

Journées techniques Ouvrages d'Art 2013

Dijon, Mercredi 05 et Jeudi 06 juin

Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux

D. Davi – CETE Méditerranée

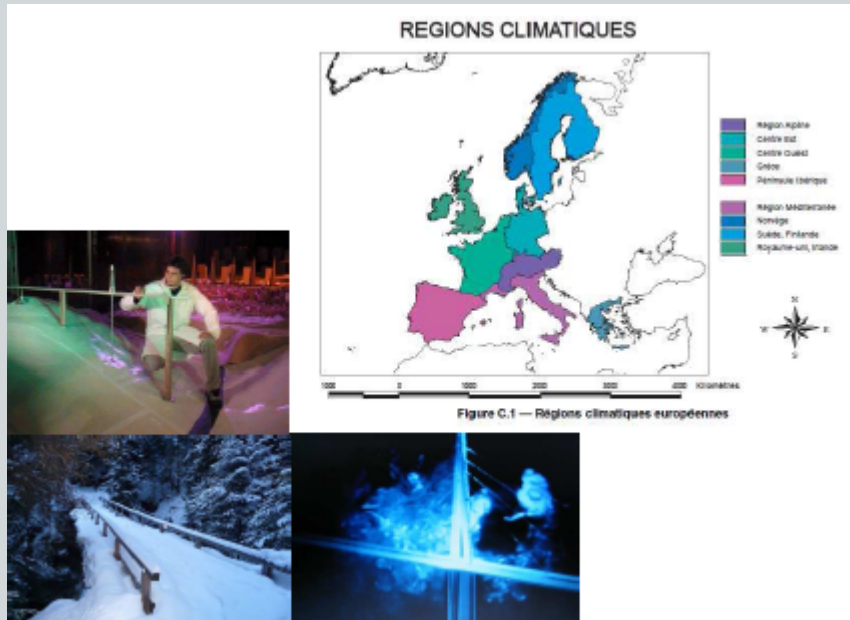
PCI 57 : « Vulnérabilité des ouvrages de Génie Civil aux aléas sismiques et hydrauliques »

Jeudi 6 juin 2013



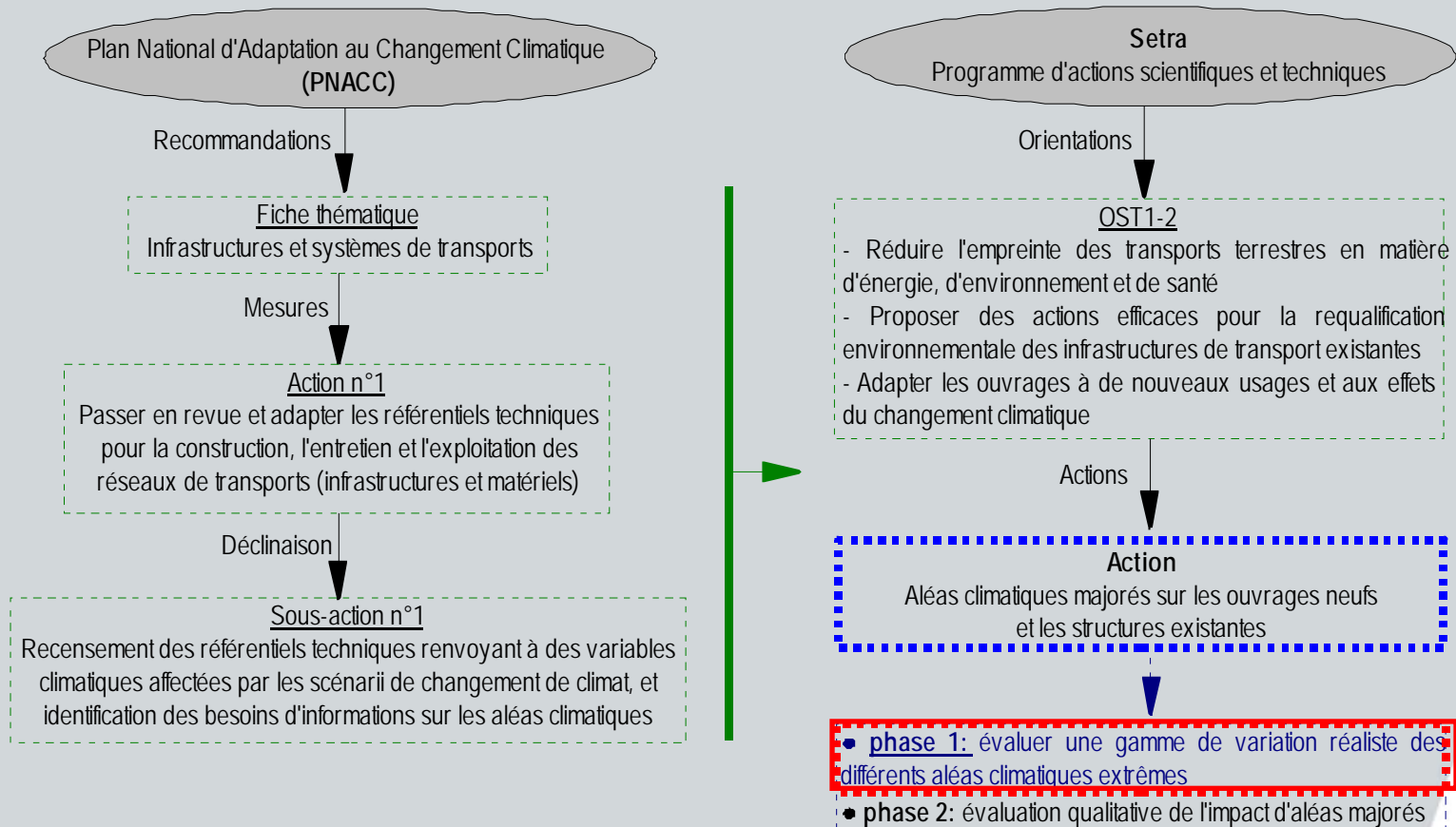
IFSTTAR

Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux



Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux

• Contexte de l'étude



Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux

• Démarche adoptée

Analyse essentiellement basée sur l'Eurocode 1 (NF EN 1991) « Actions sur les structures », et plus spécifiquement :

- Partie 1-3 : actions générales - Charges de **neige**
- Partie 1-4 : actions générales - Actions du **vent**
- Partie 1-5 : actions générales - Actions **thermique**

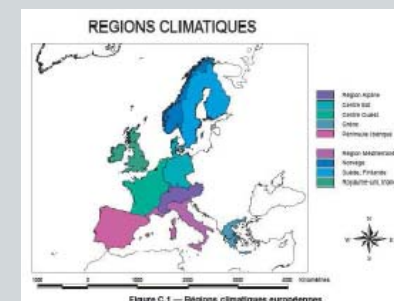
Analyse des parties communes de la norme (*valeurs recommandées*)

+ AN de différents pays européens (*valeurs nationales adoptées*) choisis en fonction de leur latitude (conditions clim. + sévères pressenties) et de l'accessibilité des données :

- **Danemark**
- **Italie**
- **Portugal** ... en fonction des données récupérées

+ documentation technique française (*essentiellement guides d'application Sétra*)

et internationale (*rapport AIPCR « Adaptation au changement climatique pour les ponts » - 2011*)



Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux

• Démarche adoptée

Analyse comparative :

- des valeurs des actions « de base »
- des jeux de coefficients associés (*coefficient de combinaison des actions, coefficient de pondération selon contexte, site d'implantation, caractéristiques structurelles : géométrie et matériau...*)
- des méthodes de prise en compte (*du simplifié forfaitaire au plus scientifique...*)

Exemple du vent :

$$V_b = C_{prob} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$V_{m(z)} = C_{r(z)} \cdot C_{o(z)} \cdot V_b$$

$$F_w = 1/2 \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}$$

(*rugosité, orographie*)

avec $C = (C_s \cdot C_d) \cdot C_e \cdot C_{f,x}$ (*struct, exposition, traînée*)



Figure 1.12 – Vitesse cinquantennale de référence en Europe.
(selon Eurocode 1/EN 1991-2-4)



Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux

- Évaluation des enjeux et suites à donner
 - Neige :

altitude	Sk min (kN/m ²)		Sk max (kN/m ²)	
	EC – extrême	AN française	AN française	EC – extrême
0	0,04	0,45	1,40	9,50
200	0,29	0,45	1,40	3,78
500	0,54	0,75	1,85	5,73
1000	0,99	1,50	3,60	19,35
1500	1,63	3,25	7,10	42,05

Aléa NEIGE - Enjeux relevés :

Simuler un dimensionnement avec des charges de neige correspondant aux valeurs extrêmes relevées : valeur caractéristique de charge de neige maximale sur le sol, à appliquer dans les zones les plus exposées, en fonction de l'altitude (conformément au tableau ci-dessus) et pouvant atteindre jusqu'à $S_k = 42,05 \text{ kN/m}^2$ (Valeur Centre-Est de l'Europe au-delà de 1500 m d'altitude), à pondérer le cas échéant par le coefficient de toiture défini en fonction des dévers de tabliers de ponts et la possibilité de phénomènes d'accumulation au droit des obstacles que peuvent représenter les gardes-corps, murs anti-bruits...



Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux



- **Évaluation des enjeux et suites à donner**

- **Vent :**

Les valeurs minimales et maximales de la vitesse de référence du vent observées les 3 pays étudiés :

$$13,32 \text{ m/s} < V_b < 51 \text{ m/s}$$

Fourchette plus resserrée dans l'AN française ($12,32 \text{ m/s} < V_b < 28 \text{ m/s}$) :

- n'inclue pas les valeurs appliquées dans les DOM-TOM (36m/s en Guadeloupe)
- valeur maximale (28 m/s) appliquée uniquement sur la zone 4 (Corse Orientale)

Des écarts significatifs sont constatés avec l'Italie, pays voisin, qui admet une fourchette plus étendue sur les maxima (jusqu'à 51 m/s) en fonction de l'altitude.

Aléa VENT - Enjeux relevés :

Simuler un dimensionnement prenant en compte les valeurs d'aléas extrêmes relevées pour la valeur de base de la vitesse de référence $V_{b,0}$ et la vitesse de référence V_b , soit : $V_{b,0_{max}} = V_{b_{max}} = 51 \text{ m/s}$

Tout en conservant les autres principes de prise en compte de l'action du vent telle que définie par L'AN française, a priori plus précise et plus scientifique que le texte commun de l'Eurocode et des AN d'autres pays, notamment en ce qui concerne l'évaluation des coefficients de rugosité et de turbulence.



Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux

• Évaluation des enjeux et suites à donner

• Température :

Aléa TEMPERATURE - Enjeux relevés :

Simuler un dimensionnement prenant en compte les valeurs d'aléas extrême relevées dans les différents pays :

- température sous abri $T_{min} = -39,5^{\circ}C$ et $T_{max} = 46^{\circ}C$

- dimensionnement des joints de chaussée :

* température de pose non spécifiée : $\Delta T_{N,exp} +20^{\circ}C$; $\Delta T_{N,con} +20^{\circ}C$

* température de pose spécifiée : $\Delta T_{N,exp} +10^{\circ}C$; $\Delta T_{N,con} +10^{\circ}C$

- gradient thermique vertical : $\Delta T_{M,heat}$ - dalles = $15^{\circ}C$

$\Delta T_{M,cool}$ - poutres et dalles = $8^{\circ}C$

- gradient thermique horizontal : $15^{\circ}C$

+ impact éventuel formulation et mise en oeuvre des bétons (*résistance au gel, conditions de mise en oeuvre...*) et des couches d'étanchéité et de roulement (*caractéristiques mécaniques et durabilité*).

altitude	Tmin (°C)			EC – extrême
	EC – extrême	AN française		
0	-31,00	-30,00	-10,00	-1,00
200	-32,00	-30,00	-10,00	-1,88
500	-33,50	-30,00	-10,00	-3,19
1000	-36,00	-30,00	-10,00	-5,38
1500	-38,50	-37,50	-17,50	-7,57

altitude	Tmax (°C)			EC – extrême
	EC – extrême	AN française		
0	35,00	35,00	40,00	46,00
200	33,00	35,00	40,00	45,93
500	30,00	35,00	40,00	45,83
1000	25,00	35,00	40,00	45,65
1500	20,00	20,00	25,00	45,65



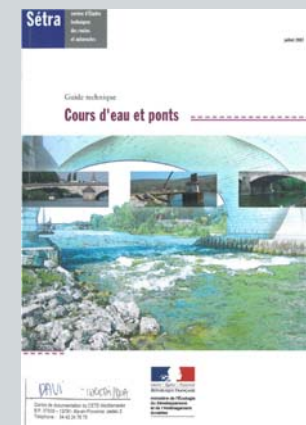
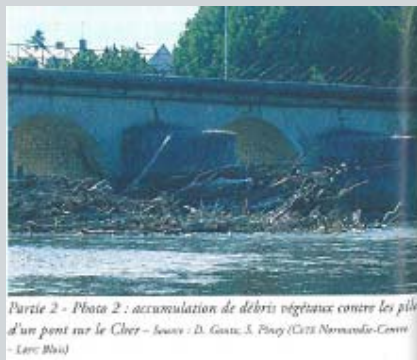
Synthèse sur les aléas climatiques pris en compte dans les annexes nationales des Eurocodes et évaluation des enjeux

• Évaluation des enjeux et suites à donner

- **Phase 2 : Recalcul d'ouvrage à l'aide des logiciels types du Sétra (*Chamoa*) à partir des aléas majorés**
- **Analyse étendue aux aléas liés à la pluviométrie et à l'hydraulique fluviale et maritime**

Extrait rapport AIPCR « Adaptation au changement climatique pour les ponts » :

« Le risque le plus important lié aux incidences du changement climatique sur les structures de ponts semble être une augmentation de l'intensité et de la fréquence des fortes pluies provoquant inondations et affouillements autour des fondations des ponts »



Merci pour votre attention

