

**L'appréciation et la gestion des  
risques naturels dans une  
perspective de planification du  
développement du territoire et  
dans le contexte des  
changements climatiques**



**INFRA 2014 - 20e édition  
3 décembre 2014**

**Palais des congrès de Montréal**

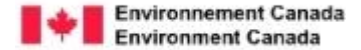
**NATHALIE BLEAU, Ouranos**

**FRANÇOIS MORNEAU, MSP/Ouranos**

## Membres (dès 2001)

### Québec

1. Sécurité publique (MSP)
2. Développement durable, Environnement et lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)
3. Forêts, faune et parcs (MFFP)  
+ Énergie et Ressources naturelles (MERN)
4. Affaires municipales et occupation du territoire (MAMOT)
5. Transports (MTQ)
6. Agriculture, pêcheries et alimentation (MAPAQ)
7. Économie, de l'Innovation et des Exportations (MEIE)
8. Santé et services sociaux (MSSS)



## Membres affiliés (dès 2007)



Nombreux autres partenaires et collaborateurs scientifiques, techniques et financiers

## Mission

### *Fournir aux acteurs de l'adaptation:*

- **Scénarios climatiques à l'échelle régionale**
- **Évaluation / Accompagnement / Développement de connaissances et d'outils liés à la vulnérabilité, aux impacts et à l'adaptation aux CC.**

### • **Dates importantes:**

2001-02: Démarrage, annonce

2003-04: 1<sup>er</sup> projets

2005-06: 1<sup>er</sup> résultats

2009: Fin Phase 1

2012: Fin Phase 2

2014-15 : Déploiement Phase 3

### • **Symposium**

1<sup>er</sup> symposium (nov. 2006)

2<sup>ème</sup> symposium (nov. 2008)

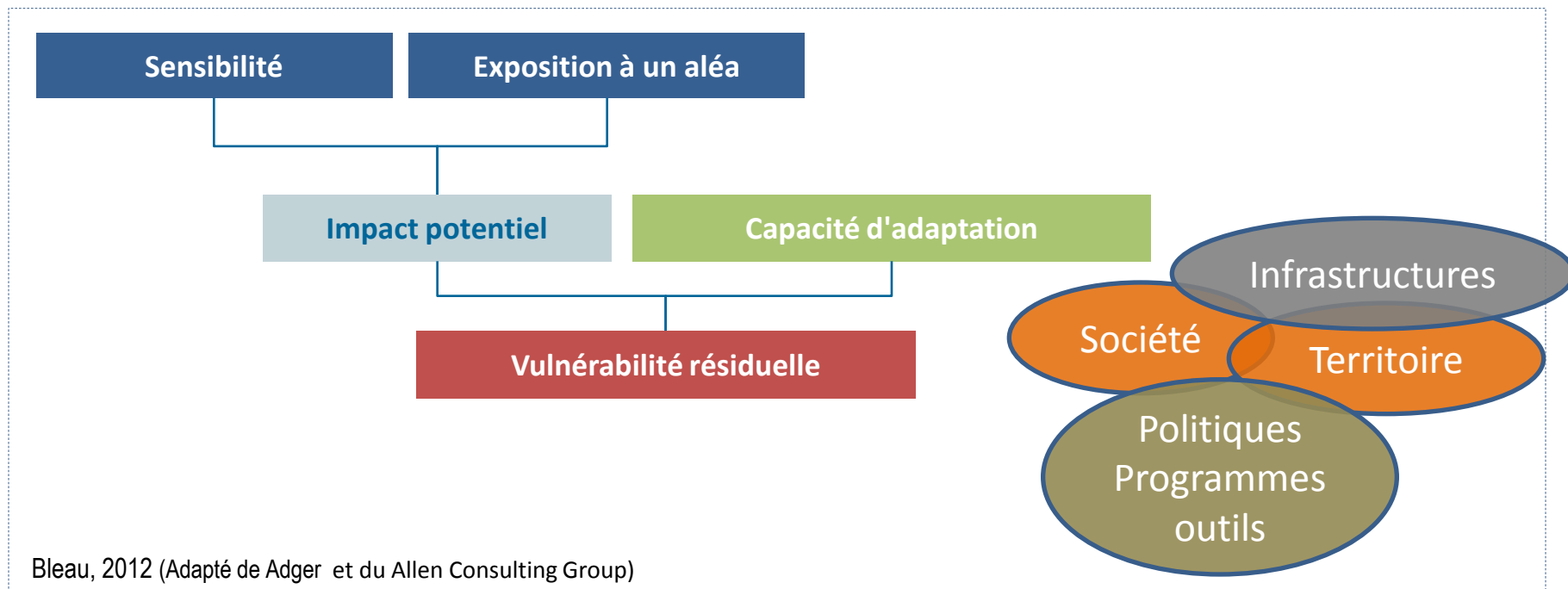
3<sup>ème</sup> symposium (nov. 2010)

4<sup>ème</sup> symposium (nov. 2012)

5<sup>ème</sup> symposium (déc. 2014)



*"L'analyse de la vulnérabilité sert de **point de départ** pour trouver des moyens efficaces de promouvoir des mesures correctives susceptibles de limiter les impacts, en appuyant des stratégies... et en facilitant l'adaptation" [Kelly et Adger, 2000, p.325].*





ADAPTTool = outil d'évaluation de politiques / programmes / outils  
<http://www.iisd.org/foresightgroup/adapt.aspx#>

	Loi sur la qualité de l'environnement (MDDELCC)	Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (MAMU)	Stratégie gouvernementale de DD (GOUV. QC)	Politique québécoise de sécurité civile (PESQ)	Plan d'action 2013-2020 sur les CC (GOUV. QC)	Programme Techno-Climat (MERN)	Programme climat municipalité (MDDELCC)	Programme Véloce II (MTQ)	Guide de gestion des eaux pluviales	Plans d'adaptation (Villes)
<b>La capacité à répondre aux besoins d'adaptation planifiée (1 faible-8 fort)</b> Soutien les mises en œuvre d'actions d'adaptation planifiées en fournissant des informations, en accompagnant, etc. <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	3	2	6	6	8	6	7	5	6	7
<b>Vulnérabilité de la politique/programme aux facteurs de stress</b> (manque de données - manque de moyens, sensibilités politiques, etc.) <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1
<b>Contribution tangible de la politique/programme à l'amélioration de la capacité des acteurs à mettre en place des mesures d'adaptation planifiées</b> <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2
<b>Utilisation de méthodes prospectives (se projeter dans le futur) et de consultations (concertations de parties prenantes (gouvernementales))</b> <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2

Plan d'action 2013-2020 sur les CC (GOUV. Qc)	Programme Techno-Climat (MERN)	Programme climat municipalité (MDDELCC)	Programme Véloce II (MTQ)	Guide de gestion des eaux pluviales	Plans d'adaptation (Villes)

<b>La capacité à répondre aux événements imprévus (1 faible-8 fort)</b> Utilisation de méthodes prospectives (se projeter dans le futur) et de consultations (concertations de parties prenantes (régionales, locales)) <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	0	0	2	1	3	6	7	7	5	7
<b>Contribution de la politique/programme à l'auto-organisation et au réseautage</b> <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Contribution de la politique/programme à la décentralisation de la prise de décision pour mettre en place l'adaptation</b> <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Mise en place d'un processus d'évaluation de la politique/programme flexible permettant d'identifier et de répondre aux circonstances imprévues et aux problèmes émergents.</b> <i>Notes: 1= marginal, 2 = oui</i>	0	0	1	0	2	2	2	2	2	2

**La capacité à répondre aux besoins d'adaptation planifiés**  
Soutien les mises en œuvre d'actions d'adaptation planifiées informations, en accompagnant, etc.  
**0=non, 1= marginal, 2 = oui**

**Vulnérabilité de la politique/programme aux facteurs de stress** (manque de données, sensibilités politiques, etc.)  
**0=oui, 1= marginal, 2 = non**

**Contribution tangible de la politique/programme à l'amélioration de la capacité des acteurs à mettre en place des mesures d'adaptation planifiées**  
**0=non, 1= marginal, 2 = oui**

**Utilisation de méthodes prospectives (se projeter dans le futur) /concertations de parties prenantes (gouvernementales)**  
**0=non, 1= marginal, 2 = oui**

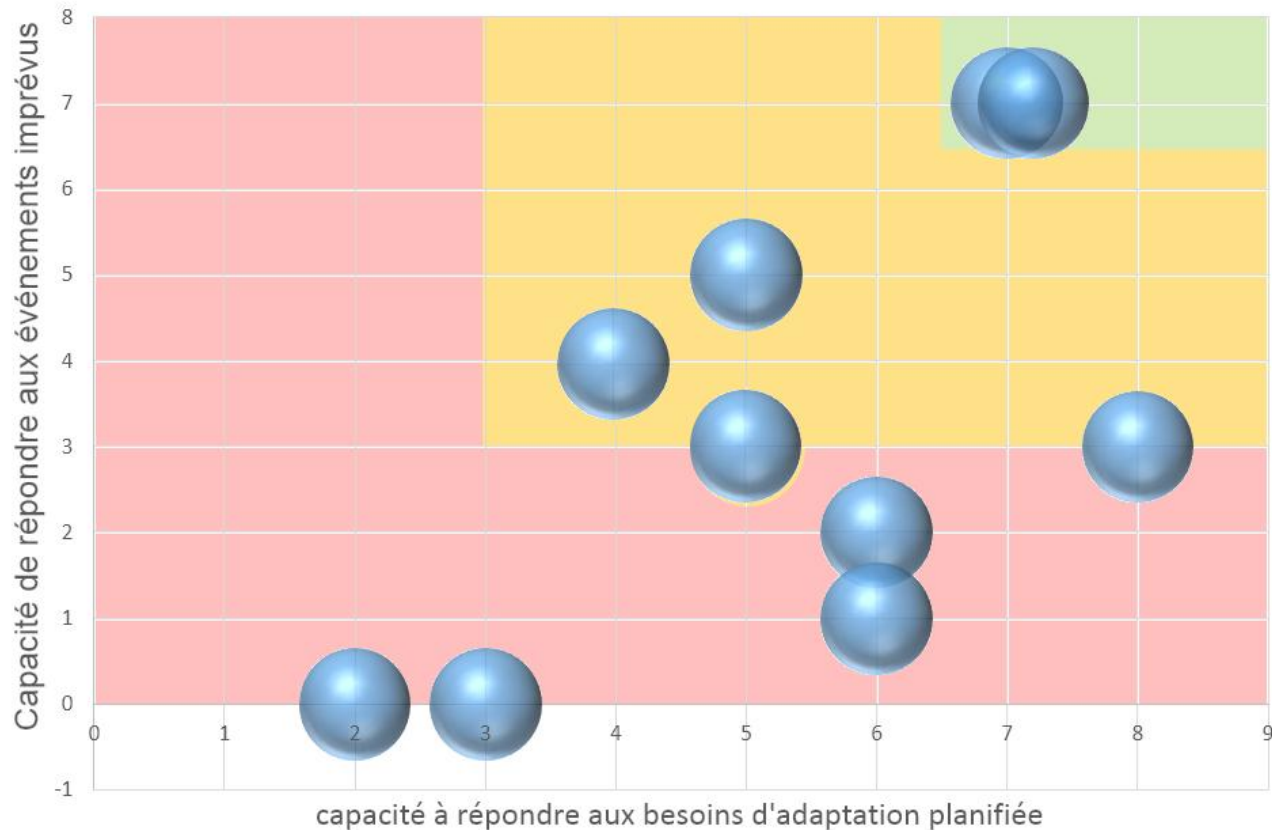
**La capacité à répondre aux événements imprévus (1 faible-8 fort)**  
Utilisation de méthodes prospectives (se projeter dans le futur) /concertations de parties prenantes (régionales, locales)  
**0=non, 1= marginal, 2 = oui**

**Contribution de la politique/programme à l'auto-organisation et au réseautage**  
**0=non, 1= marginal, 2 = oui**

**Contribution de la politique/programme à la décentralisation de la prise de décision pour mettre en place l'adaptation**  
**0=non, 1= marginal, 2 = oui**

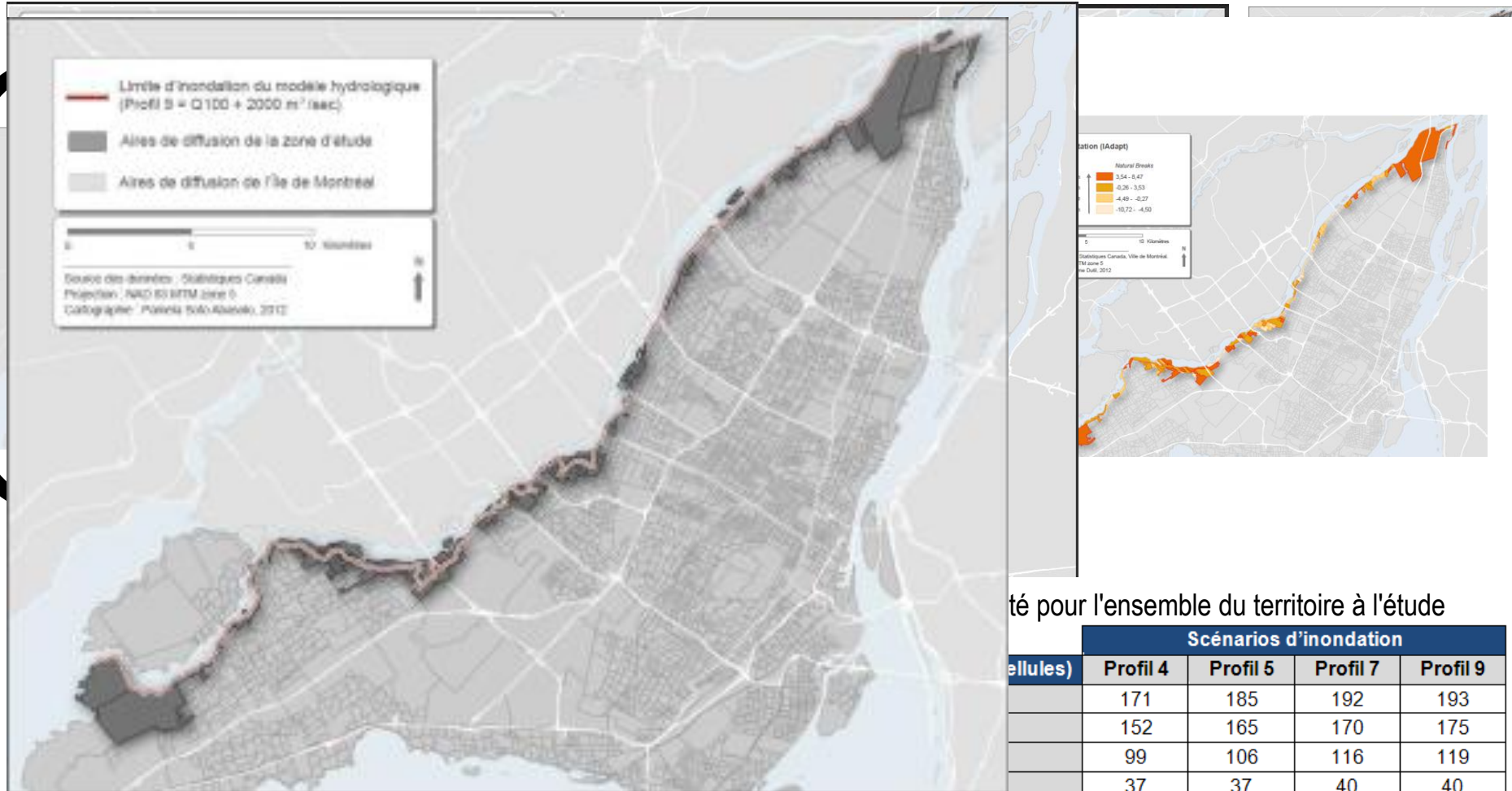
**Mise en place d'un processus d'évaluation de la politique/programme flexible permettant d'identifier et de répondre aux circonstances imprévues et aux problèmes émergents.**  
**0=non, 1= marginal, 2 = oui**

Synthèse des résultats





[http://www.ouranos.ca/media/publication/184\\_RapportThomasBleau2012.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/184_RapportThomasBleau2012.pdf)



résumé des données pour l'ensemble du territoire à l'étude

Cellules)	Scénarios d'inondation			
	Profil 4	Profil 5	Profil 7	Profil 9
	171	185	192	193
	152	165	170	175
	99	106	116	119
	37	37	40	40
<b>TOTAL</b>	<b>459</b>	<b>493</b>	<b>518</b>	<b>527</b>

INFRASTRUCTURES (nombre d'infrastructures)	Profil 4	Profil 5	Profil 7	Profil 9
Logements résidentiels privés	7 744	8 608	9 438	9 817
Bâtiments	6 356	7 364	8 143	8 418
Hôpitaux et CHSLD	6	6	6	7
Résidences pour personnes âgées	22	23	28	28



## Les défis de l'appréciation des risques naturels au Québec dans un contexte des changements climatiques

*François Morneau*





## 1- ENJEUX QUÉBÉCOIS

### • Un territoire fortement soumis à une multitude de risques naturels et anthropiques:

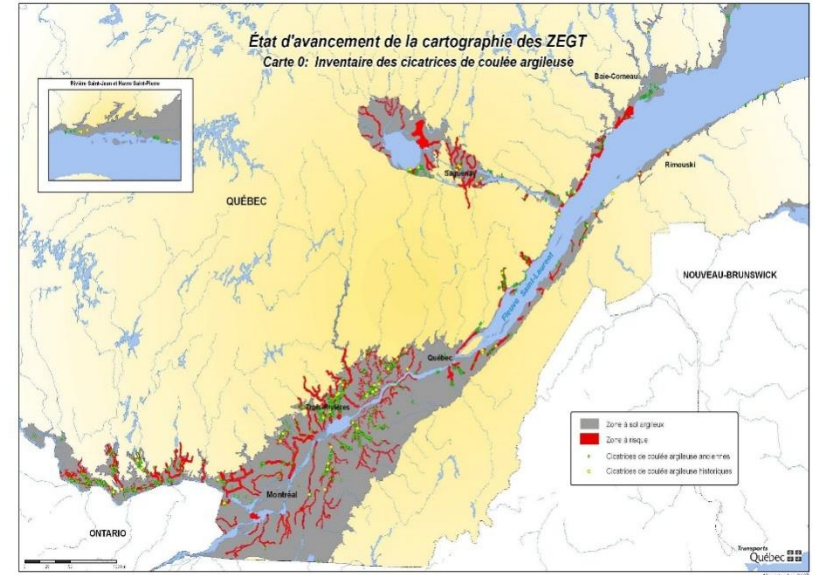
- Un Québec construit autour des rivières et du fleuve Saint-Laurent
- Une vallée du Saint-Laurent densément habitée constituée de sols susceptibles aux mouvements de terrain d'ampleur et située dans des zones de forte sismicité (Charlevoix, centre du Québec et Outaouais);
- Des centres urbains historiques aux infrastructures publiques vieillissantes dont une majorité des édifices publics ont été construits sans normes parasismiques;
- Une industrie hydroélectrique bien développée en amont de centres urbains;
- Plus de 5600 barrages dont une majorité en réévaluation et confortement;

### • Un développement en croissance dans des zones vulnérables toujours pas cartographiées; (zones inondables, géotechniques et littorales)

### • Le Québec «bâti» situé dans les corridors dominants de vents et de dépressions provenant des régions du sud et de l'ouest.

### • Exacerbation des risques par les changements climatiques et augmentations d'évènements violents;

- Augmentations des évènements extrêmes (inondations, verglas, vents, tornades, feux)
- Incidences sur les plans de gestions des bassins versants.
- Émergence de nouveaux risques (cyanobactérie, pollens, zoonoses,..)



Une vallée argileuse sillonnée de rivières aux rives festonnées et marquées localement de cicatrices de glissements de terrain



*En Amérique du Nord, les courants-jets, le déplacement des masses d'air, les trajectoires de tempêtes convergent tous vers le Québec*

## BASSINS DE RISQUES

### NUNAVIK (14 villages)

- Dégradation du pergélisol (5 villages et infrastructures)
- Risques gravitaires (avalanches / 4 villages)
- Risques littoraux
- Risques fluviaux (torrentialité)

### CENTRE DU QUÉBEC

- Risques d'incendie de forêt
- Gestion des réservoirs hydro-électriques

### LAC SAINT-JEAN - SAGUENAY

- Mouvement de terrain (argile)
- Risques fluviaux (torrentialité)
- Risque associés à la gestion de barrages (bris)

### CHARLEVOIX-BAS SAGUENAY

- Risques fluviaux (torrentialité)
- Risques sismiques
- Mouvement de terrain (argile)
- Risques littoraux

### RIVE-NORD SAINT-LAURENT

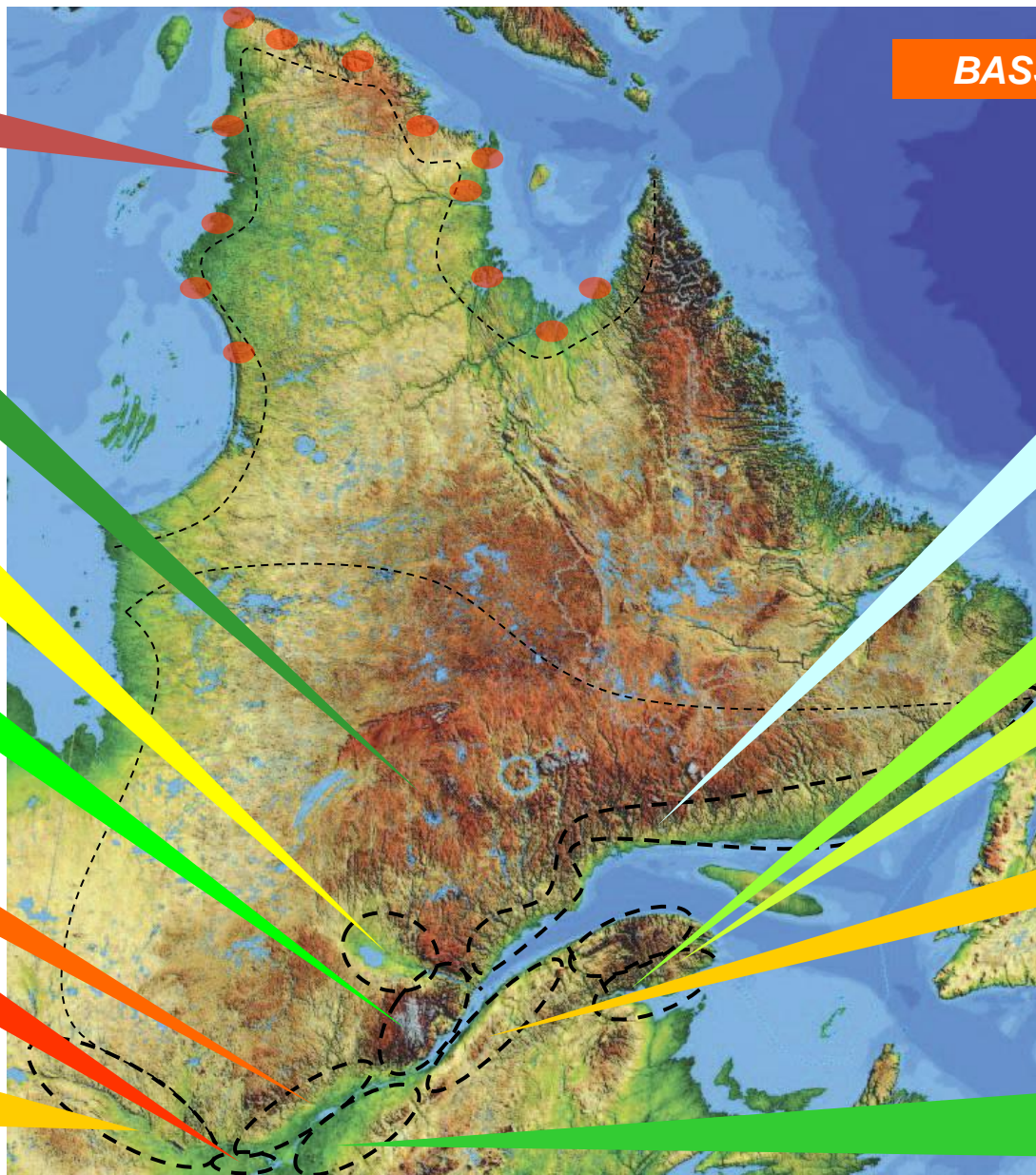
- Mouvement de terrain (argile)
- Risques fluviaux (torrentialité)
- Risques sismiques
- Risques littoraux
- Risque de bris de barrages
- Temps violents

### ARCHIPEL DE MONTRÉAL

- Risques fluviaux (inondabilité – ruissellement urbain)
- Risque sismique \*\*\*
- Temps violents (orage, tornade, verglas)

### OUTAOUAIS

- Risques fluviaux (inondabilité)
- Temps violents \*\* (vents-tornades)
- Risques gestion de barrages
- Mouvement de terrain (argile)
- Risques sismiques



### CÔTE-NORD

- Risques littoraux
- Mouvement de terrain (argile)
- Risques fluviaux (torrentialité)
- Risques gravitaires (avalanches / BCN)
- Risque de bris de barrages

### HAUTE GASPÉSIE

- Risques littoraux (érosion – submersion)
- Risques fluviaux (torrentialité – inondation fluvio-estuarienne)
- Risques gravitaires (avalanches - écroulements)
- Mouvement de terrain (argile)

### BAIE-DES-CHALEURS-MATAPÉDIA -IDM

- Risques littoraux (érosion submersion)
- Risques fluviaux (torrentialité – inondation fluvio-estuarienne)
- Risques gravitaires (falaises)

### BAS-SAINT-LAURENT

- Risques littoraux
- Risques fluviaux (torrentialité – inondabilité-embâcle)
- Mouvement de terrain (argile)
- Risque de bris de barrages

### RIVE-SUD SAINT-LAURENT

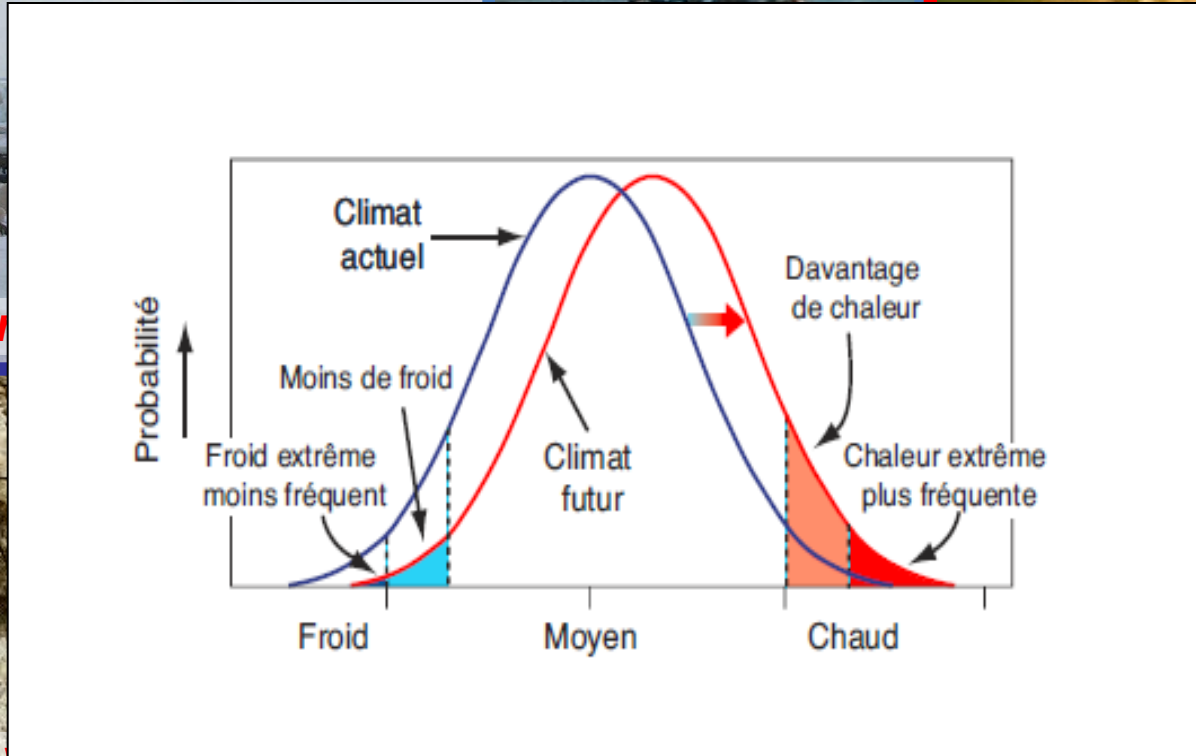
- Mouvement de terrain (argile)
- Risques fluviaux (inondations -torrentialité)
- Risques littoraux
- Gestion de barrages
- Temps violents (orage, tornade, verglas)



# Tendances vs extrêmes ?



for



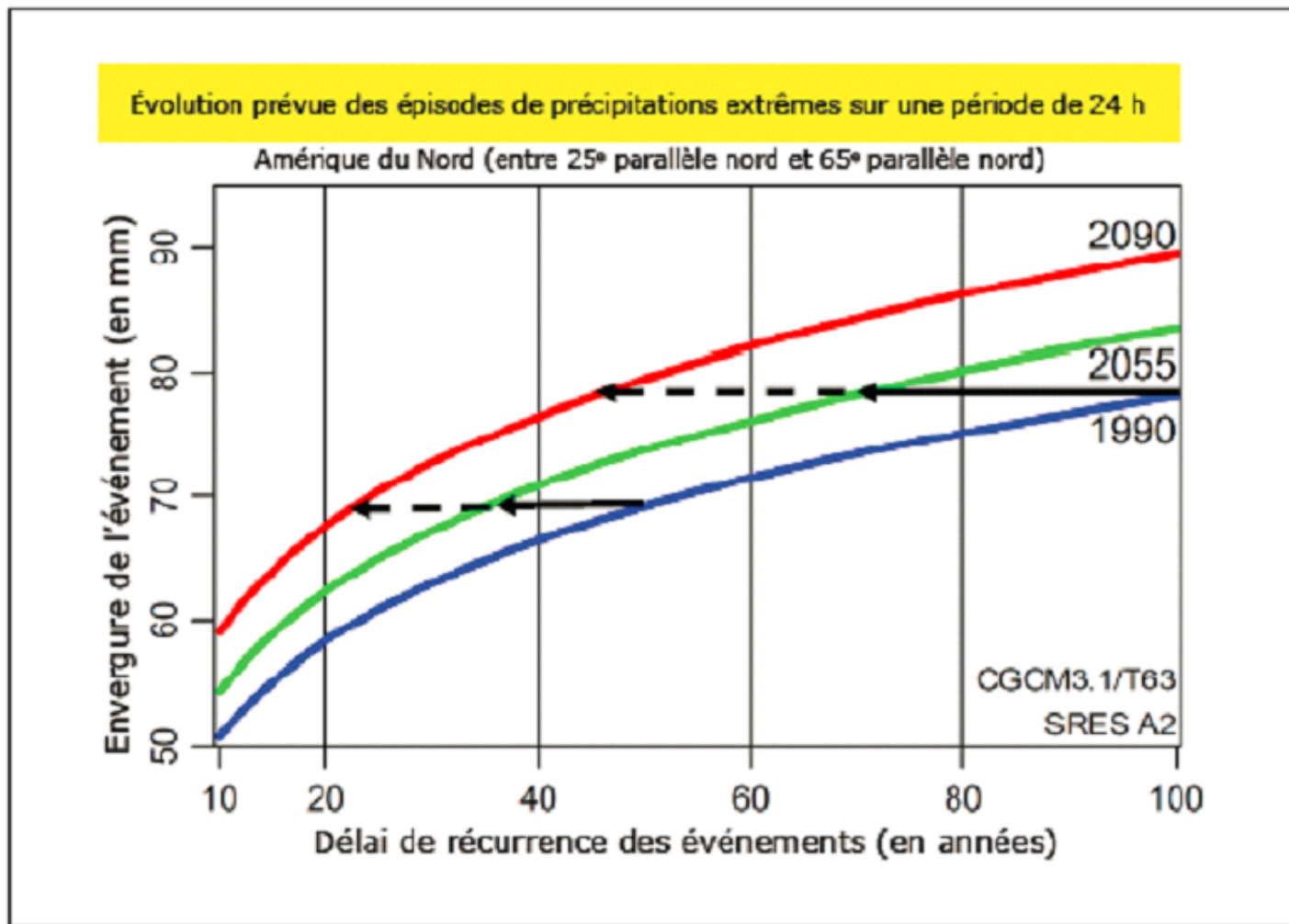
**Saguenay (1996),  
26 millions de m<sup>3</sup> d'eau  
et 9 millions de tonnes  
de débris**



**Le Grand Verglas (1998), 1,5 millions d'abonnés  
affectés, jusqu'à 30 jours sans électricité**



## Impacts sur les périodes de retour



Projections relatives au délai de récurrence (en années) des épisodes de précipitations extrêmes d'une ampleur donnée  
( Environnement Canada, selon le scénario A2 du GIEC)

## Les risques fluviaux

*Riv des Prairies 2005: Frasil*



*Châteauguay 2004: embôle*



*Crue géomorphique*





## Les risques fluviaux

### LES INONDATIONS: PRINCIPAL ALÉA NATUREL

- **COÛTENT DES M \$ / AN EN ASSISTANCE FINANCIÈRE AU MSP & CIES ASSURANCES**



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inondation de plaine en eau libre</li> </ul>	> 250 feuillets de CZI (CEHQ)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inondation éclair (eau libre)</li> <li>• ruissellement urbain + égout</li> <li>• cru géomorphique (érosion /alluvionnement)</li> <li>• crue +embâcle de débris</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>non cartographié à développer</li> <li>non-cartographié à développer</li> <li>non cartographié à développer</li> <li>non-cartographié</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• crue +embâcle de glace (printemps)</li> <li>• embâcle de glace (hiver)</li> <li>• embâcle de frasil (hiver)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>amorce d'une prise en compte</li> <li>non cartographiée développer</li> <li>non cartographiée</li> </ul>
facteurs aggravants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• défaillance de dispositif de protection (digue, barrage, seuil...)</li> <li>• érosion de sites de dépôts dangereux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>loi sur les barrages:cartes HQ</li> <li>non cartographié</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sur-élévation de l'eau en amont d'obstacles (pont)</li> </ul>	non cartographié



## Critères de cartographie des zones inondables au Canada

PROVINCE	CRITÈRES D'INONDABILITÉ	
Québec Politique de protection des rives, des plaines inondables et du littoral (1980 – 2005 - 2008) <i>Convention Canada- Québec (1976-1996)</i>	0 – 2 ans	Lit de la rivière
	2 – 20 ans	Zone de forts courants;
	20-100 ans	Zone de faible courant : construction permise avec immunisation
Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Terre-Neuve	0-20 ans	Zone de faible courant : construction permise avec immunisation
	20-100 ans	Canal de crue >1m, vitesse 1m /sec
Alberta, Nunavut	0-100 ans	Canal de crue >1m, vitesse 1m /sec
Manitoba	0-100 ( 0 -160 Winnipeg)	Canal de crue >1m, vitesse 1m /sec
Saskatchewan	1 -500 ans	Canal de crue > 1m, vitesse 1m /sec
Ontario	Sud: <i>crue de réf : Hazel</i> Sud et Nord : <i>crue de réf . Tempête Timmins</i> Sud-Est: 1-100 ans	Canal de crue 1:100
Colombie-Britannique	1:200 ans	Canal de crue plus une bande de 30 m.

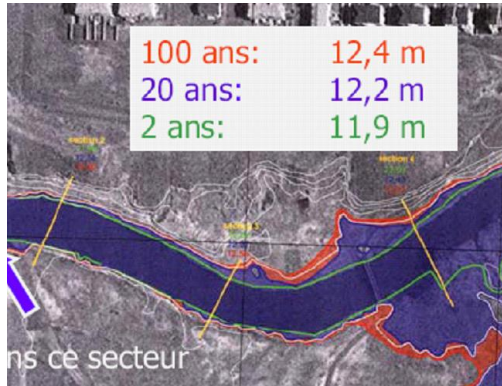
## Approches d'évaluation des aléas naturels au Québec

ALÉAS FLUVIAUX		ALÉAS CÔTIERS : ÉROSION, SUBMERSION, DÉFERLEMENTS	GLISSEMENTS DE TERRAIN
Différentes approches		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractérisation, dynamique côtière et zonage :</li> <li>• Anticipation de la progression de l'érosion sur divers horizons de temps: 50 ans et 100 ans</li> <li>• Taux d'érosion mesurés et suivis annuellement ( &gt; 3 500 bornes) <i>Côte-Nord</i>;</li> <li>• marge minimale de 60 m sur terrasse de plage</li> <li>• <u>Terres privées</u> : taux d'érosion x 50 ans + 10 m ;</li> <li>• <u>Terres publiques</u> : taux d'érosion x 100 ans ; <i>Rive-Sud</i> :</li> <li>• 30 mètres sur terrasse de plage;</li> <li>• Carte préliminaire de types de côtes)</li> <li>• Prise en compte de scénarios de changements climatiques dans les taux;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Essentiellement une approche morphométrique et géologique ( type de dépôt : f x hauteur talus avec bande de protection en pied de pente) ;</li> <li>• Pas de notion de récurrence;</li> <li>• les facteurs météorologiques ne sont pas pris en compte;</li> <li>• Aucune prise en compte des changements climatiques;</li> <li>• Absence d'une approche prédictive;</li> </ul>
Période de retour	PPRLPI- LQE Inondabilité en eau libre		
2- 20	Zone de fort courants; interdiction de construction (dérogation possible)		
20-100	Zone de faible courant : construction avec immunisation		
<b>Hydro-géomorphologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Approche multirisques</b>; inondabilité, érosion - alluvionnement, embâcle, torrentialité, exfiltration:</li> <li>• Prise en compte de scénarios de changements climatiques dans les taux d'érosion;</li> <li>• Cartographie évolutive</li> <li>• Évaluation des enjeux</li> </ul>		
<b>Carte événementielle</b>	Rivière au Renard: cartographie de la zone inondée		
<b>Carte des risques</b>	Rivière Châteauguay: évaluation du		

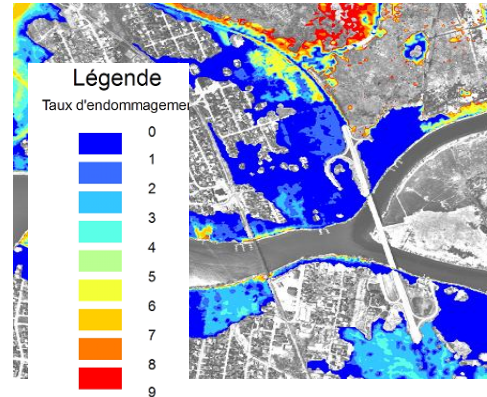
# Évaluations des risques pour le futur?

## différentes approches

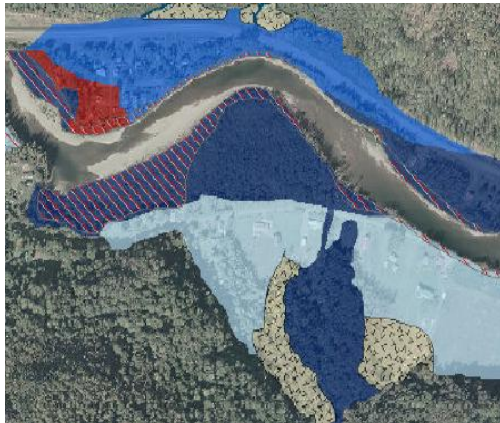
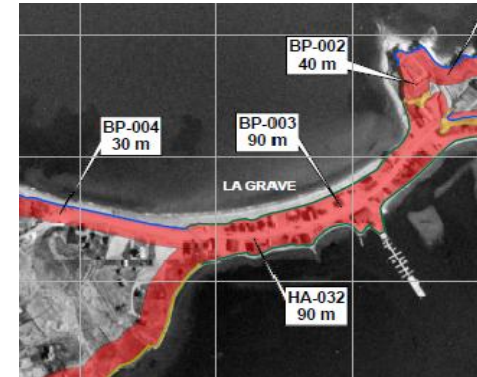
hydrostatistique



risque unitaire



Hypothèse d'évolution



hydrogéomorphologie



Carto événementielle



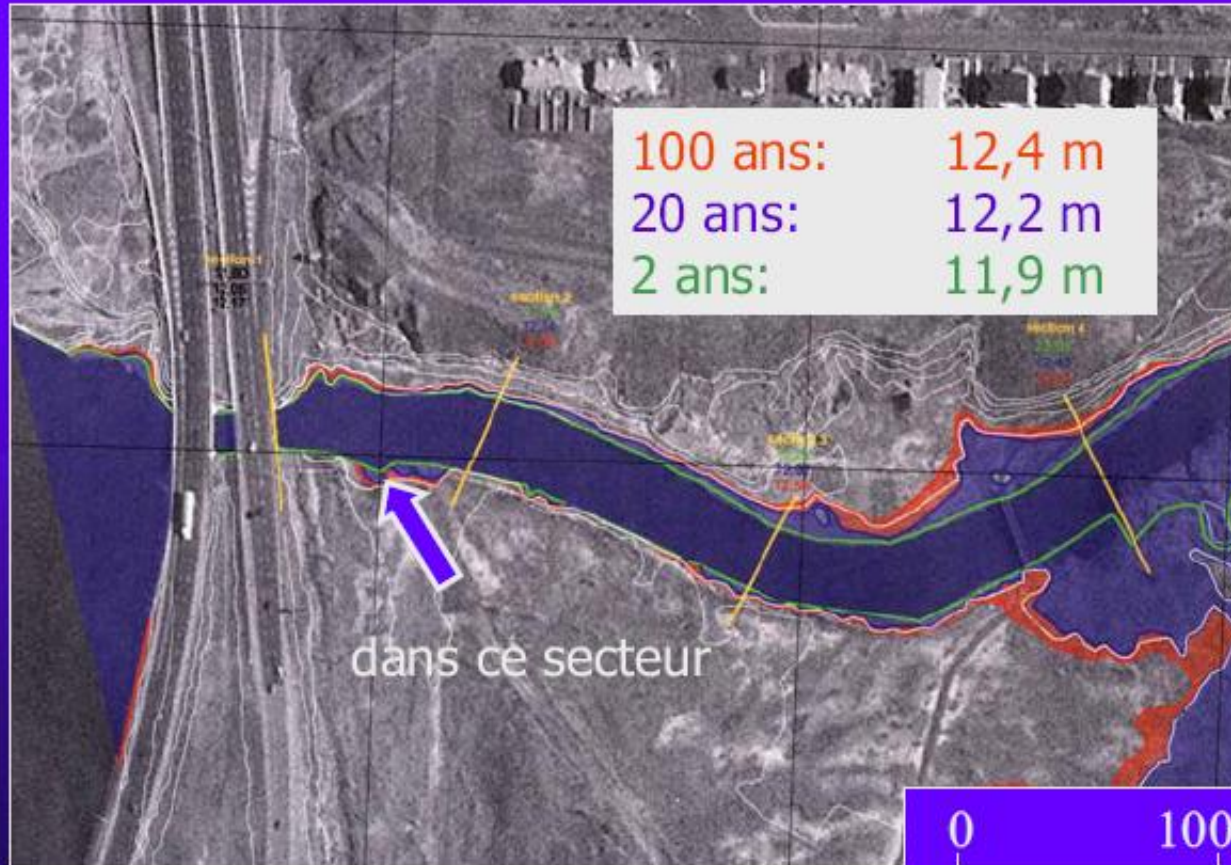
carte géotechnique



## Carte de zones inondables (CEHQ)

Les cotes 2, 20 et 100 ans pour ce secteur sont :

100 ans:	12,4 m
20 ans:	12,2 m
2 ans:	11,9 m



### BLOC 3.3

Définitions

Prescriptions

Rives

Ultral

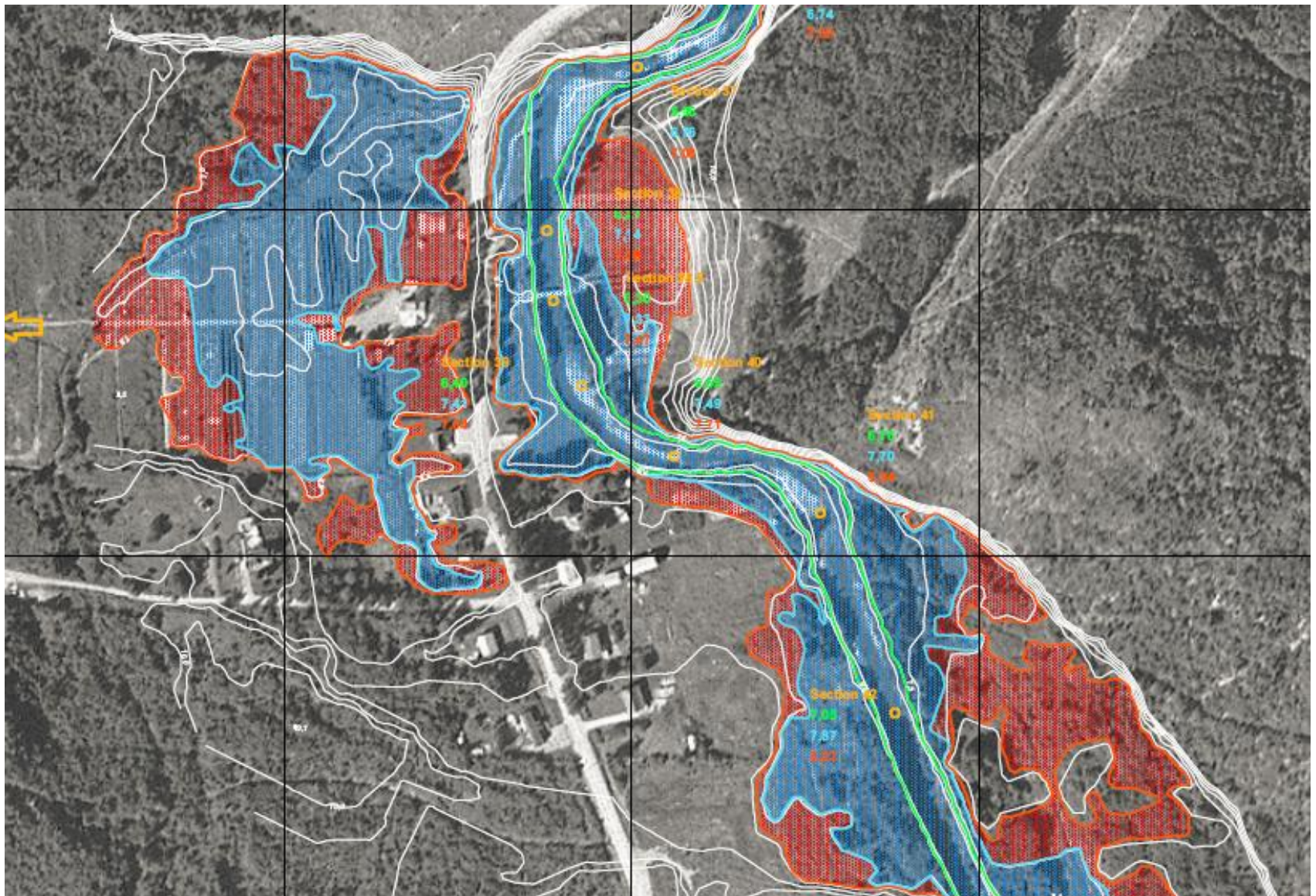
Plaines  
inondables

0

100m

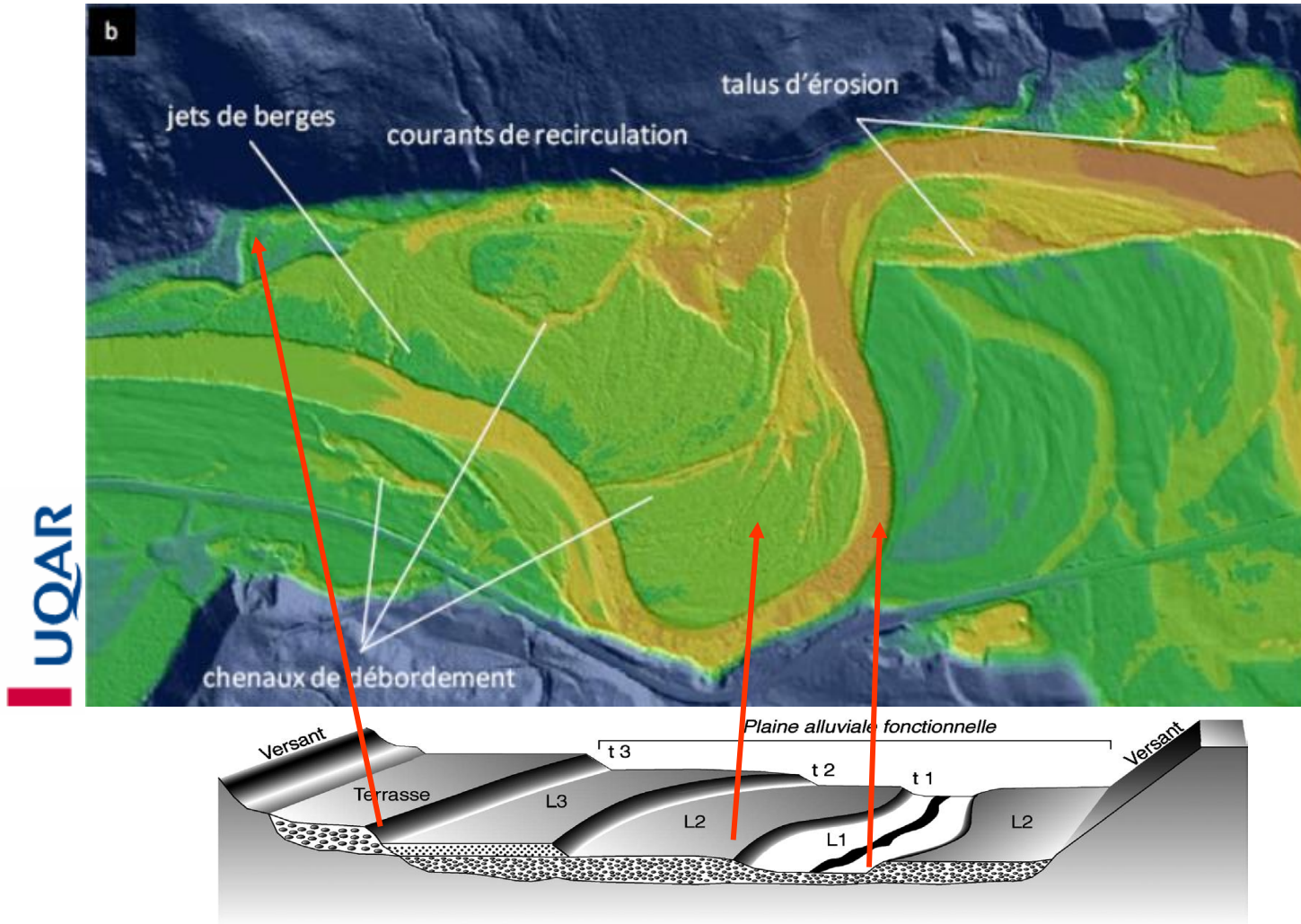


## Carte de zones inondables (CEHQ)





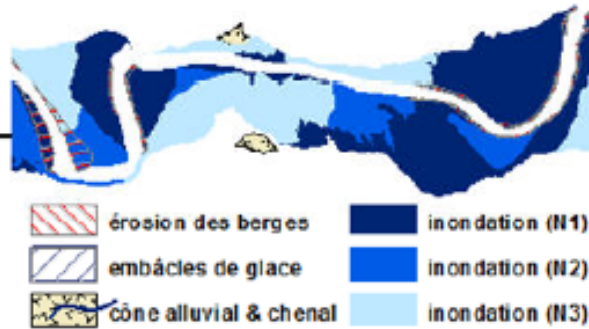
## Approche hydrogéomorphologique



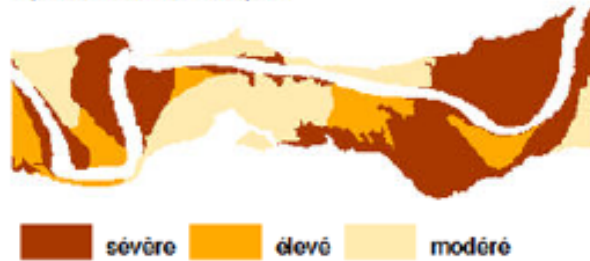


## Approche multirisques

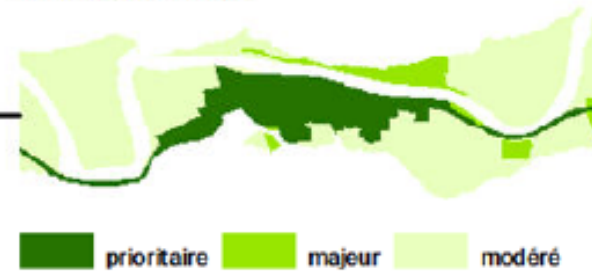
### 1) Aléas en rivières



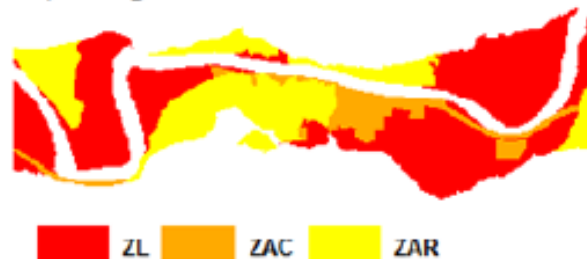
### 2) Niveaux de risque



### 3) Niveaux d'enjeu



### 4) Zonage



*Rivière-au-Renard 8-9 août 2007*





# Submersion & endommagement

## Coûts directs du risque:

- par type d'aléa
- combinaison d'aléas
- Indemnités (MSP)
- perte de biens
- perte de valeurs (prop)
- pertes taxes fonc (mun).
- coûts des urgences
- coûts travaux préventifs
- équité (gouv-mun-prop.)

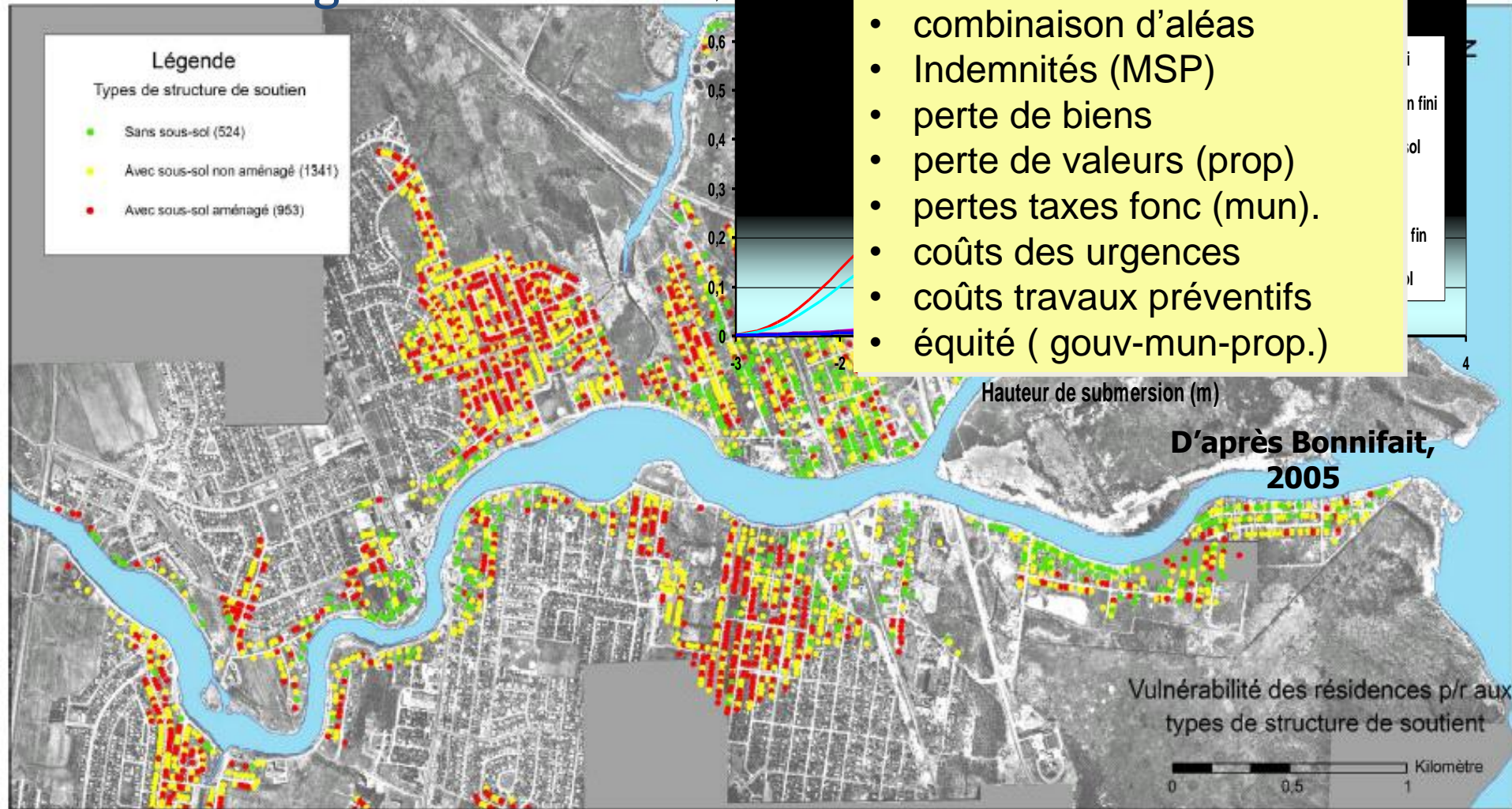
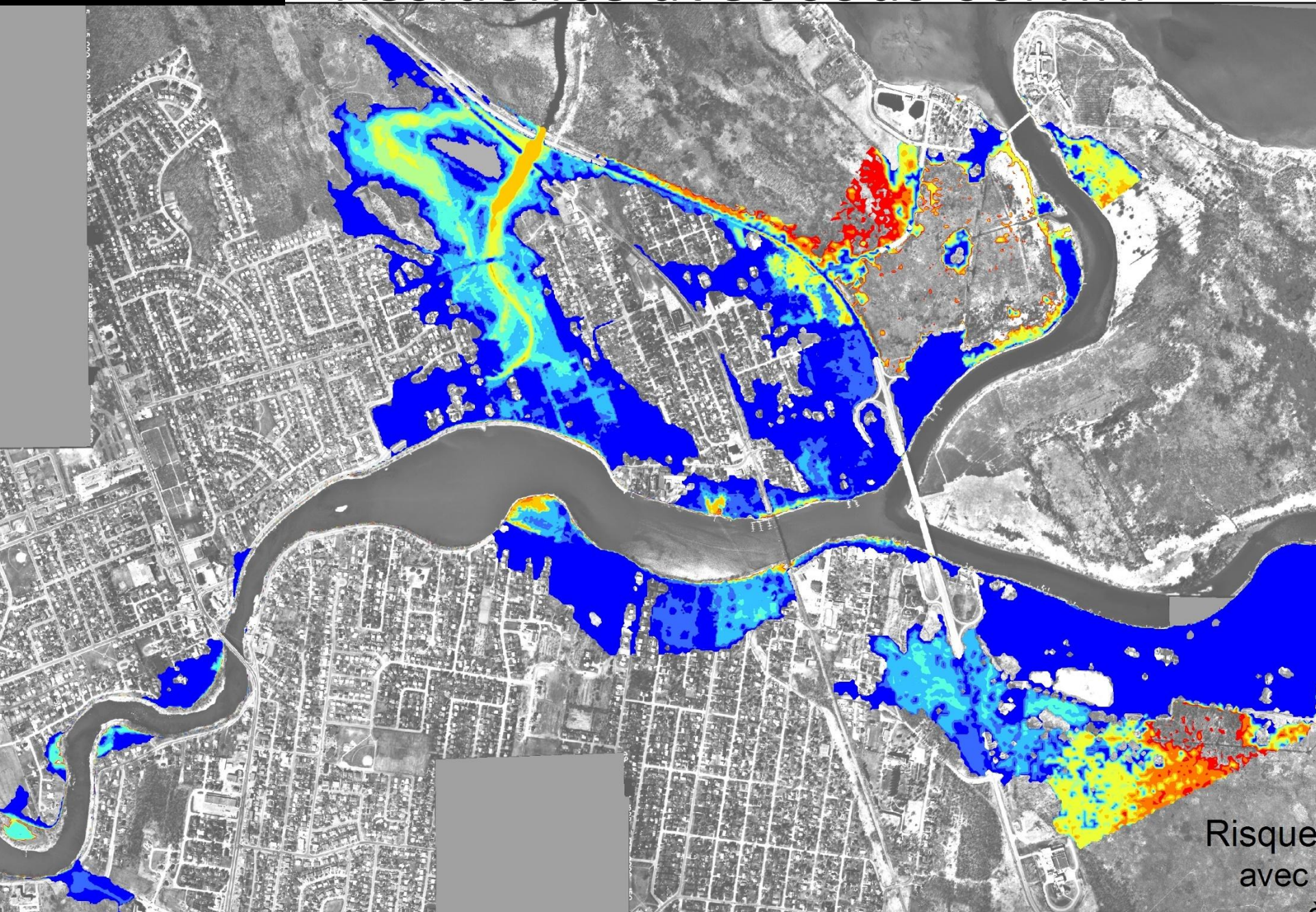


Planche 13 : Distribution des types de résidence dans les secteurs ciblés





Risque  
avec



# Risques littoraux

**ZONAGE D'ÉROSION**  
**Îles-de-la-Madeleine**

**Carte 07/100**

**Symbologie**

**Grand type de côte**

- Falaise meuble
- Falaise rocheuse
- Falaise rocheuse à sommet meuble
- Flèche littorale
- Marais maritime
- Terrasse de plage
- Tombolo/cordon littoral
- Zone portuaire

**Marge de sécurité proposée**

- Milieu humide
- Talus
- Erosion côtière

50 m \*  
\* Largeur de la zone en m

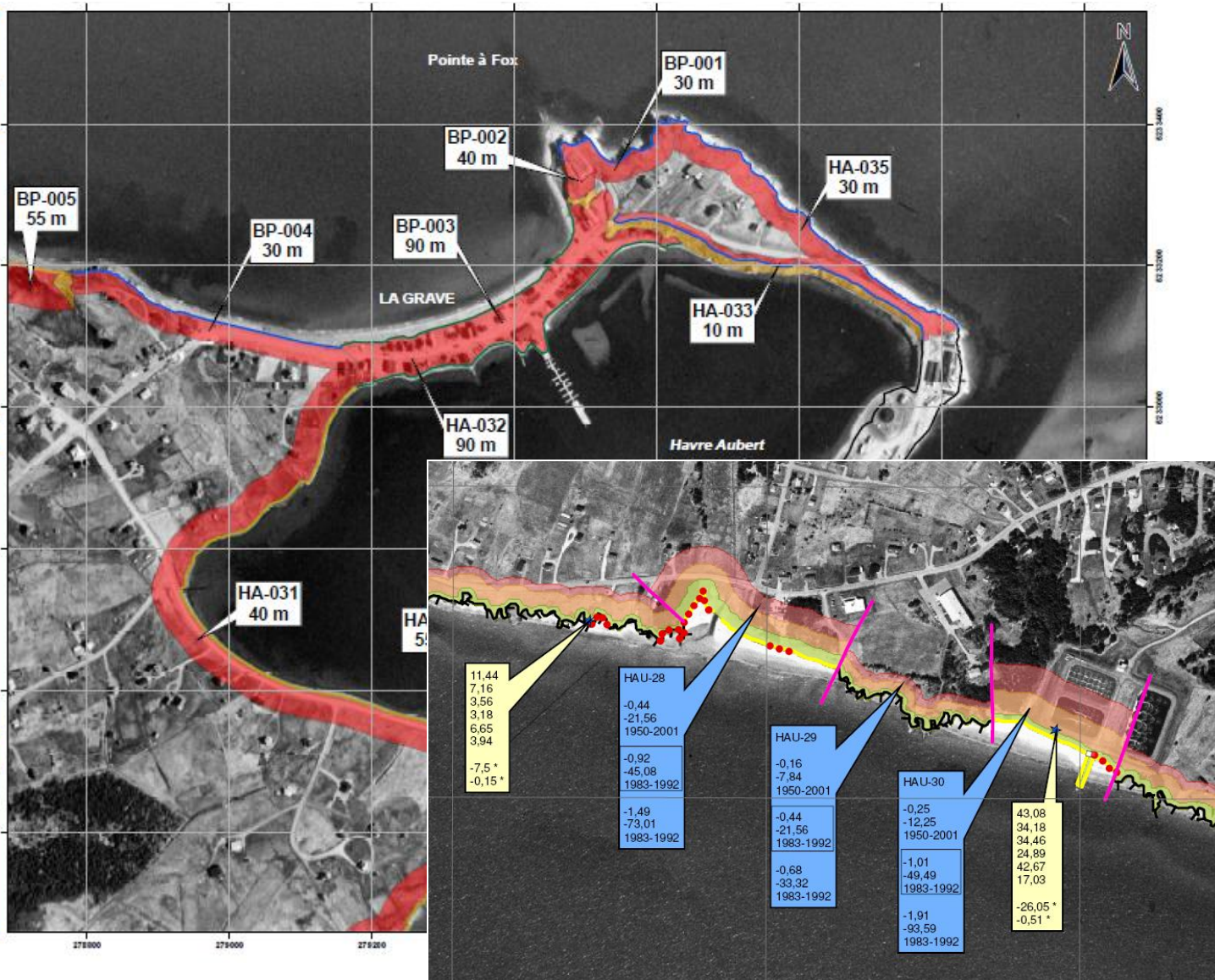
**Localisation**

**Sources**

Fond de carte  
Imagerie aérienne orthorectifiée 2008. Résolution 15 cm (UQAR)  
Aérienne plan : Imagerie aérienne orthorectifiée 2001, 1:40 000 (MRNF)  
Projection : NAD 83, MTM zone 4

Source des données  
Chaîne de recherche en glaciologie côtière, UQAR

Réalisation  
Chaîne de recherche en glaciologie côtière, UQAR, janvier 2012  
Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LIGZC)



# Merci de votre attention

- Le Québec présente une large gamme d'aléas naturels
- Le Québec bâti présente de grandes vulnérabilités;
- On mesure déjà les incidences des CC
- Les événements extrêmes sont fortement plus dommageables que les événements moyens
- La plupart de nos outils d'appréciation des risques ne prennent pas en compte les CC
- Il est urgent de s'intéresser aux approches adaptatives des milieux bâtis par le développement de plans de gestion, d'adaptation et d'urgence

**INFRA 2014 - 20e édition**

**3 décembre 2014**

**Palais des congrès de Montréal**

**NATHALIE BLEAU, Ouranos**

**FRANÇOIS MORNEAU, MSP/Ouranos**