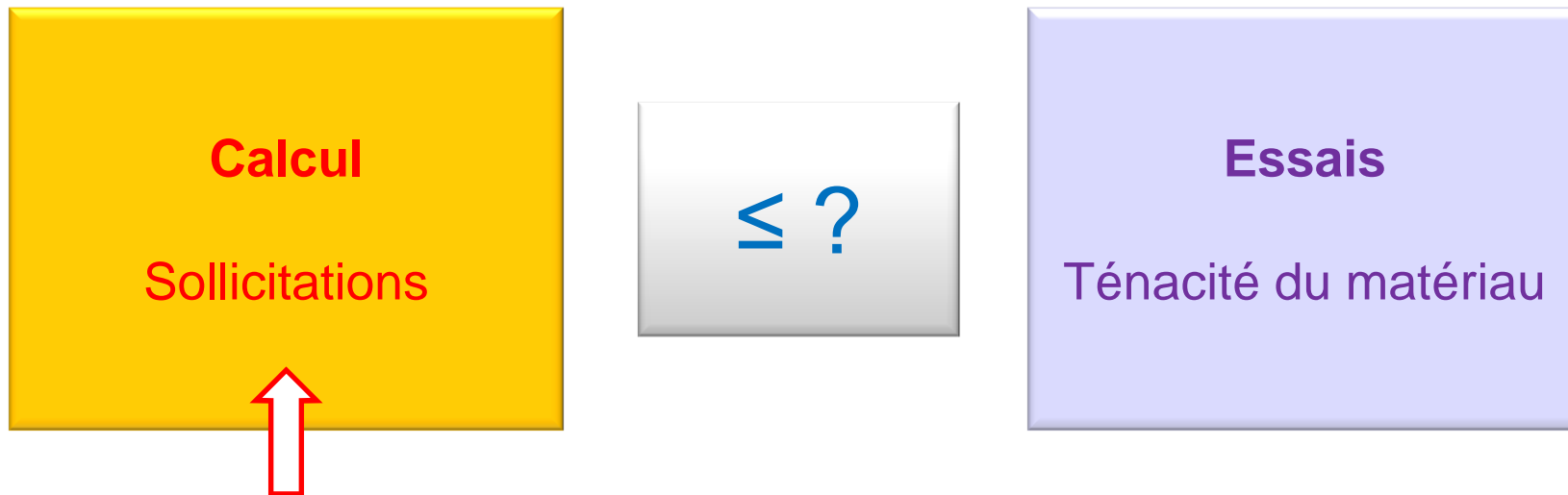


Analyse des conséquences de l'anomalie des calottes de la cuve du réacteur EPR de Flamanville sur leur aptitude au service

**Comparaison de la ténacité des
pièces avec la ténacité requise :
analyse mécanique**



Principes de la démarche de justification



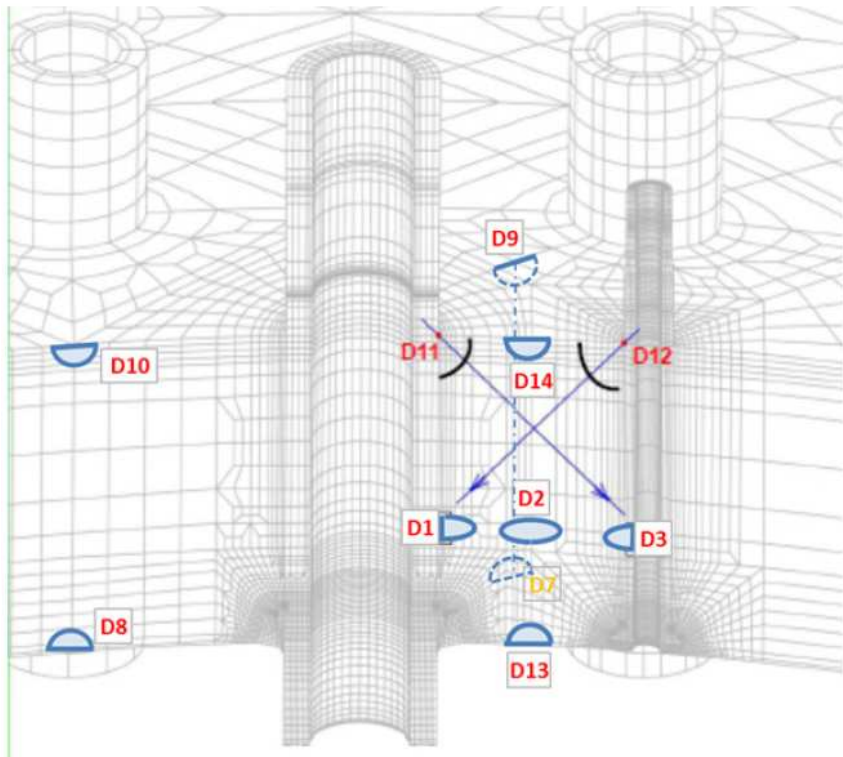
Sollicitation

Données d'entrée

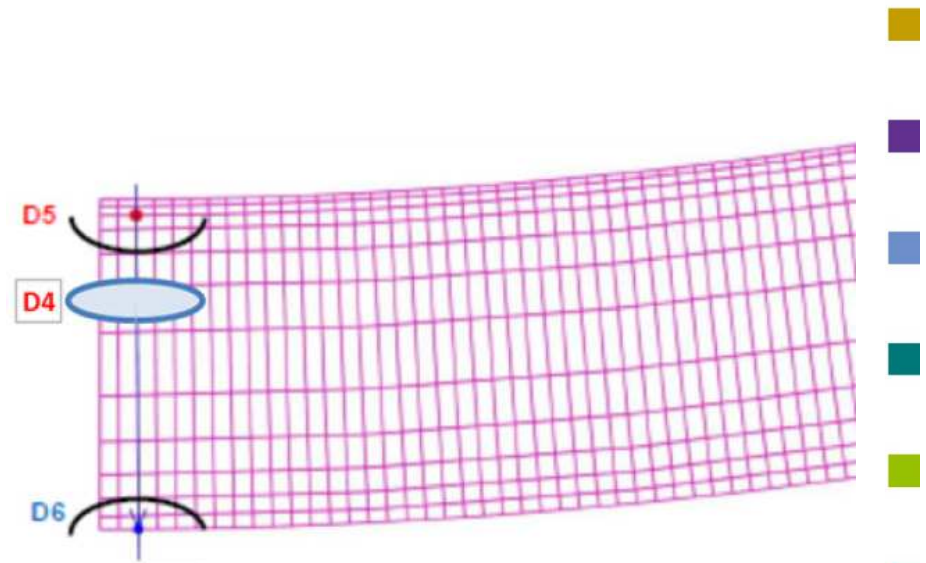
- Défauts postulés
- Chargements thermomécaniques
- Critères de l'annexe ZG du RCC-M



- Orientation pénalisante = perpendiculaire aux surfaces interne et externe
- Taille de défaut
 - 10 x 60 mm² ou 10 x 20 mm² (accord avec les performances des contrôles)
 - 20 x 120 mm² (étude de robustesse uniquement)

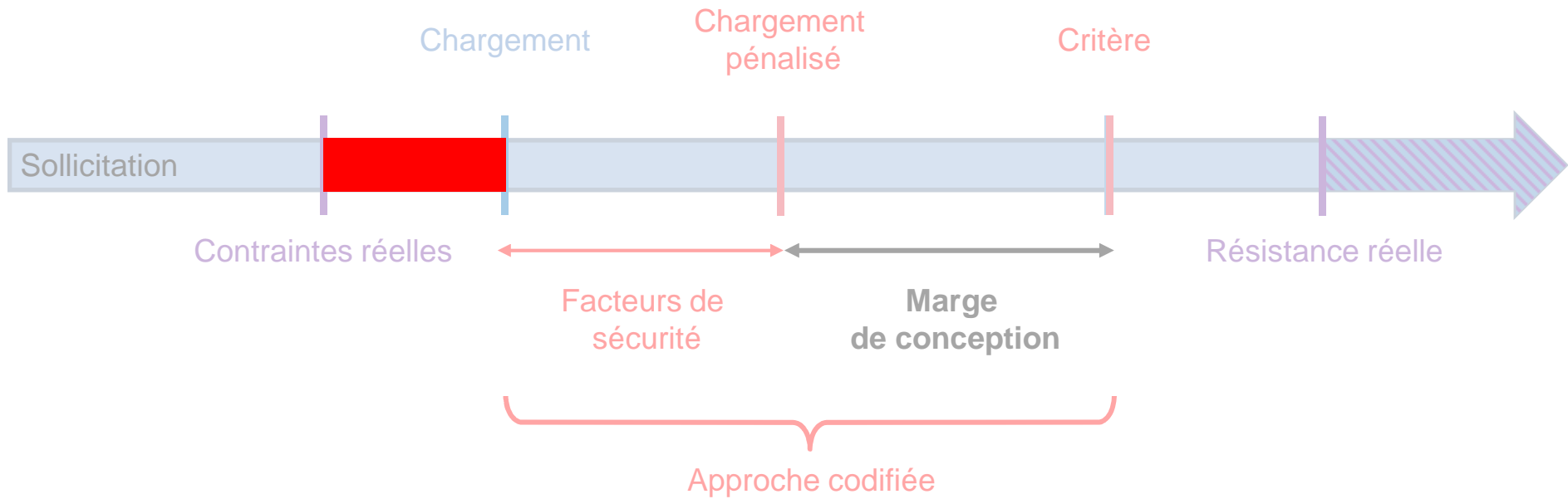


Calotte supérieure



Calotte inférieure





Chargements thermomécaniques

Chocs chauds	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4
Calotte supérieure	AAF - AAC & Fluctuation non programmée	Surpression à froid suite à IS (*)	Perte RIS-RA en mode RA
Calotte inférieure	Fluctuation non programmée entre AAF et AAC	Connexion RIS-RA en mode RA	Reprise de la circulation naturelle après APRP

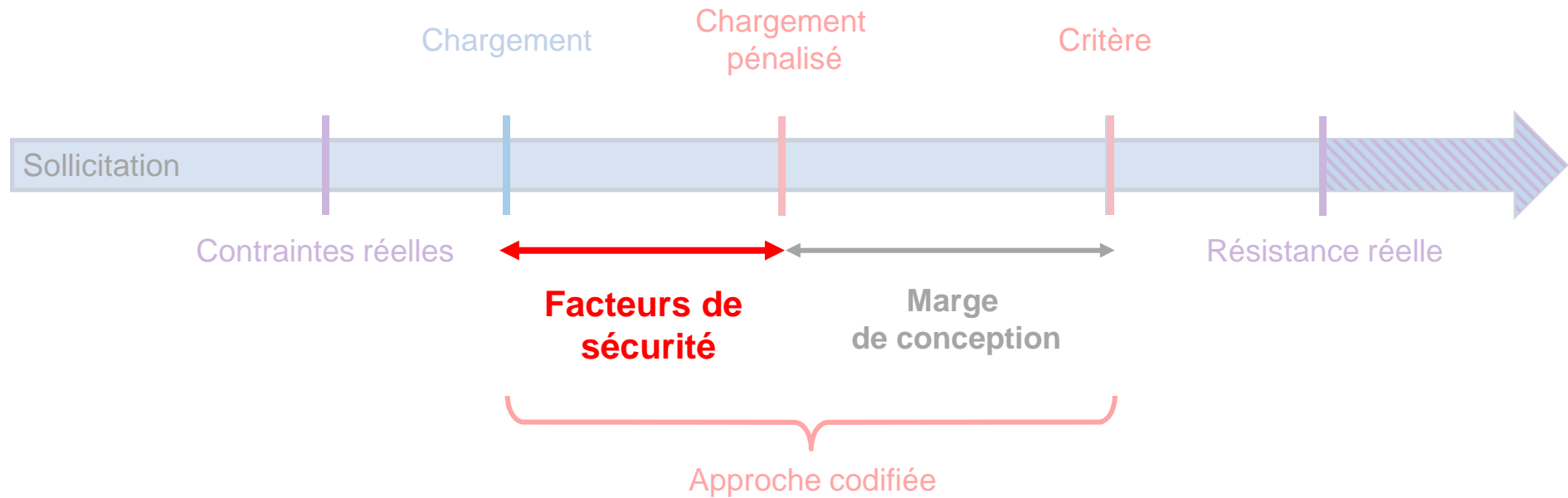
(*) ≠ d'un choc chaud mais conduit à une l'ouverture d'un défaut en peau externe du fait de la surpression

Chocs froids	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4
Calotte supérieure	Fluctuation non programmée entre AAC et AAF	RTGV	EDG 45 cm ²
Calotte inférieure	Fluctuation non programmée entre AAC et AAF (Surpression primaire monophasique)	Surpression à froid suite à IS	Brèche sur le circuit RIS-RA en mode RA

- **Facteurs de sécurité appliqués au chargement**

Situations	Classement	Probabilité d'occurrence /année.réacteur	Coefficient de sécurité α
Normales et perturbées	Catégorie 2	$f > 10^{-2}$	2
Incidentelles et épreuves hydrauliques	Catégorie 3	$10^{-4} < f < 10^{-2}$	1,6
Accidentelles	Catégorie 4	$10^{-6} < f < 10^{-4}$	1,2

Tableau 42 : Coefficient de sécurité de l'annexe ZG 3230 du code RCC-M



Calotte supérieure

Peau externe		RT _{NDT} conception	T _{env} (ZS)	RT _{NDT} (ZS)	RT _{NDT} admissible
Température d'indexation transposée fin de vie		-5 °C	9 °C	35 °C	74 °C
Facteur de marge minimal	Catégorie 4	3,6	2,6	1,6	1,0
	Épreuve hydraulique(*)	> 3,5	3,5	1,8	-

Peau interne		RT _{NDT} conception	T _{env} (ZS)	RT _{NDT} (ZS)	RT _{NDT} admissible
Température d'indexation transposée fin de vie		-5 °C	< -5 °C	20 °C	49 °C
Facteur de marge minimal	Catégorie 4	4,0	> 4,0	>1,5	1,0
	Épreuve hydraulique(*)	> 4,6	> 4,6	> 2,7	-

(*) Épreuve hydraulique de requalification à 60°C et 210 bars

Calotte inférieure

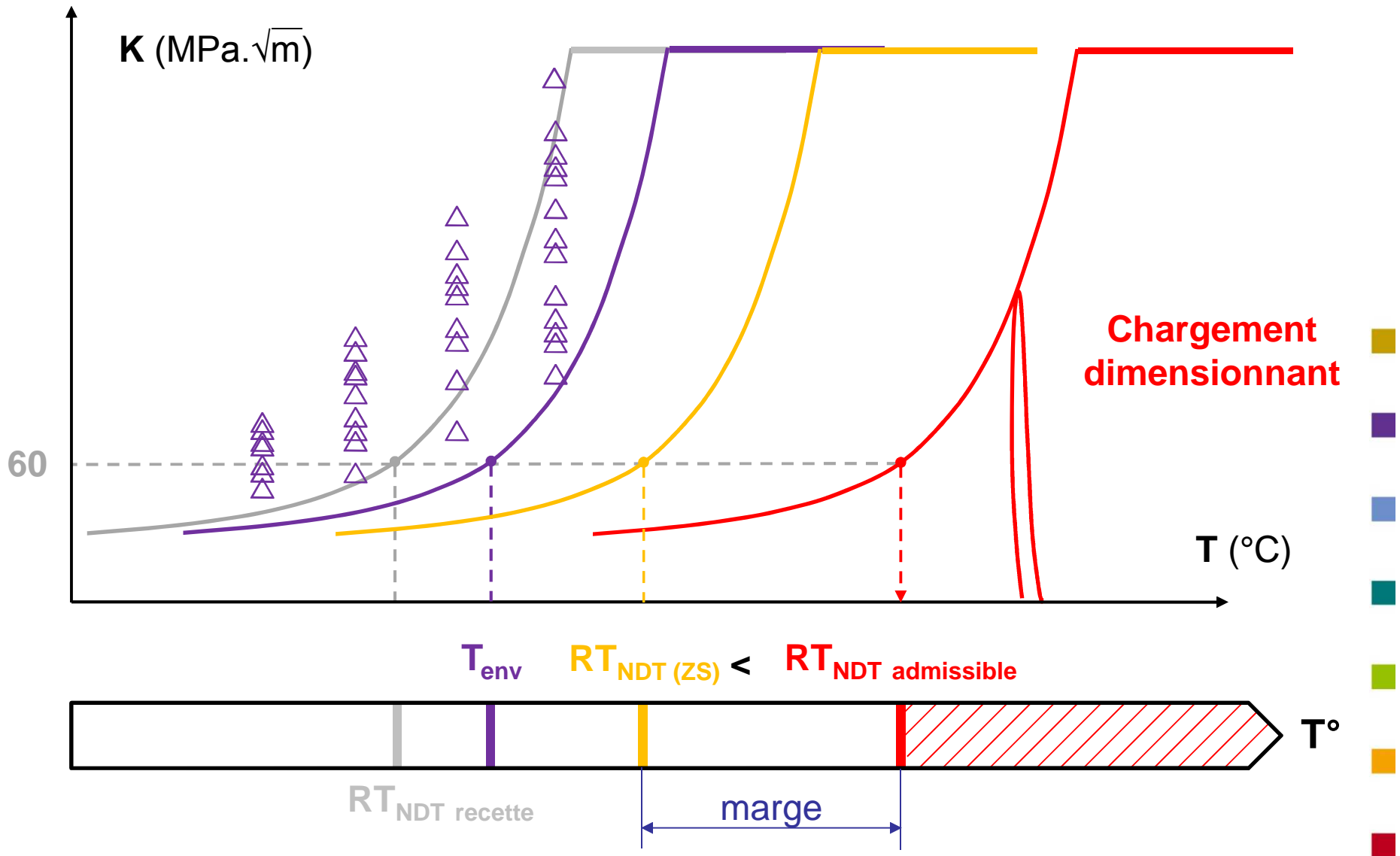
Peau externe		RT_{NDT} conception	T_{env} (ZS)	RT_{NDT} (ZS)	RT_{NDT} admissible
Température d'indexation transposée fin de vie		-5 °C	19 °C	45 °C	60 °C
Facteur de marge minimal	Catégorie 3	2,3	1,5	1,1	1,0
	Épreuve hydraulique(*)	> 3,5	2,8	1,5	-

Peau interne		RT_{NDT} conception	T_{env} (ZS)	RT_{NDT} (ZS)	RT_{NDT} admissible
Température d'indexation transposée fin de vie		-5 °C	<-5 °C	30 °C	57 °C
Facteur de marge minimal	Catégorie 4	3,6	> 3,6	1,6	1,0
	Épreuve hydraulique(*)	> 3,2	> 3,2	2,0	-

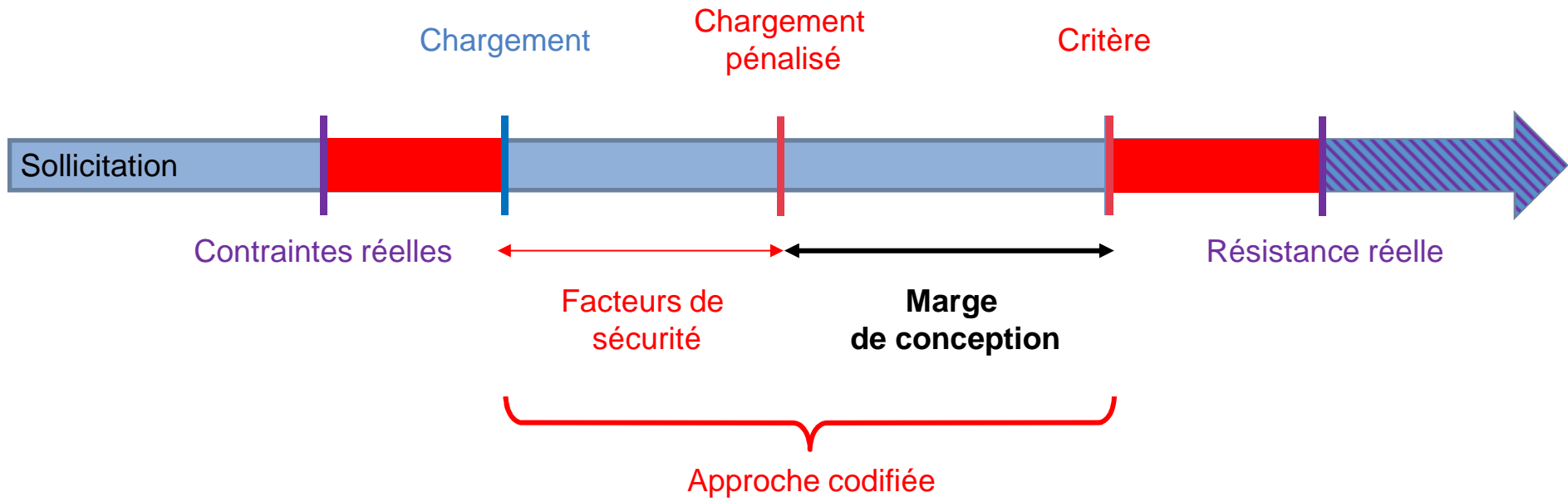
(*) Épreuve hydraulique de requalification à 60°C et 210 bars

Ténacité

Températures d'indexation



- **L'IRSN a vérifié les calculs réalisés par Areva NP par comparaison aux résultats de ses propres calculs**
- **Analyse de sûreté = a consisté à vérifier**
 - Le caractère pénalisant de la taille et de l'orientation des défauts postulés
 - Le caractère conservatif des chargements thermomécaniques
 - La prise en compte des facteurs de sécurité conventionnels
 - Que les propriétés mécaniques enveloppent les résultats d'essais, de manière conservative
- **Les marges obtenues à l'issue de ces calculs sont positives**
- **L'aptitude au service du composant est démontrée**



Discussion

