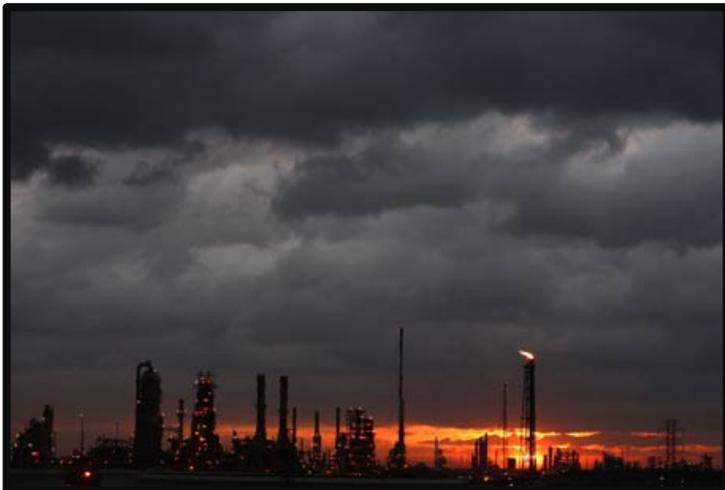




Systemes essentiels : Vulnérabilités aux changements climatiques



Fabrice Olivry
Benoît Robert
Yannick Hémond



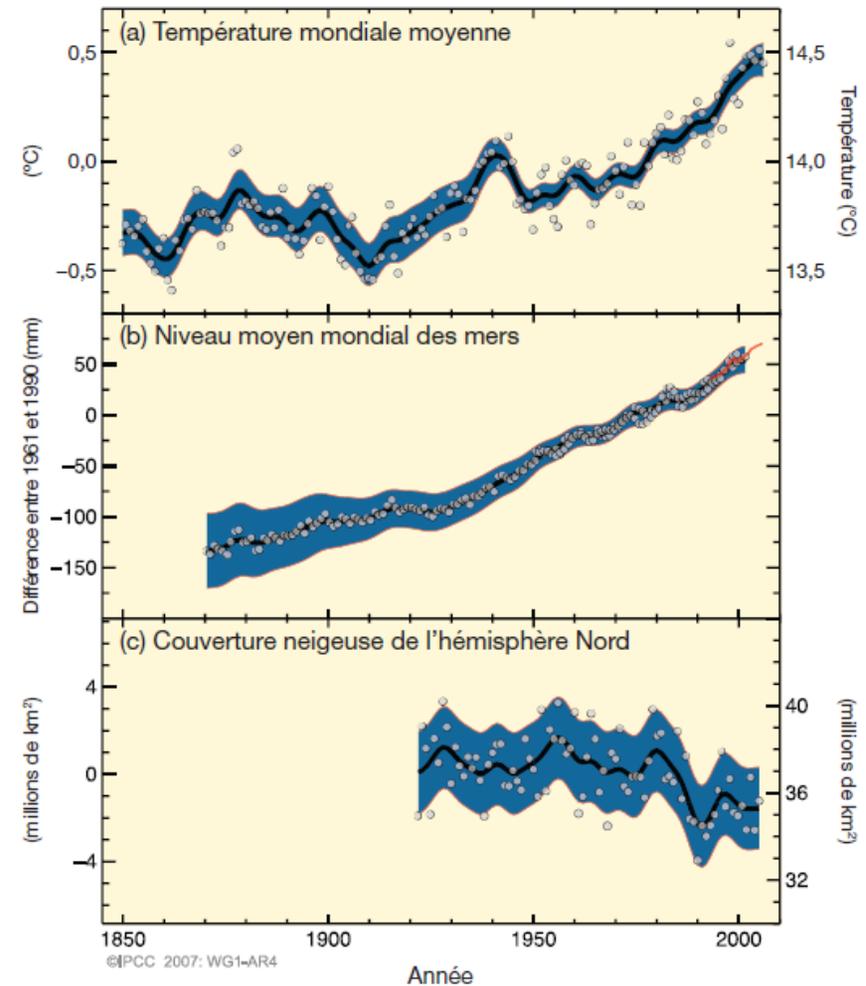


Pluie, humidité, chaleur, ...

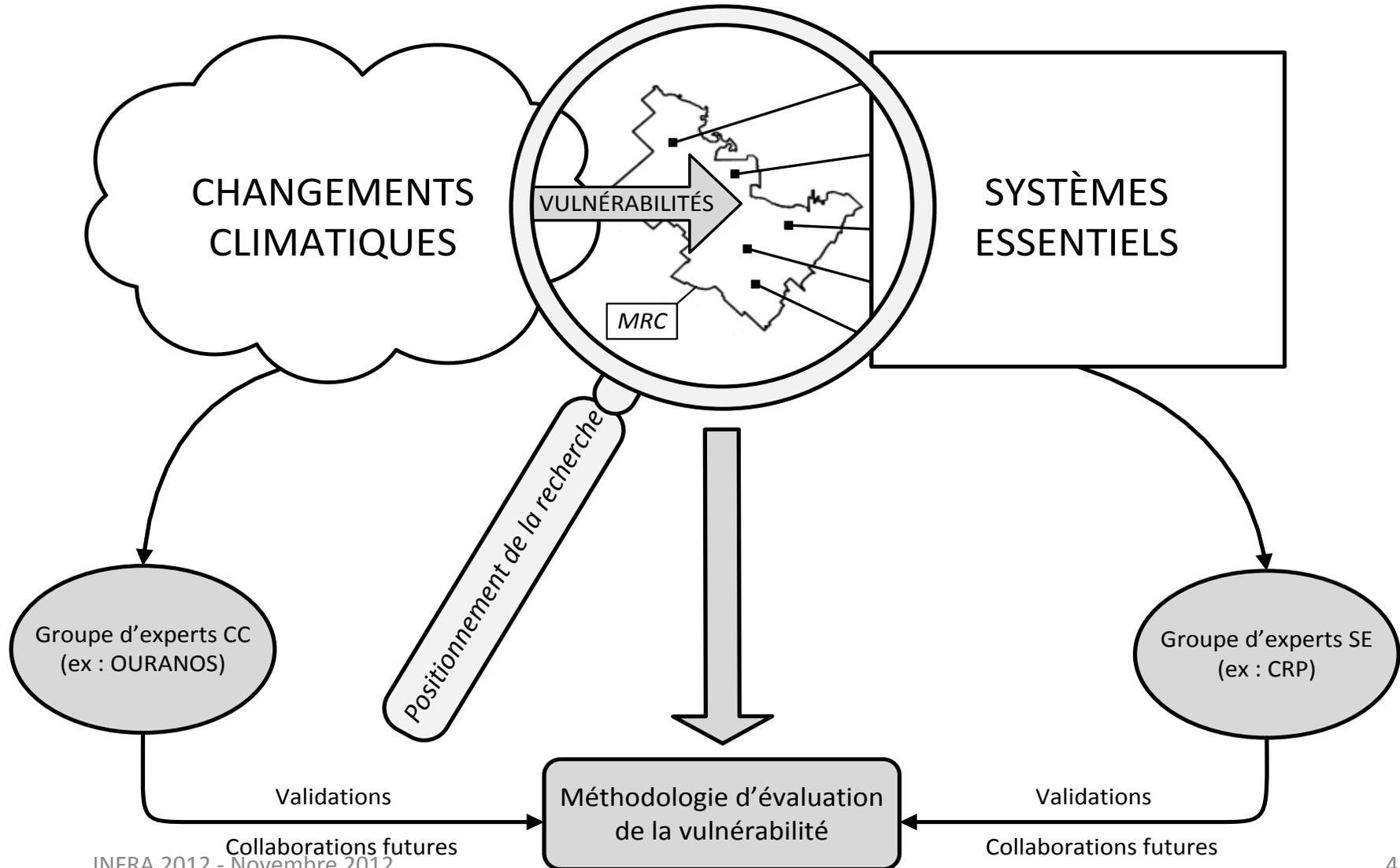
Vos équipements sont-ils vulnérables aux
changements climatiques ?

Introduction

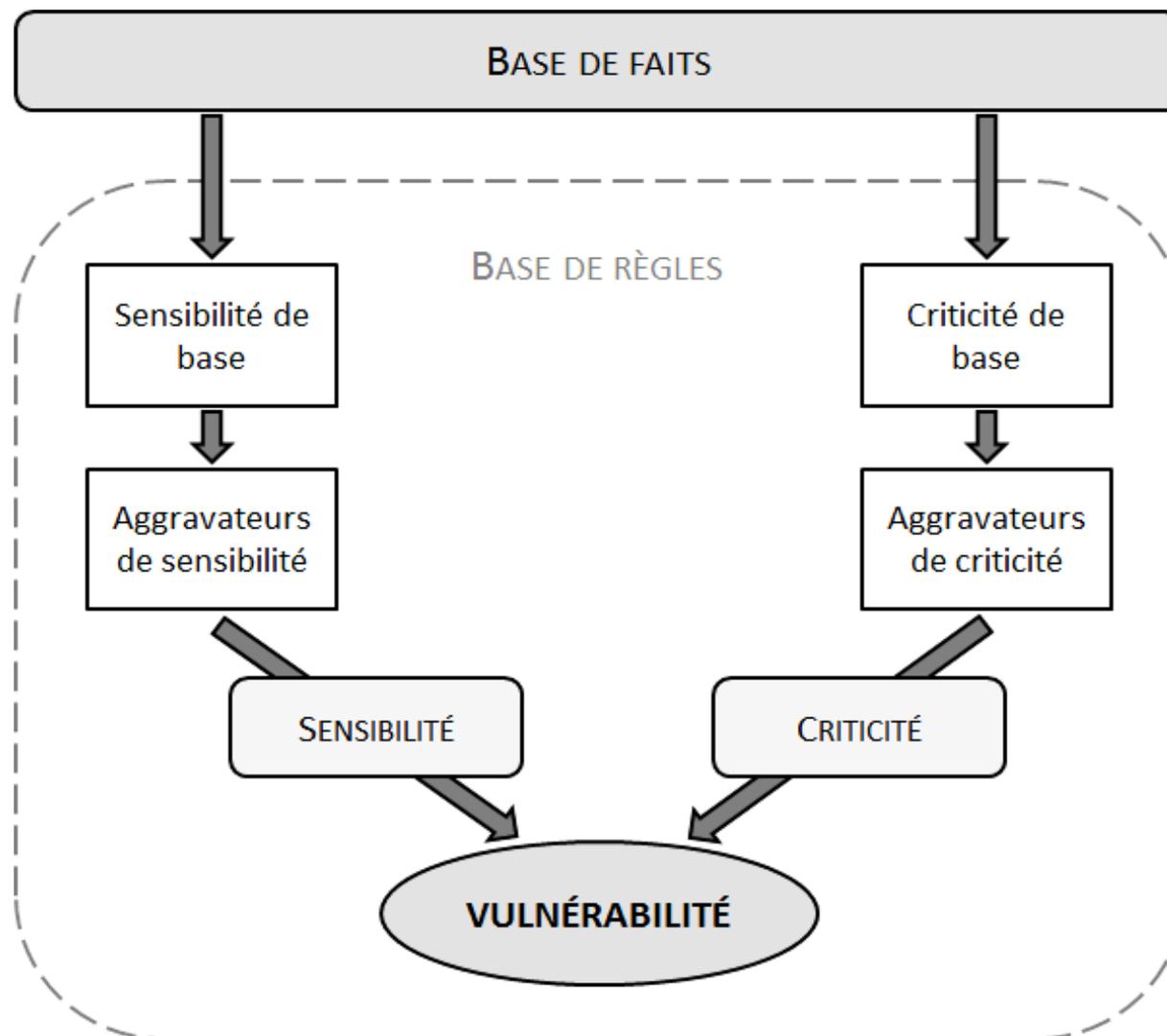
- *Quelques observations :*
 - ❖ 1995-2006 : 11 années parmi les plus chaudes depuis 1850
 - ❖ Augmentation du niveau global des océans depuis 1961
 - ❖ Diminution de la couverture neigeuse et des glaces
 - ❖ Augmentation de la fréquence des événements extrêmes (cyclones,...) depuis 1970



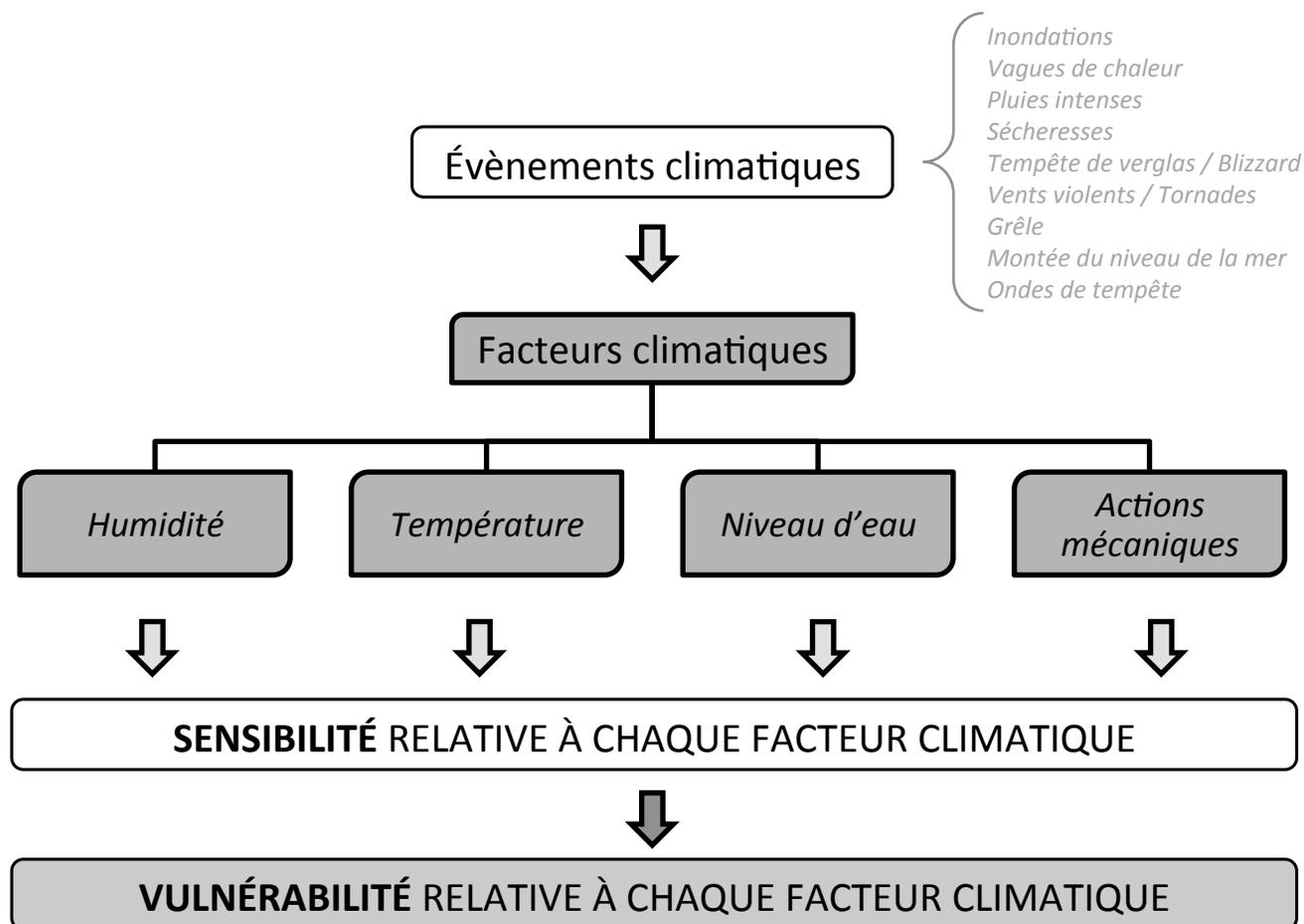
Positionnement de la recherche



Concepts



Facteurs climatiques

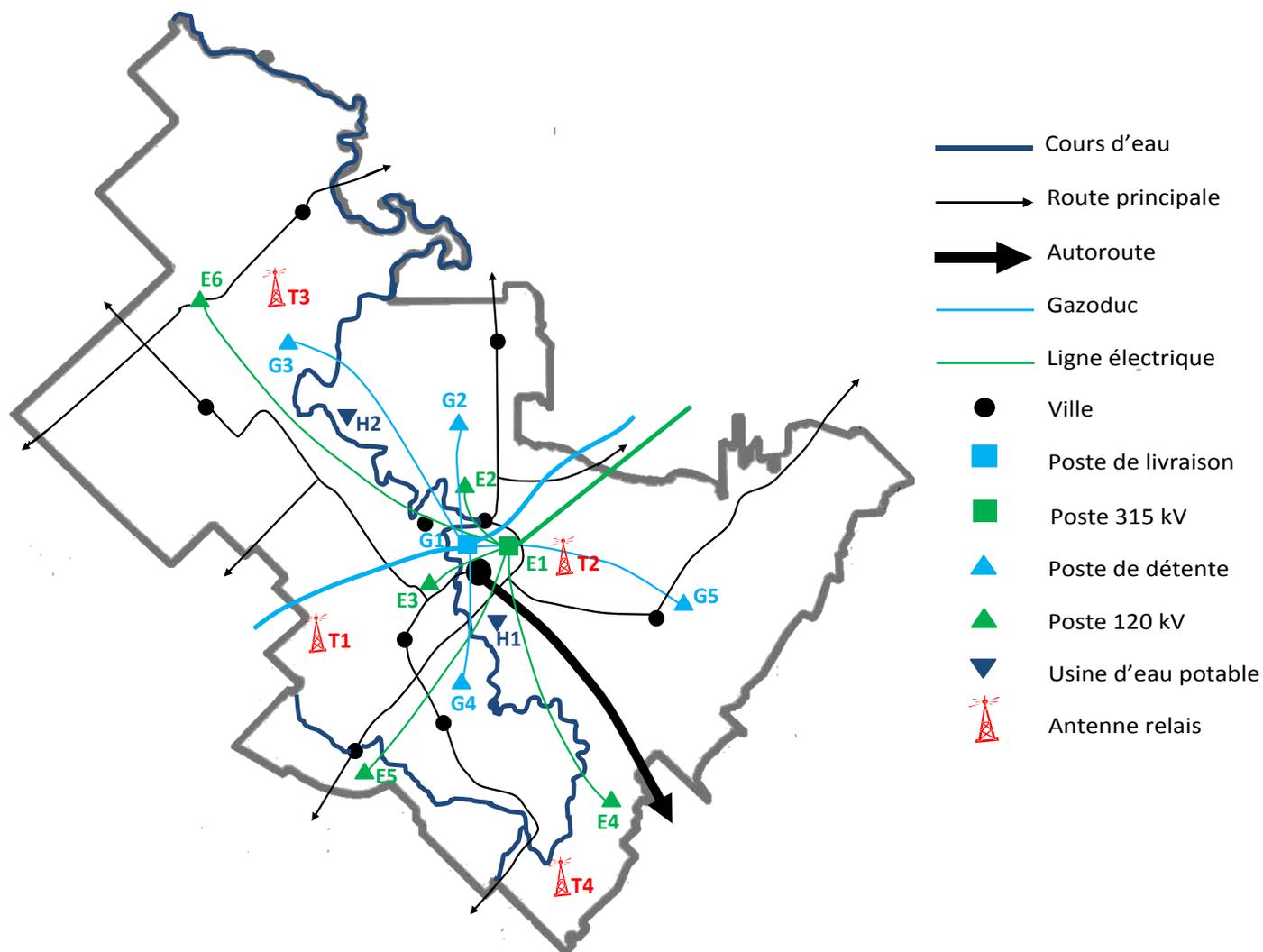


Facteurs climatiques



ÉQUIPEMENTS	GÉOGRAPHIE	ALÉAS CLIMATIQUES
SENSIBILITÉ DE BASE		
Couple énergie actionneur Protection - Humidité Protection - Température Protection - Niveau eau Protection - Actions mécaniques Mesures spécifiques	Proximité littoraux Proximité cours/points eau	Humidité Température Niveau d'eau Actions mécaniques
AGGRAVATEURS DE SENSIBILITÉ		
État Âge Emplacement Entretien	Relief	Durée évènement
CRITICITÉ DE BASE		
Importance pour gestionnaire Besoin MP	Provenance MP	Diminution MP
AGGRAVATEURS DE CRITICITÉ		
Densité	Zone importance	

Simulation



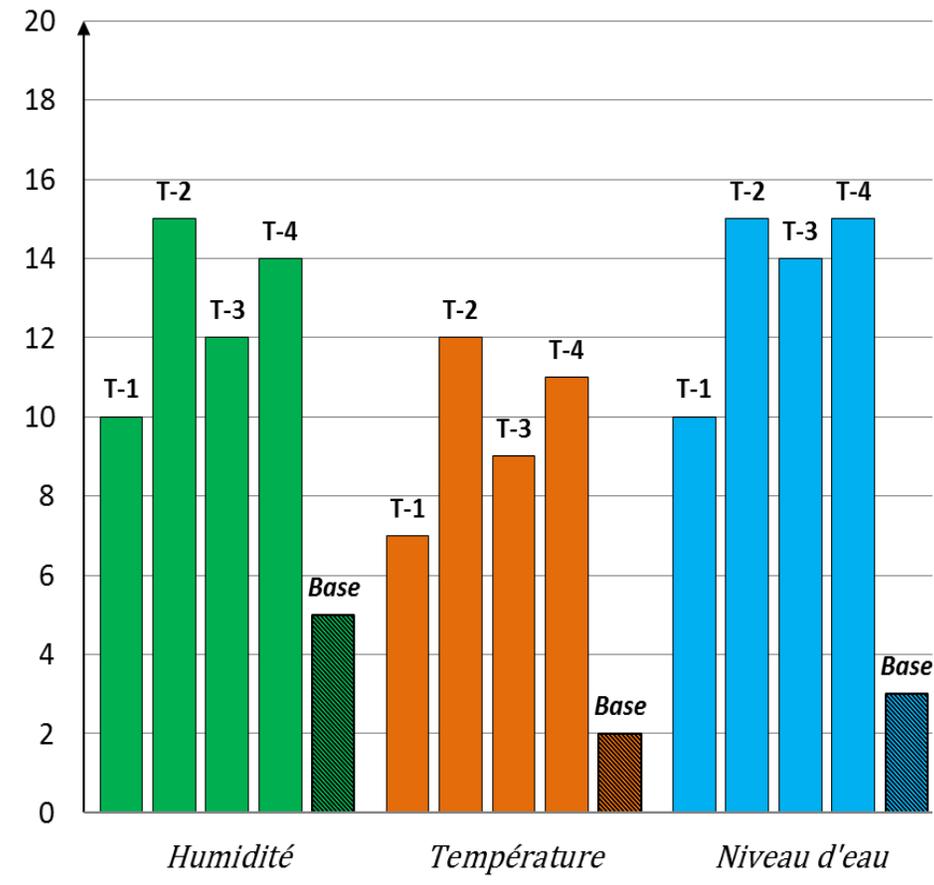
Exemple de paramètres



SENSIBILITÉ DE BASE					
Couple énergie actionneur	MH	Proximité cours / points d'eau	1	Humidité	4
Protection - Humidité	0	Proximité littoraux	0	Température	4
Protection - Température	0			Niveau d'eau	4
Protection - NE	0			Actions mécaniques	4
Protection - AM	1				
Mesures spécifiques	1				
AGGRAVATEURS DE SENSIBILITÉ					
État	3	Relief	0	Durée évènement	2
Âge	4				
Emplacement	1				
Entretien	1				
Dépendance SE unique	0				
CRITICITÉ DE BASE					
Note gestionnaire	5	Provenance MP	0	Diminution MP	1
Besoin MP	1				
AGGRAVATEURS DE CRITICITÉ					
Densité	4	Zone d'importance	1		

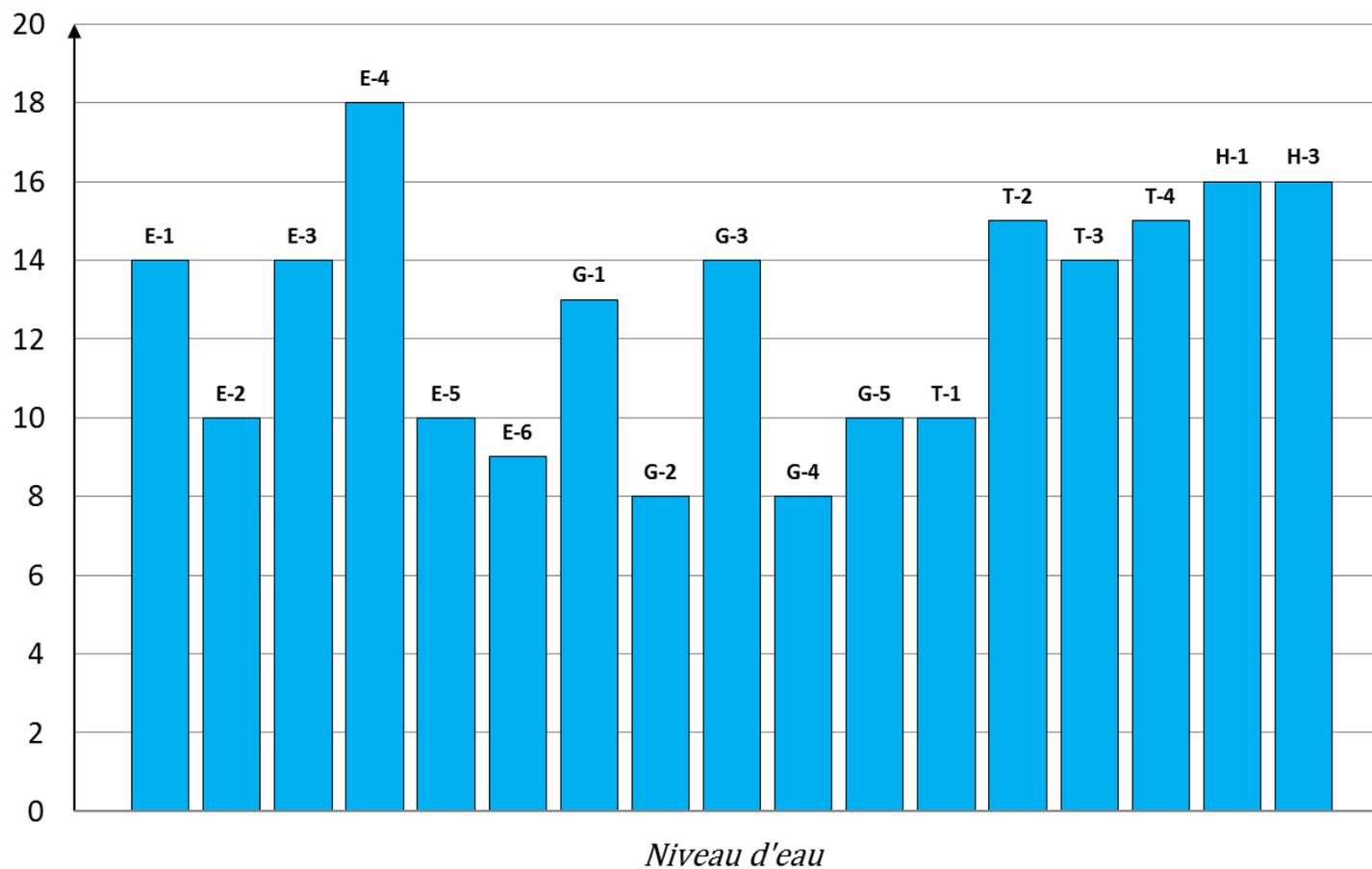


Vulnérabilité aux différents FC pour un type d'équipements :





Vulnérabilité des différents équipements à un FC donné :

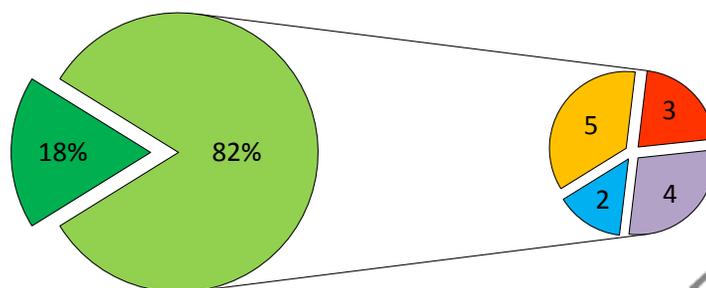


Aide à la décision

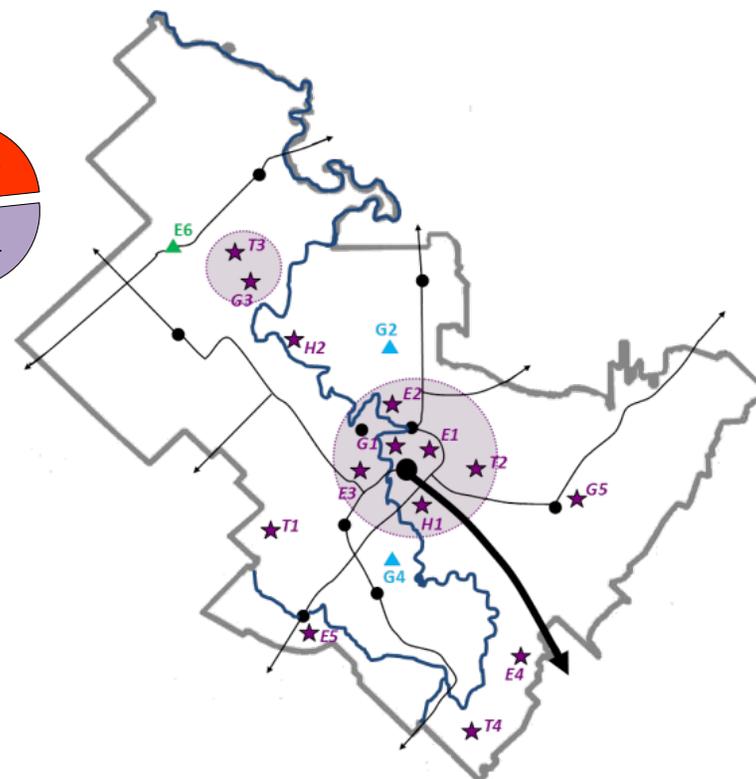


- Seuil de vulnérabilité = Valeur de vulnérabilité servant à séparer les équipements jugés vulnérables de ceux dont la vulnérabilité est acceptable
- Les seuils de vulnérabilité sont liés à la politique de gestion adoptée par les responsables
- La valeur du seuil de vulnérabilité est inversement proportionnelle à la rigueur de la politique de gestion
- On peut fixer arbitrairement les valeurs suivantes :
 - Politique « stricte » : $SV = 10$
 - Politique « moyenne » : $SV = 13$
 - Politique « souple » : $SV = 15$

Résultats – SV-NE = 10

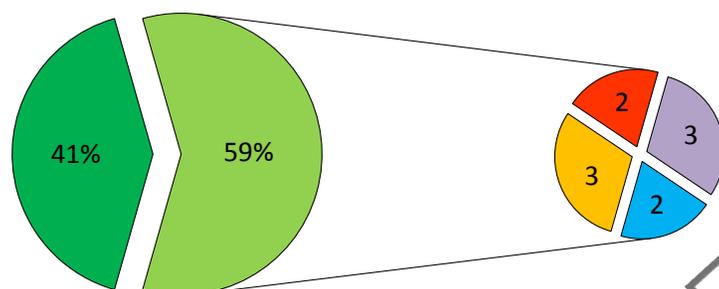


- %Équipements < SV-NE
- Equ. G ≥ SV-NE
- Equ. H ≥ SV-NE
- Equ. E ≥ SV-NE
- Equ. T ≥ SV-NE

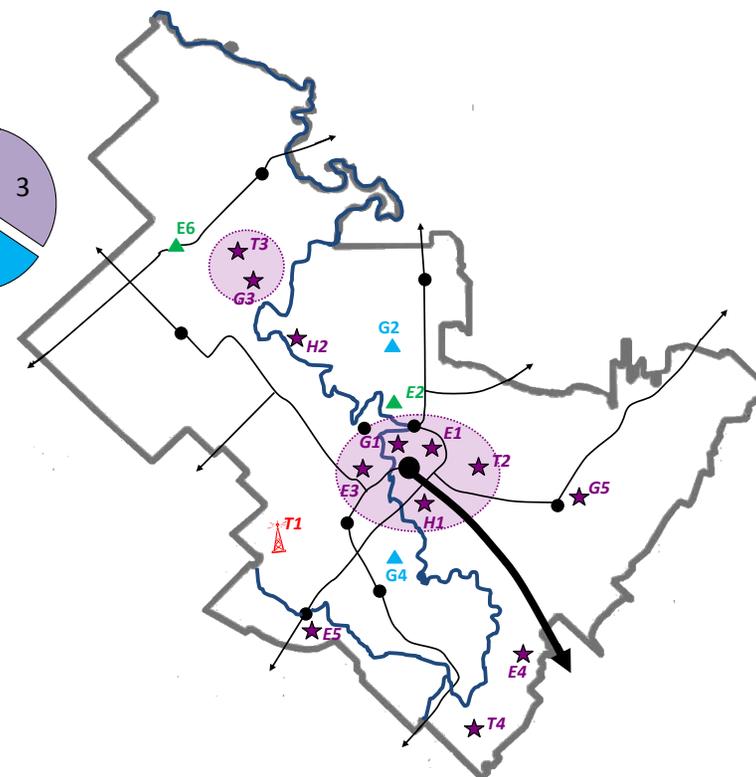


- ❖ Le seuil de vulnérabilité considéré est pour le facteur climatique « Niveau d'eau »
- ❖ La carte montre les équipements vulnérables à ce FC

Résultats – SV-NE = 13

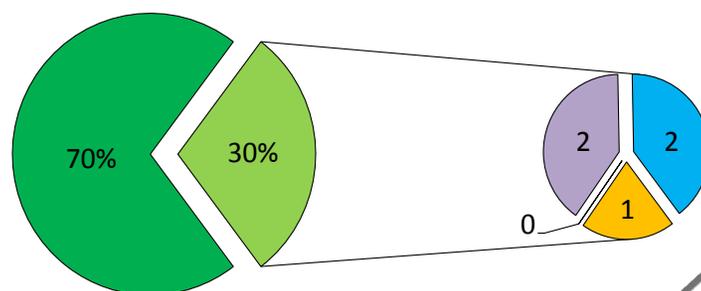


- %Équipements < SV-NE
- Equ. G ≥ SV-NE
- Eau. H ≥ SV-NE
- Equ. E ≥ SV-NE
- Equ. T ≥ SV-NE

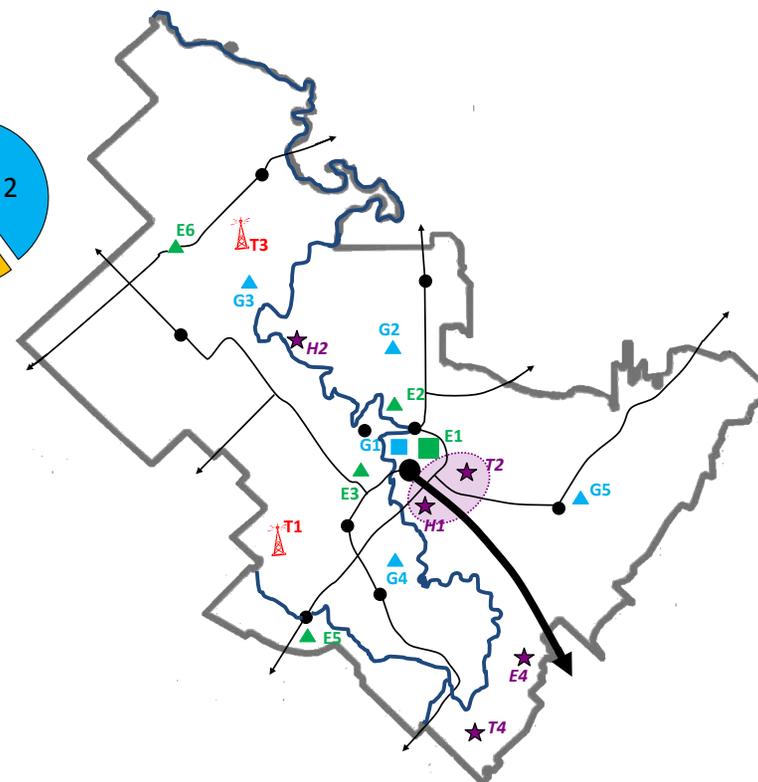


- ❖ Le seuil de vulnérabilité considéré est pour le facteur climatique « Niveau d'eau »
- ❖ La carte montre les équipements vulnérables à ce FC

Résultats – SV-NE = 15



- %Équipements < SVNE
- Equ. G ≥ SVNE
- Equ. H ≥ SVNE
- Equ. E ≥ SVNE
- Equ. T ≥ SVNE

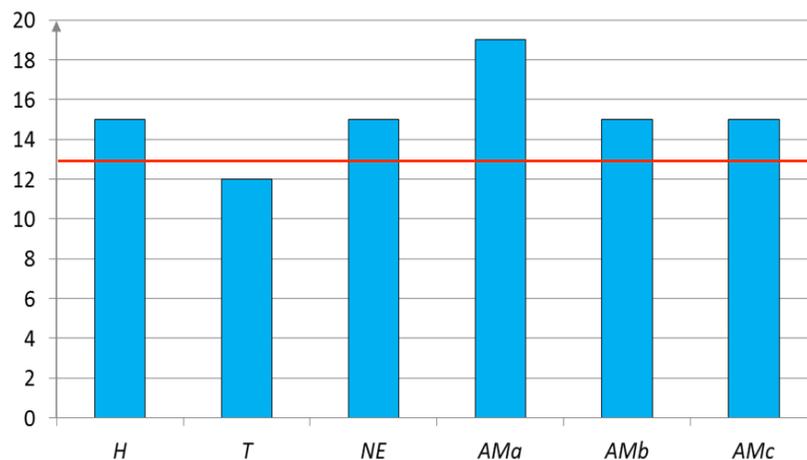


- ❖ Le seuil de vulnérabilité considéré est pour le facteur climatique « Niveau d'eau »
- ❖ La carte montre les équipements vulnérables à ce FC

Mise en place de mesures correctives



SENSIBILITÉ DE BASE					
Couple énergie actionneur	EE	Proximité cours / points d'eau	0	Humidité	4
Protection - Humidité	1	Proximité littoraux	0	Température	4
Protection - Température	1			Niveau d'eau	4
Protection - NE	0			Actions mécaniques	4
Protection - AM	0				
Mesures spécifiques	0				
AGGRAVATEURS DE SENSIBILITÉ					
État	2	Relief	1	Durée évènement	2
Âge	4				
Emplacement	3				
Entretien	1				
Dépendance SE unique	0				
CRITICITÉ DE BASE					
Note gestionnaire	5	Provenance MP	0	Diminution MP	1
Besoin MP	0				
AGGRAVATEURS DE CRITICITÉ					
Densité	4	Zone d'importance	1		



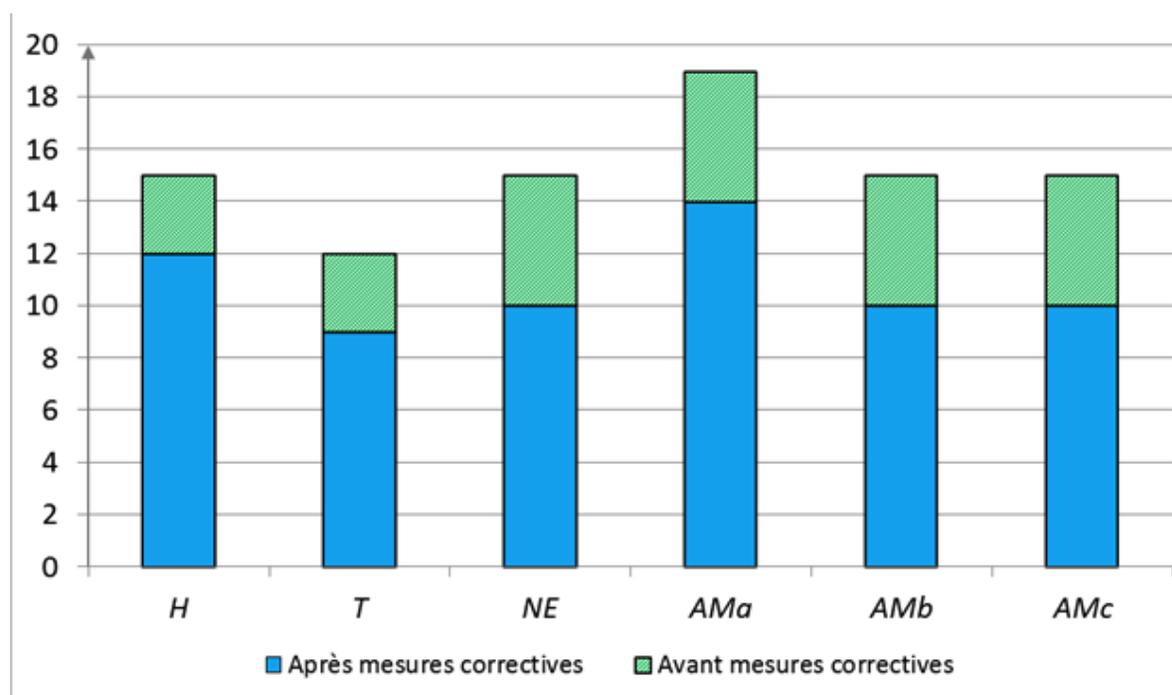
- ❖ On choisit un seuil de vulnérabilité correspondant à une politique de gestion “moyenne” : $SV = 13$
- ❖ Ce seuil de vulnérabilité est choisi pour tous les facteurs climatiques
- ❖ L'équipement peut être considéré comme étant vulnérable, et il convient de prendre des mesures pour le ramener sous le seuil

Mise en place de mesures correctives



PARAMÈTRES	AVANT	APRÈS
Protection - NE	0	1
Protection - AM	0	1
Mesures spécifiques	0	1
Note gestionnaire	5	3

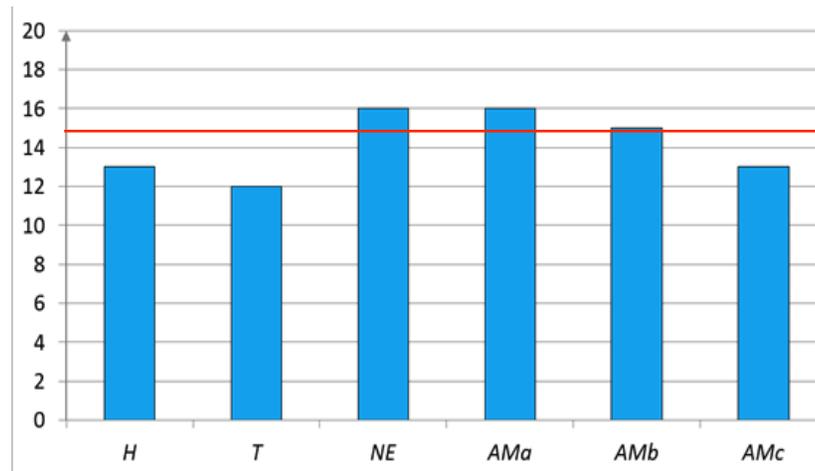
La mise en place de mesures de réduction de la vulnérabilité se traduit par des modifications sur les paramètres ci-contre



Prise en compte du vieillissement



SENSIBILITÉ DE BASE					
Couple énergie actionneur	MH	Proximité cours / points d'eau	1	Humidité	4
Protection - Humidité	0	Proximité littoraux	0	Température	4
Protection - Température	0			Niveau d'eau	4
Protection - NE	0			Actions mécaniques	4
Protection - AM	1				
Mesures spécifiques	1				
AGGRAVATEURS DE SENSIBILITÉ					
État	3	Relief	0	Durée évènement	2
Âge	4				
Emplacement	1				
Entretien	1				
Dépendance SE unique	0				
CRITICITÉ DE BASE					
Note gestionnaire	5	Provenance MP	0	Diminution MP	1
Besoin MP	1				
AGGRAVATEURS DE CRITICITÉ					
Densité	4	Zone d'importance	1		

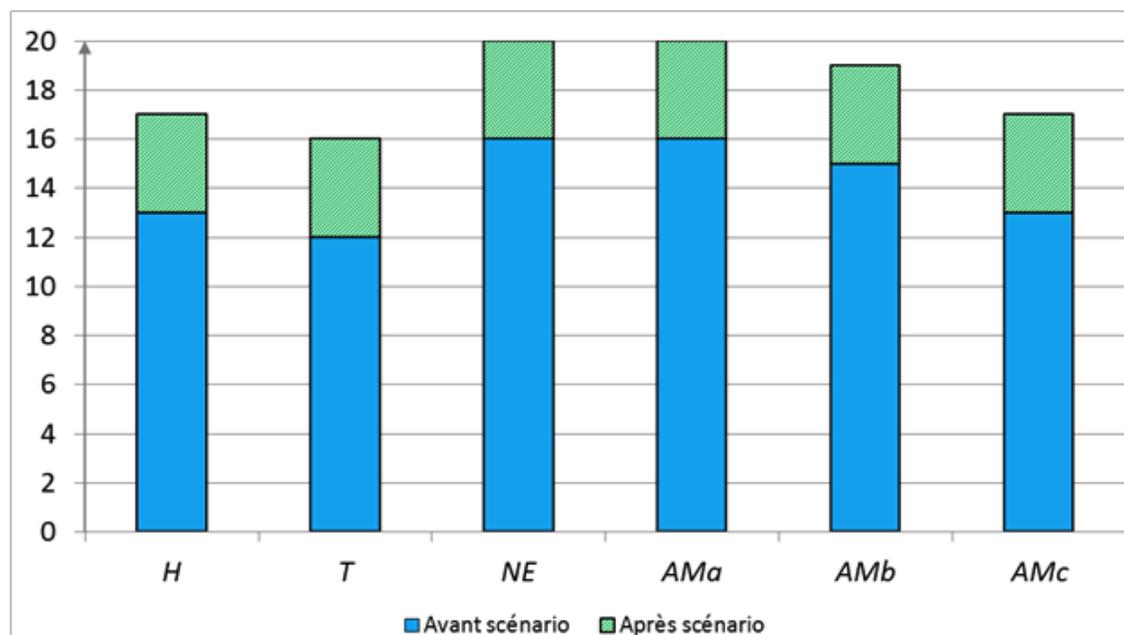


- ❖ On choisit un seuil de vulnérabilité correspondant à une politique de gestion "souple" : $SV = 15$
- ❖ Ce seuil de vulnérabilité est choisi pour tous les facteurs climatiques
- ❖ L'équipement peut être considéré comme étant peu vulnérable
- ❖ Les modifications des conditions climatiques et l'action du temps peuvent influencer ces résultats

Prise en compte du vieillissement

PARAMÈTRES	AVANT	APRÈS
Humidité	4	5
Niveau d'eau	4	5
État	3	4
Âge	4	5
Durée d'évènement	2	3

La modification des conditions climatiques ainsi que le vieillissement entraînent des changements de la valeur des paramètres ci-contre



Pour conclure



Plusieurs voies de développement :

- De nouveaux paramètres peuvent enrichir la base de faits du modèle (exemple : fréquence des événements climatiques, durée des conséquences)
- Un couplage de la méthodologie avec le système expert DOMINO développé par le CRP permettra d'obtenir un outil décisionnel plus complet (www.polymtl.ca/crp)



Merci pour votre attention !

Fabrice Olivry, Étudiant maîtrise
fabrice.olivry@polymtl.ca

Benoît Robert, Professeur titulaire
benoit.robert@polymtl.ca

Yannick Hémond, Étudiant au doctorat
yannick.hemond@polymtl.ca

