in ANSYS CFX, Nuclear Engineering and Design 240 (2010)9, 2313-2328.

Kuhn, S.; Braillard, O.; Niceno, B.; Prasser, H.-M.: Computational study of conjugate heat transfer in T-junctions, Nuclear Engineering and Design 240 (2010)6, 1548-1557.

Belt, R.J.; Van't Westende, J.M.C.; Prasser, H.-M., Portela, L.M.: Time and spatially resolved measurements of interfacial waves in vertical annular flow, International Journal of Multiphase Flow 36 (2010)7, 570-587.

Walker, C.; Manera, A.; Niceno, B.; Simiano, M.; Prasser, H.-M.: Steady-state RANS-simulations of the mixing in a T-junction, Nuclear Engineering and Design 240 (2010) 2107-2115.

Damsohn, M.; Prasser, H.-M.: Experimental studies of the effect of functional spacers to annular flow in subchannels of a BWR fuel element, Nuclear Engineering and Design (2010) article in press

### Liste commune des publications de l'Institut Forel 2010

## UNIGE

Dès 2009, les publications des groupes de recherche de l'Institut sont regroupées et présentées par année.

### 2010

Alasonati, E., G. Lespes, S. Dubascoux and V.I. Slaveykova, 2010. Assessment of metal - extracellular polymeric substances interactions by asymmetrical flow field-flow fractionation coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry. *Environ. Chem.*, Vol. 7(2) 215-223.

Alasonati, E., V.I. Slaveykova, H. Gallard, J-P. Croué and M. F. Benedetti, 2010. Characterization of the Colloidal Organic Matter from the Amazonian Basin by Asymmetrical Flow Field-Flow Fractionation and Size Exclusion Chromatography. *Water research*, Vol. 44, 223-231.  
(doi:10.1016/j.watres.2009.09.010)

Auderset Joye, D., Schwarzer, A., Lachavanne, J.-B. et R. Juge, 2010. \*Liste Rouge Characées.\* /Liste Rouge des espèces menacées en Suisse/. *Edition 2010. L'environnement pratique / Listes rouges / gestion des espèces*. Editeurs: Office fédéral de l'environnement et Laboratoire d'Ecologie Aquatique de l'Université de Genève, Berne 2010, 84 pages.

Beniston, M., 2010. Impacts of climatic change on water and associated economic activities in the Swiss Alps. *Journal of Hydrology*.  
(doi:10.1016/j.jhydrol.2010.06.046)

Benkert, A., Curdy, P., David-Elbiali, M., 2010. Sites de hauteur et contrôle du territoire aux âges des métaux dans la vallée du Rhône (Suisse /cantons du Valais et de Vaud). Actes du XIIe Colloque sur les Alpes dans l'Antiquité (Yenne / Savoie, 2-4 octobre 2009). *Bulletin d'Etudes Préhistoriques et Archéologiques Alpines* (Aoste), 21 : 171-191.

Besacier-Monbertrand A.L., Paillex A. & Castella E., 2010. Alien aquatic macroinvertebrates along the lateral dimension of a large floodplain. *Biological Invasions*, Vol. 12, N° 7, 2219-2231.