



ÉVALUER ET ANTICIPER LES RISQUES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES : OUTILS ET SOLUTIONS PRÉVENTIVES.

CONGRÈS AGRCQ 2015

31 MARS 2015

Présentée par Sabrina Cardin Ouellette, M. Ing



Rivières soumises à différentes dynamiques de glace.

Le mouvement des glaces au moment de la débâcle peut endommager les ponts, barrages, bâtiments et autres infrastructures aux abords de la rivière.

De plus, lors d'un blocage par la glace l'augmentation rapide des niveaux et vitesses d'écoulement peut perturber l'écosystème, favoriser l'érosion des berges et le transport de sédiments (Beltaos, 2008).

Objectifs de cette présentation:

- 1. Présenter les indicateurs et les risques hydrométéorologiques.**
- 2. Survoler les avenues de prévention et d'intervention.**
- 3. Transversalement, comprendre comment le gestionnaire de cours d'eau peut être un acteur dans la gestion des risques.**

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1: COMPRENDRE POUR MIEUX OBSERVER

2: RÉDUIRE LES RISQUES D'EMBÂCLE ET D'INONDATION

3: PRÉVISIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES À VENIR

0. HYDRO MÉTÉO, QUI SOMMES-NOUS ?

Hydrologie

Glaciologie

Météorologie

Achats, installation et gestion de matériel de mesures hydriques ou météorologiques.
Projet clé en main.

Affaiblissements préventifs des couverts de glace

Experts consultants
Embâcles, frasil et problèmes d'écoulement fluvial.

Études

relevés bathymétriques et topographiques, impact d'un glissement de terrain en rivière, étude de courant, étude hydrométrique, échantillonnage d'eau, évaluation d'un site problématique pour aménagement futur.

Programme annuel de surveillance et prévision des crues

UNE ÉQUIPE DE TERRAIN

**ARGO (VÉHICULE-AMPHIBIE)
ET RADAR *ICE PROFILING SYSTEM***

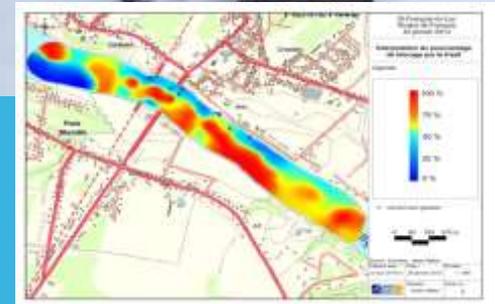


MICRO-FORAGES



CAROTTES DE GLACE ET DE NEIGE

SUIVI DES MOUVEMENTS DE GLACE PAR PHOTOS AÉRIENNES

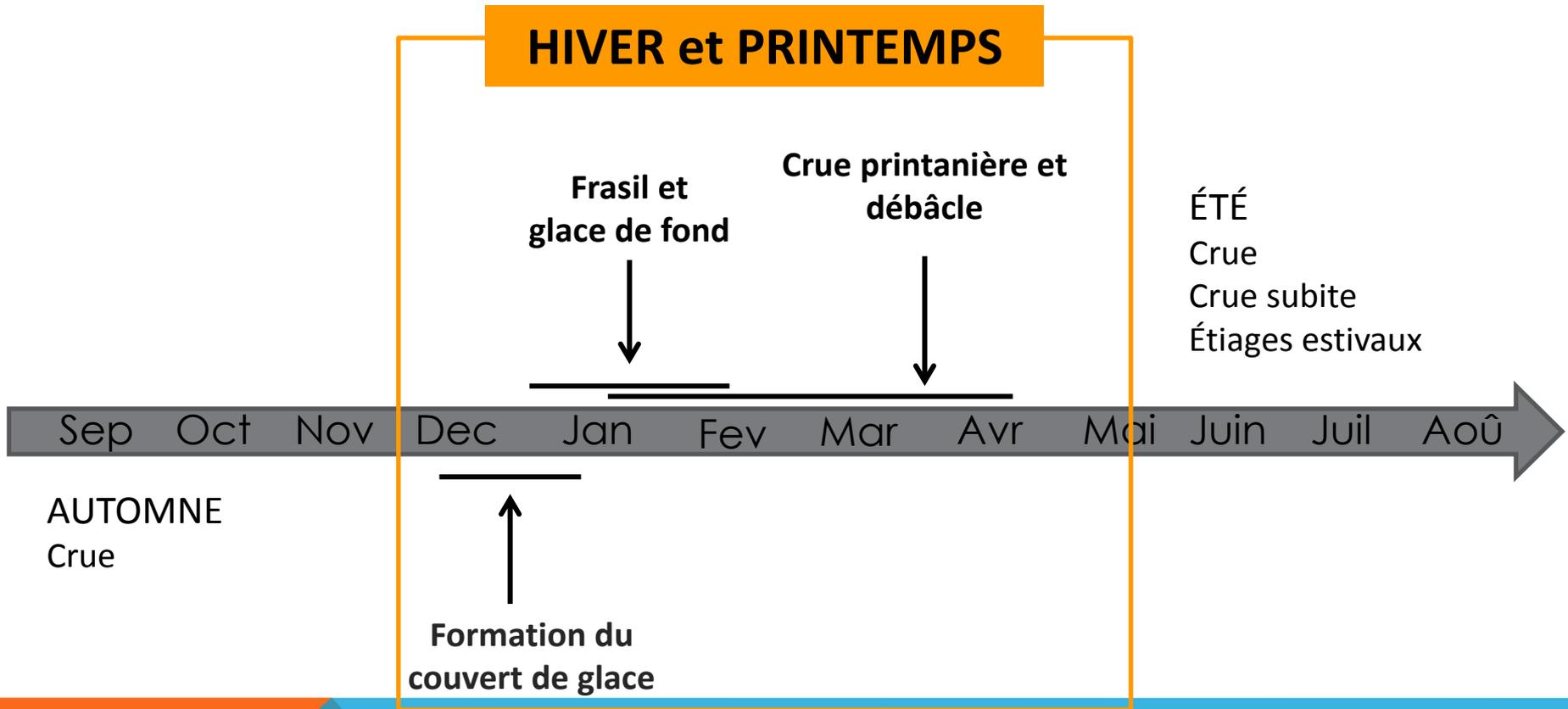


INVESTIGATION PAR DRONE

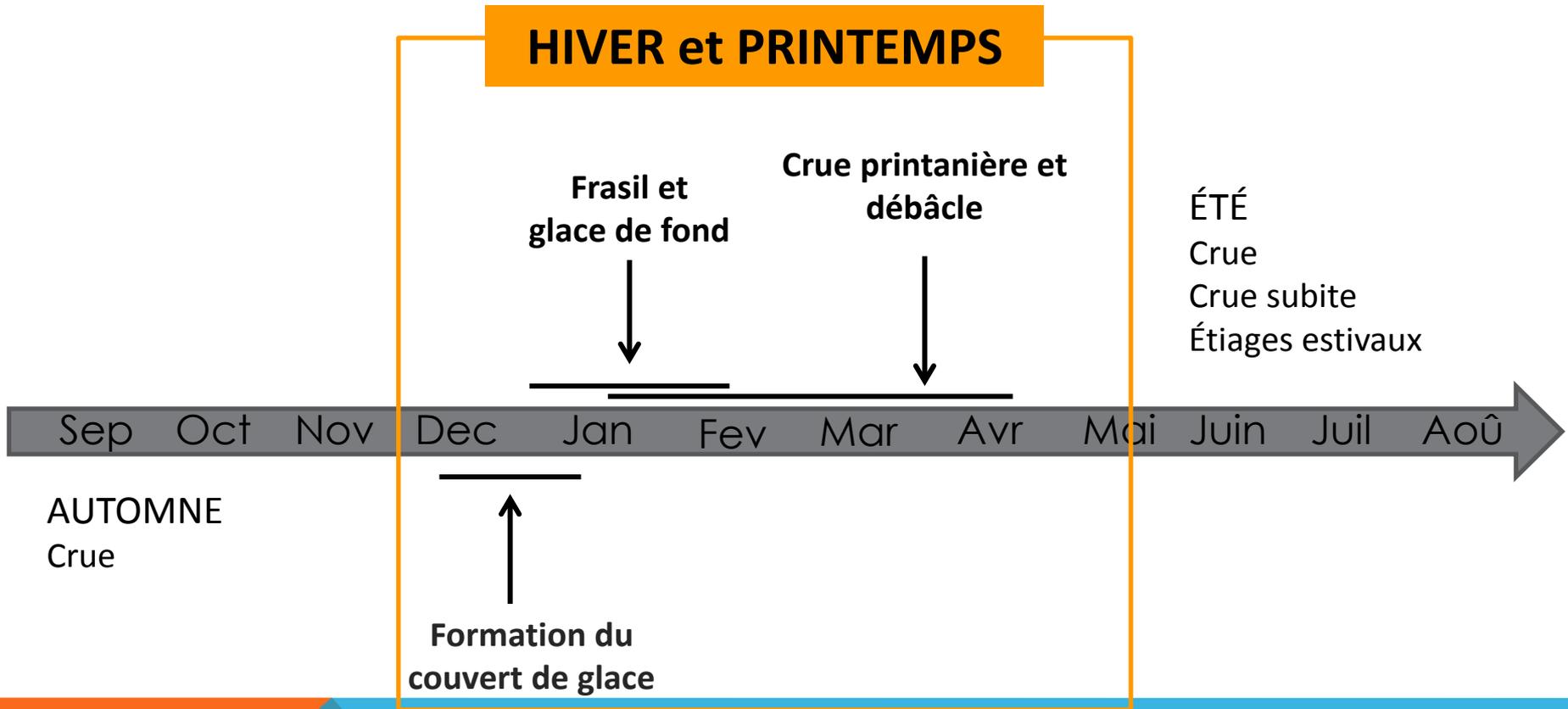


1. COMPRENDRE POUR MIEUX OBSERVER, COMPRENDRE POUR MIEUX INTERVENIR

PROBLÉMATIQUES HIVERNALES À SURVEILLER



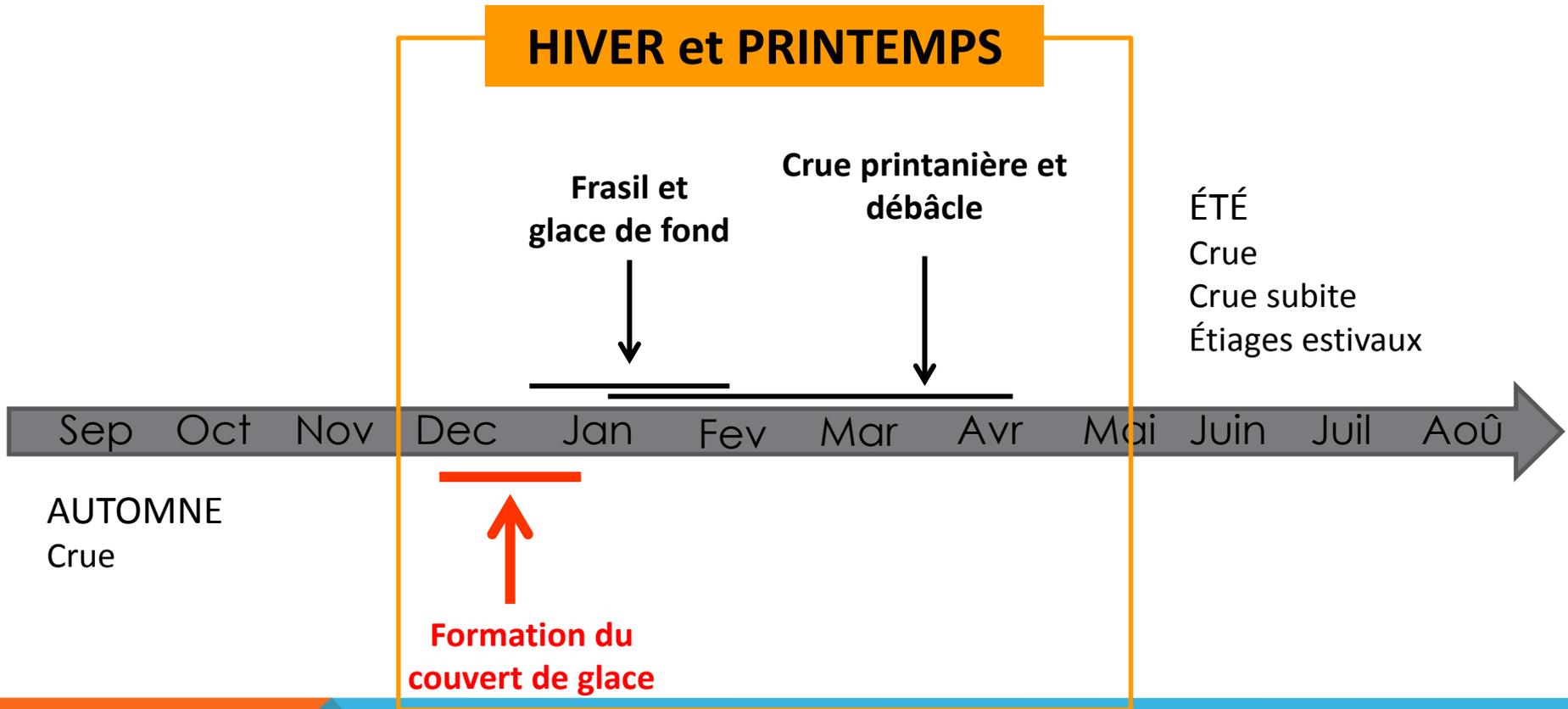
PROBLÉMATIQUES HIVERNALES À SURVEILLER



Pour chaque problématique:

- Conditions hydrométéorologiques.
- Observation terrain.
- Suivi pouvant être effectué.

PROBLÉMATIQUES HIVERNALES À SURVEILLER



FORMATION DU COUVERT DE GLACE

Conditions: Température de l'air inférieure à 0°C ET température de l'eau est inférieure à +1°C

Observations:

- 1) Un brouillard d'évaporation est visible lorsqu'il existe un fort contraste de température entre l'air et l'eau.
- 2) La glace se forme d'abord à partir des berges jusqu'au centre de la rivière ou des lacs.
- 3) Les zones de rapides vont gelées uniquement si $T_{air} \leq -15^{\circ}C$ pendant plusieurs jours. (degrés-jours de gel)

Suivi pouvant être effectué:

Épaississement du couvert de glace.

Volume (superficie).

Évaluation de sa solidité.



LES TYPES DE GLACE

Il existe deux types de glace:

La glace **blanche**: *faible dureté*

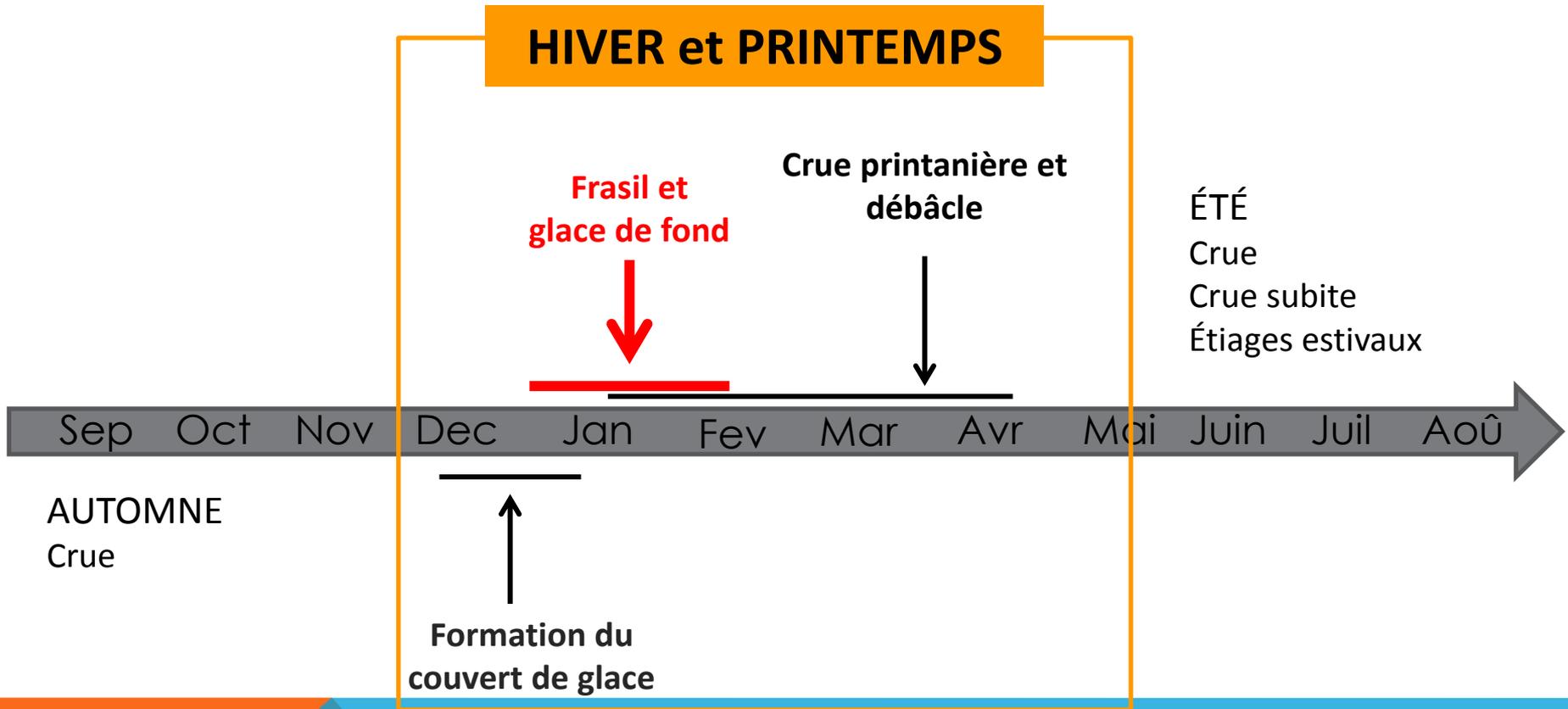
- Formation de glace de neige en surface
- Affectée par les paramètres météorologiques
- Occupe généralement de 5% à 40% à la fin d'une saison



La glace **noire**: *Solidité élevée*

- Formation par échange thermique
- A une apparence bleutée ou noire
- En contact avec l'eau, le frasil ou avec le fond

PROBLÉMATIQUES HIVERNALES À SURVEILLER



FRASIL

Qu'est-ce que le frasil ?

Lorsqu'il y a turbulence, et que l'eau se refroidit autour du point de congélation, se forme de fines particules de glace autour de noyau de nucléation.

Fines aiguilles ou plaquettes de glace en suspension dans l'eau. (Environnement canada)

Conditions:

- 1) Eau libre de glace (zone de rapides)
- 2) Température de l'eau < 1°C
- 3) Température de l'air < -13°C ,
sans vent ou à partir de -5°C (avec vent)
- 3) Nuit très froide avec ciel dégagé
et vent froid et sec.
- 4) Chute de neige => Frasil de neige.



Observations: Zone libre de glace, Slush flottante, radeaux de glace

PROBLÉMATIQUES DE FRASIL

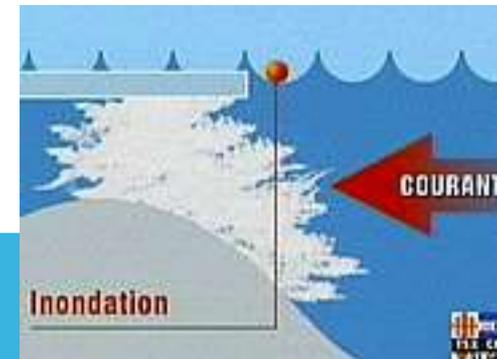
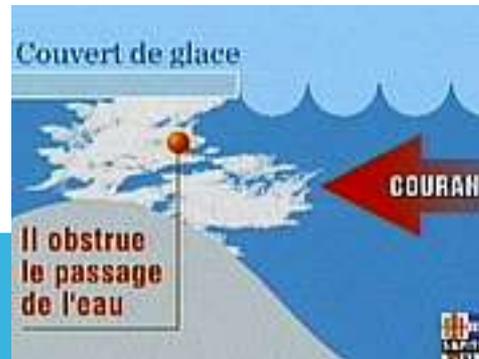
Particularité:

Température de l'eau $< 0^{\circ}\text{C}$ (surfusion)

- Frasil "actif"
- Noyaux de frasil à fortes propriétés adhérentes

Évolution du frasil et problématiques potentielles

- Entassement des plaques sur le couvert de glace en place = expansion du couvert de glace
- Submersion sous le couvert de glace et accumulation sous glaciaire pouvant entraîner une réduction importante de la section d'écoulement



Source
de
l'image:
Radio
Canada

- Zone de rapides: entraînement des noyaux de frasil vers le fond de la rivière, création de glace de fond.

ACCUMULATION SOUS-GLACIAIRE DE FRASIL

*Rivière Noire
Waltham
Hiver 2014*



Observations:

- Hausse lente des niveaux d'eau en amont de la section d'écoulement problématique
- Bombement du couvert de glace
- Marque de refoulement

Suivi à effectuer:

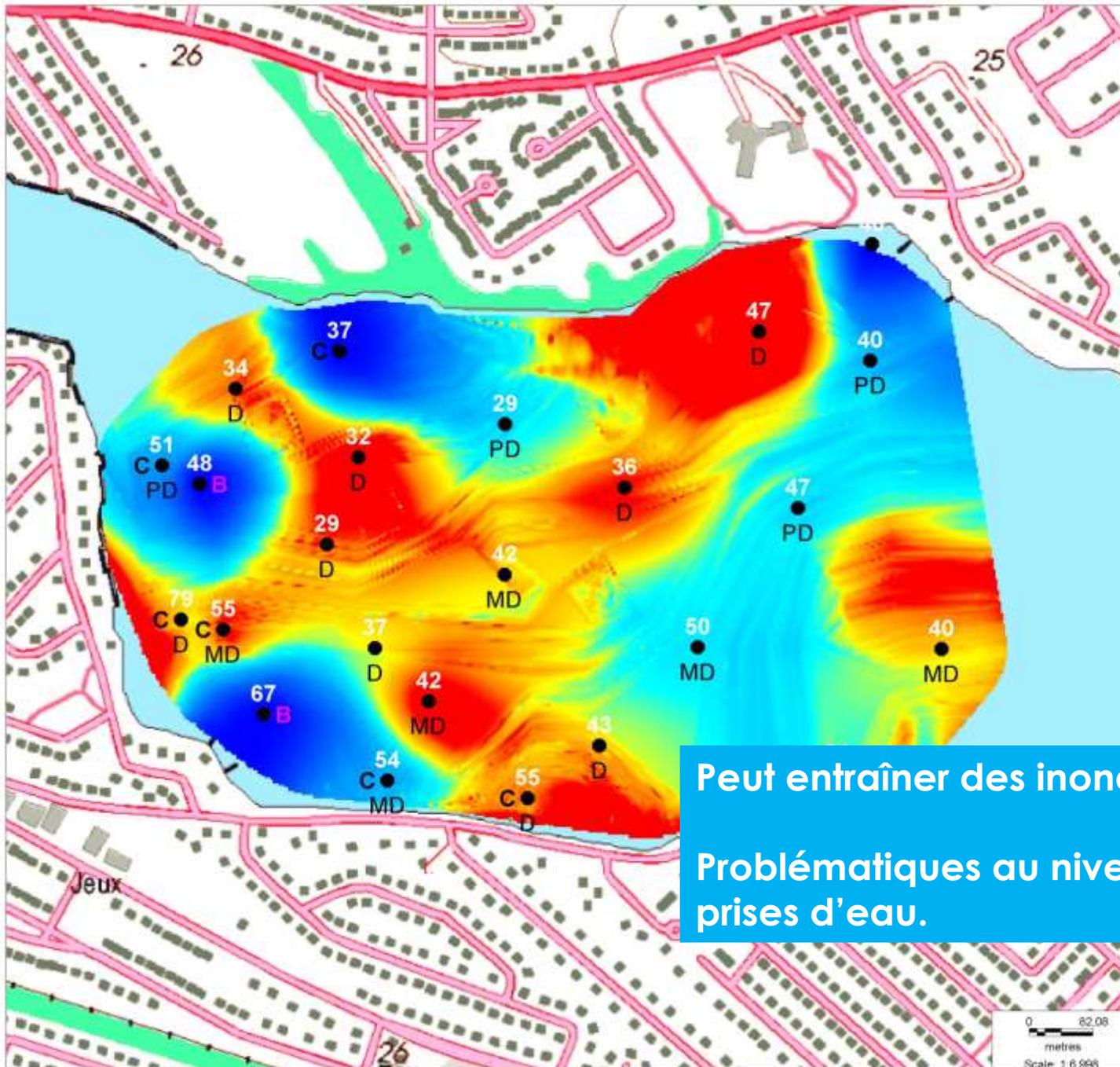
- Hausse locale de niveau
- Surveiller les inondations localisés.



Couvert de glace surélevé à cause du frasil 15 pieds plus haut que la normale

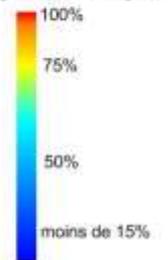


État des différents
paramètres de blocage



Légende

Blocage en pourcentage (%)



- Point de mesure
- Épaisseur de la glace (cm)
- Courant (C) ○ Présence de blocs de glace (B)
- Densité du frazil

Peut entraîner des inondations.
Problématiques au niveau des
prises d'eau.



Client :
Ville de Laval

0 82,08
metres
Scale: 1:6,996

Date :
03/02/2015

Carte no. :
1



Glace de fond

GLACE DE FOND

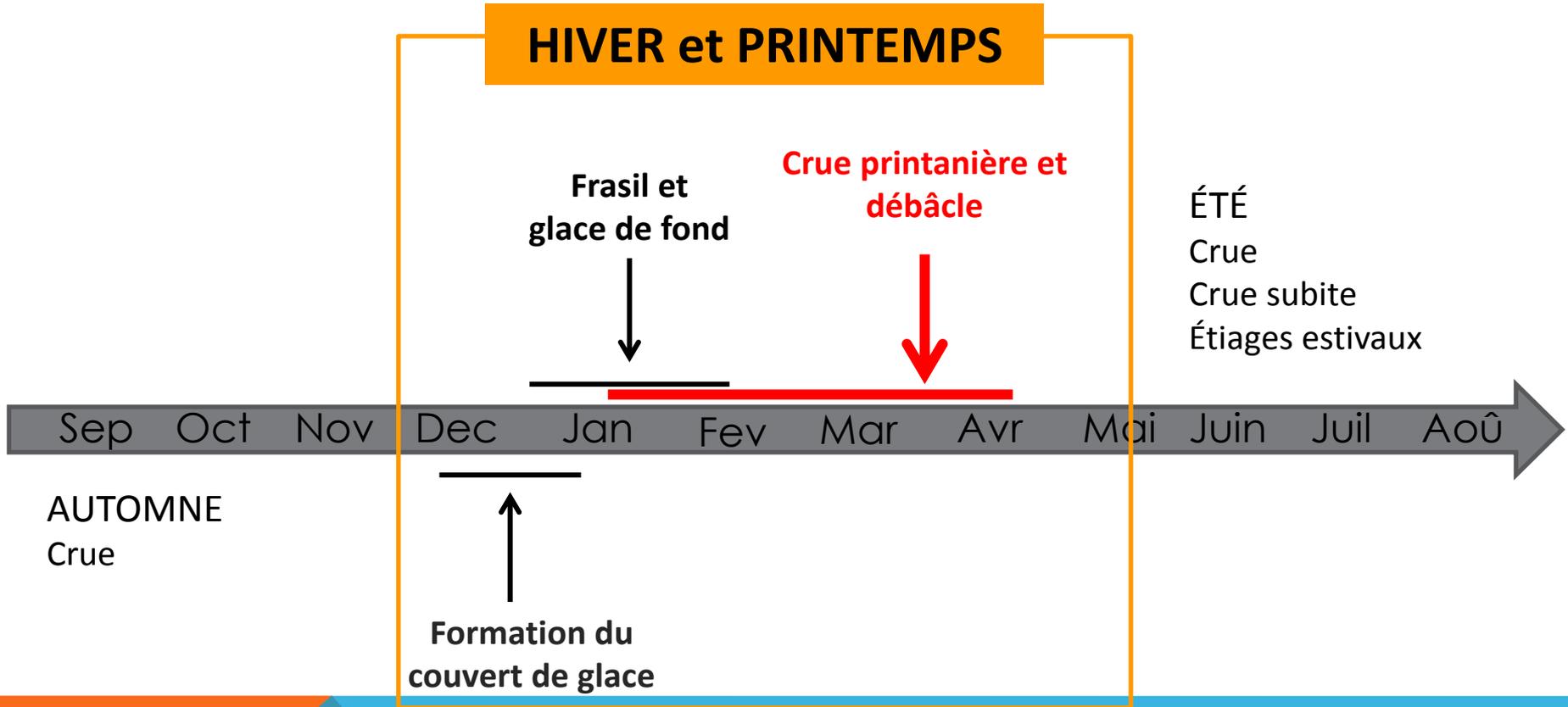
Lorsque les particules de frasil actives se collent au fond de la rivière et s'y accumulent, il y a formation de glace de fond.



*Rivière Ouareau, Crabtree
Hiver 2013*

Formation de glace de fond peut aller jusqu'à la formation de « bassin » marqué par une dénivellation importante du niveau de l'eau

PROBLÉMATIQUES HIVERNALES À SURVEILLER



CRUE ET DÉBÂCLE DU COUVERT DE GLACE

Scénario idéal: Dégradation graduelle du couvert de glace.

CONDITIONS:

Compaction du couvert de neige.

Hausse des températures, fonte de la neige et précipitation liquide.

Hausse progressive du niveau d'eau.

Plusieurs journées ensoleillées : dégradation du couvert par le rayonnement solaire.

Dégradation plus rapides aux niveaux des secteurs de rapides.



EMBÂCLE DE GLACE

Scénario: Débâcle soudaine du couvert de glace et blocage

CONDITIONS:

- 1) Présence d'un couvert de glace en place intermittent ou non.
- 2) Épaisseur du couvert de glace d'au moins 15 cm, peu dégradé.
- 3) Événement de débâcle:
Chute de pluie OU fonte rapide ET ruissellement optimal
→ Hausse rapide du débit entraînant bris du couvert de glace.
- 4) Des zones d'eau libre peuvent activer la formation d'embâcle en forçant le couvert de glace à bouger prématurément

Zones propices au blocage:

Faibles profondeurs, méandres, rétrécissement et élargissement (baie), obstacles (piliers de pont, obstacles, glissement de terrain)

Observations et suivi:

- Morcellement et amoncellement de la glace, densité, relief...
- Hausse du niveau d'eau en amont de l'embâcle.
- Inondation localisée.
- Déplacement de l'embâcle

embâcle annuel

**Les motoneiges : bêtes noires
de la rivière L'Acadie**

DISTINGUER LES EMBÂCLES DES AMONCELLEMENTS



2014/01/09



**Embâcle, rivière Nicolet
2013**



Embâcle, rivière L'Acadie, 2013



Embâcle sur la rivière l'Assomption, avril 2005

SOMMAIRE DES RISQUES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES EN HIVER

Phénomène	Période de l'année	Conditions hydrométéorologiques	Observations	Risque intervention
Formation du couvert de glace	Novembre, Décembre	Froid	Formation de glace sur les berges.	Amoncellement, faible risque.
Frasil et embâcle de frasil.	Janvier, Février	Zone d'eau libre Plusieurs jours $T \leq -15^{\circ}\text{C}$	Slush et plaques de frasil Bombement du couvert de glace Trace de refoulement.	Risque d'inondation, Risque prises d'eau, Déglaçage.
Glace de fond	Janvier, Février	Zone d'eau libre Plusieurs jours $T \leq -15^{\circ}\text{C}$	Idem.	Idem.
Débâcle du couvert de glace	Janvier à mai	$T \geq 0^{\circ}\text{C}$ Pluie abondante. Fonte de la neige intense. Atteinte d'un certain débit.	Hausse du ruissellement. Bris du couvert de glace.	Risque d'embâcle. Suivi hydro et glace. Vigilance météorologique.
Formation d'embâcle	Janvier à mai	Lors de la débâcle. Épaisseur de la glace $\geq 15\text{ cm}$ Glace solide.	Bloc de glace, relief, hausse rapide du niveau en amont de l'embâcle.	Risque d'inondation, mesures d'urgence, destruction de l'embâcle si possible.

2. RÉDUIRE LES RISQUES LIÉS AUX EMBÂCLES

PRÉVENTION, RÉDUCTION ET INTERVENTION

Catégorie	Prévention des embâcles	Réduction des dommages	Intervention lors d'un embâcle
Objectif	Prévenir les embâcles sévères.	Limiter les coûts et les impacts lors d'un embâcle.	Diminuer les impacts d'un embâcle déjà en place.
Moment de l'intervention	Avant la formation de l'embâcle.	Avant et pendant la formation de l'embâcle.	Pendant et après la formation de l'embâcle.
Mesures structurelles	Structure de contrôle de la glace Modification du chenal d'écoulement.	Structure de contrôle du débit et des inondations. Préparation civile.	
Mesures non-structurelles	Affaiblissement et destruction mécanique du couvert de glace. Aménagement.	Système de surveillance et d'alerte d'inondations. Aménagement.	Utilisation d'explosifs. Bris mécanique de la glace.

2.1 ANTICIPER LES RISQUES

2.2 TRAVAUX DE PRÉVENTION

2.3 INTERVENTION

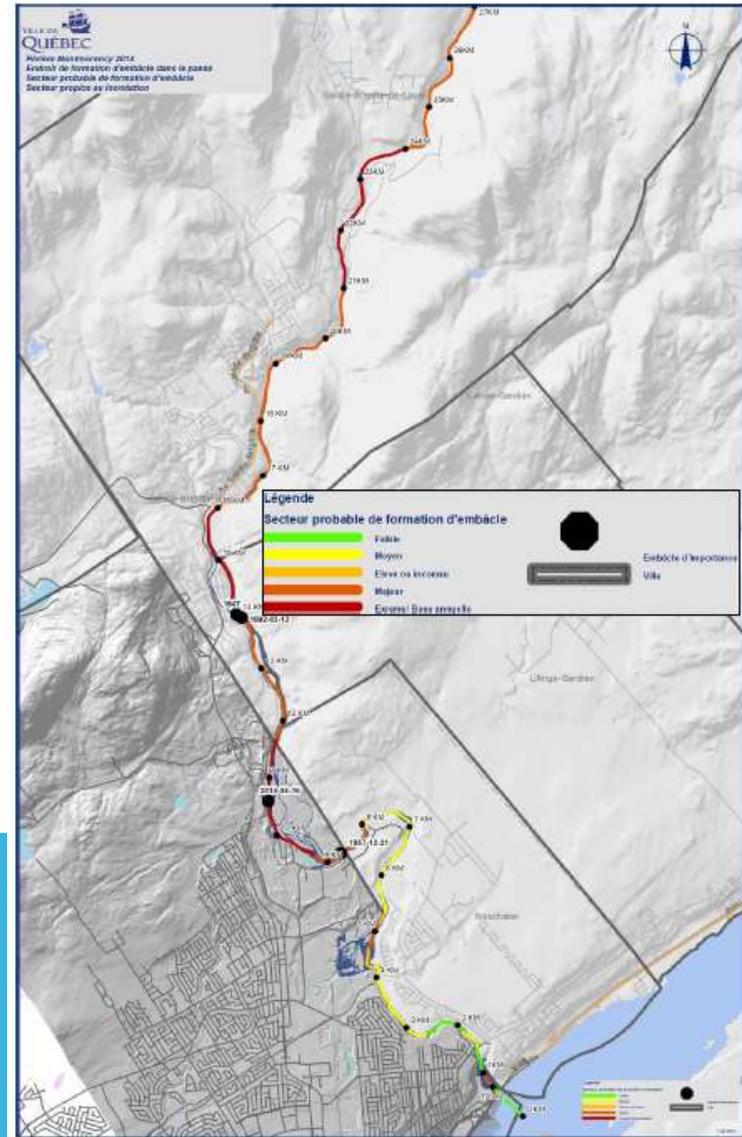
2.4 AMÉNAGEMENT ET STRUCTURES

A. Connaître son territoire

L'historique d'une rivière demeure le meilleur indicateur de risque d'embâcle.

Évènements connus.
Reconstitution.
Modélisation.

Cartographie des zones à risque.



B. Pouvoir suivre la situation en temps réel:

Instrumentation, prises de mesure.



C. Documenter les conditions pour évaluer les risques hydrométéorologiques

Indicateurs météorologiques températures et précipitation.

Indicateurs liés à la neige: Évaluer le potentiel de ruissellement.

Indicateurs hydrologiques: Carte de ruissellement, Niveau et débit.

Indicateurs glaciels:

- Épaisseur et solidité du couvert de glace

- Présence d'embâcle

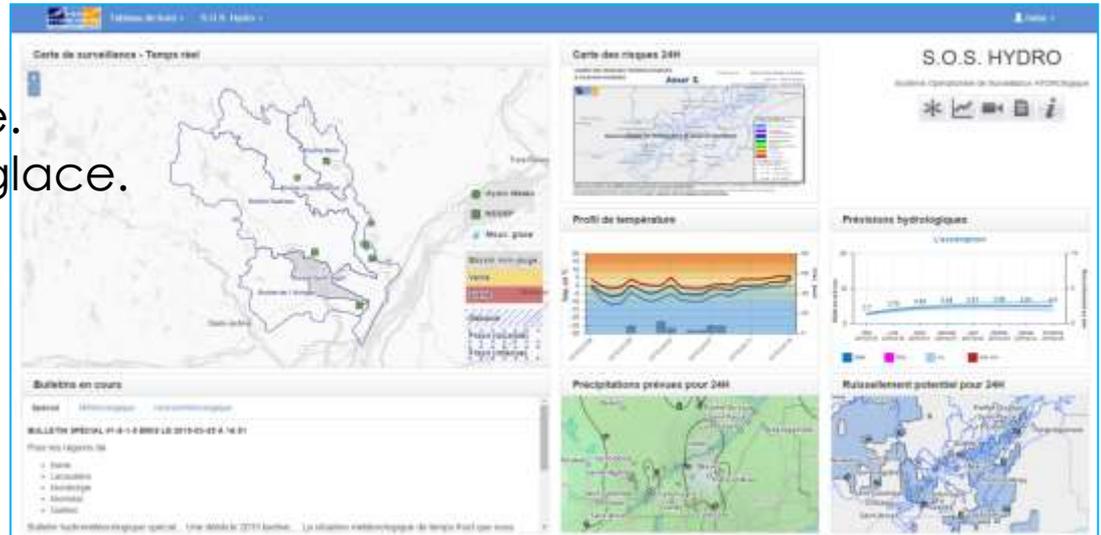
- Présence de trace de refoulement.

Système de prévision des embâcles et système d'alerte

Surveillance météorologique.
Surveillance du couvert de glace.

Prévision météo
Prévision de débit.
Interprétation des risques.

Outils publics et privés.



Pour chaque indicateur = identifier des seuils.

Permettre les travaux préventifs.

Réduction des dommages: Mesures d'urgence, mesures de protection

AFFAIBLISSEMENT PRÉVENTIF DU COUVERT DE GLACE

But: Affaiblir le couvert de glace pour limiter les risques lors de la débâcle

Méthode	Objectifs	Particularités
Épandre des matériaux sombres	Affaiblir par le dessus, rayons du soleil.	Si fait trop tôt, peut ensuite être recouvert de neige, si fait trop tard alors couvert de glace n'est plus sécuritaire.
Sciage	Contrôler la taille des plaques de glace.	Pourrait provoquer une débâcle hâtive puisque le couvert de glace se fracture plus facilement.
Forage	Favoriser l'érosion naturelle de la glace.	Impacts limités si regel trop important.

AFFAIBLISSEMENTS PRÉVENTIFS PAR FORAGE

Objectif: Accélérer le phénomène d'érosion naturel du couvert de glace.

Les forages ont pour objectif d'amplifier l'érosion sous-glaciaire. Le mouvement giratoire de l'eau dans les forages augmente la surface d'érosion entre l'eau et la glace. Les travaux sont réalisés de manière préventive suffisamment tôt avant la date anticipée de la débâcle afin de laisser le temps au couvert de glace s'éroder.



Jour 1

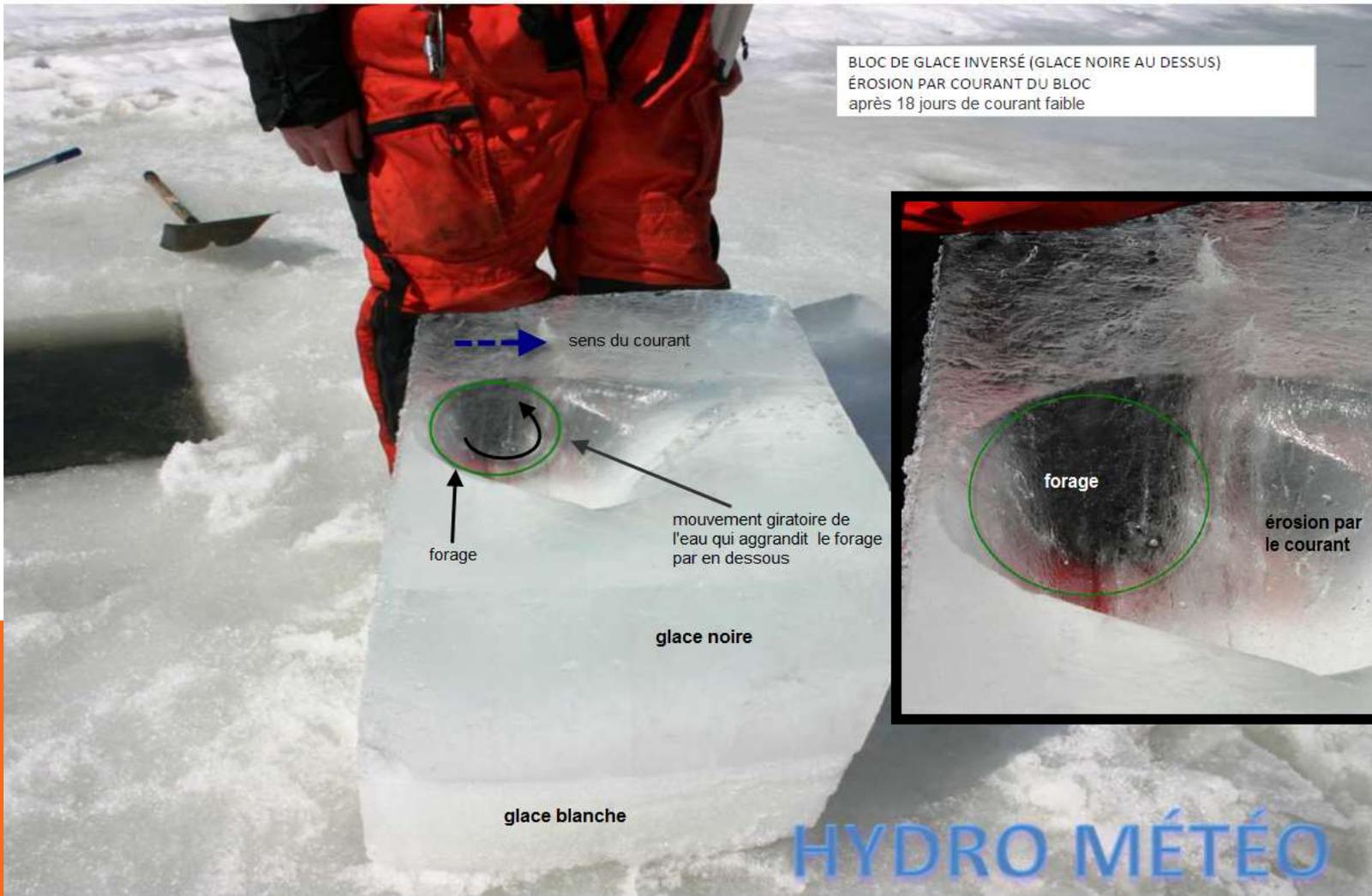


Jour 30



Jour 31

AFFAIBLISSEMENTS PRÉVENTIFS PAR FORAGE



Évolution des affaiblissements vue par drone. Riv l'Assomption 2013



DESTRUCTION ET RETRAIT DU COUVERT DE GLACE

But: Départ des glaces avant la débâcle.

Débit suffisamment élevé.
Coûts élevés \$\$\$/h



MODIFIER LE RÉGIME DE LA RIVIÈRE (SI BARRAGE)

But: Contrôler le débit pour empêcher la formation de la glace, ou provoquer la débâcle.

Demande beaucoup d'expertise, demande beaucoup d'investissement.

Méthode chinoise : Destruction du couvert de glace



Lamétéo.org TV - Fleuve Jaune bombardé - 20/03/2014

Avec des explosifs... et les autorisations du MDDELCC

DESTRUCTION ET RETRAIT DU COUVERT DE GLACE



But: Retirer un volume de glace trop important.

À bas débit.
Demande des autorisations et véhicule particulier.



Destruction mécanique de l'embâcle

Précaution: ne pas causer de problématique en aval.



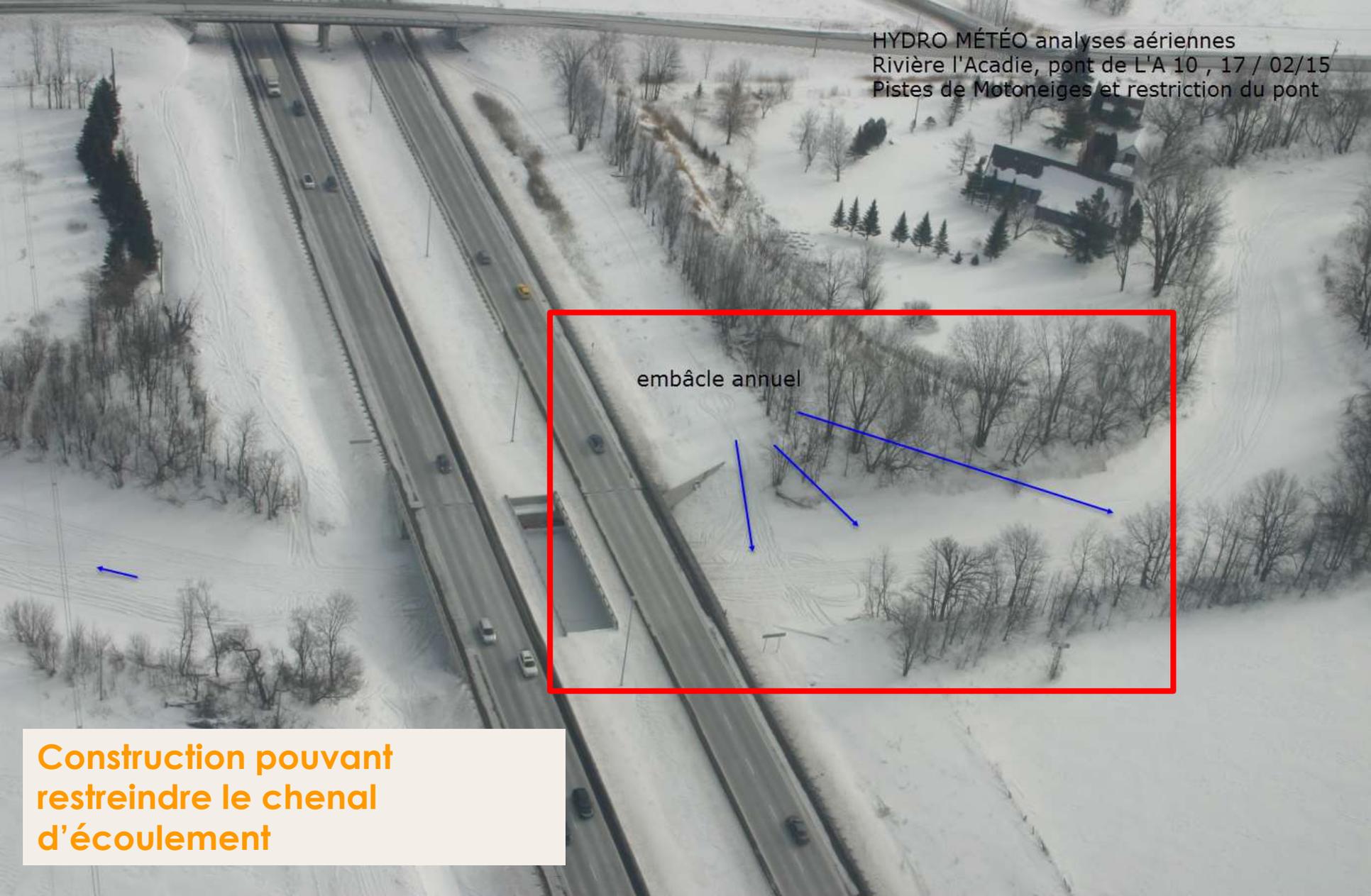
L'AMÉNAGEMENT EN PRÉVENTION

PRENDRE EN CONSIDÉRATION LA GLACE DANS LA PLANIFICATION DES STRUCTURES

	À ÉVITER
Frasil	Modification du profil de la rivière qui favorisent les zones d'eau libre (augmentation turbulence, pente, débit)
	Modification du lit de la rivière qui pourrait augmenter l'adhésion du frasil.
Embâcle	Restriction d'écoulement
	Restriction du passage des glaces (relief élevé)
	Négliger l'impact d'une modification naturelle (ex: glissement de terrain) sur le passage des glaces.



**Tenir compte de l'impact des
glace sur une nouvelle
construction
ET
de l'impact de la construction
sur le régime de glace**



Construction pouvant
restreindre le chenal
d'écoulement

RESTRICTION DU CHENAL D'ÉCOULEMENT PONT AUTOROUTE 10





Embâcle annuel sur la rivière L'Acadie, pont autoroute 10

L'AMÉNAGEMENT EN RÉDUCTION DES COÛTS

PRENDRE EN CONSIDÉRATION LA GLACE DANS LA PLANIFICATION DU TERRITOIRE

Délimitation des zones inondables : Tenir compte des inondations par embâcle.

Utilisation du territoire, régulation et développement

L'AMÉNAGEMENT EN PRÉVENTION-INTERVENTION

LES MESURES STRUCTURELLES DE PRÉVENTION

Favoriser la formation hâtive
du couvert de glace, retenir les glaces
afin de favoriser la fonte sur place, faciliter
le passage des glaces

Exemples: Digues, estacades, restrictions artificielles, îles artificielles, canalisation, retrait de structures, canalisation.

Particularités:

Très coûteuses, souvent utilisées sur les très grands cours d'eau ex: R. des Prairies

Précaution:

Ces méthodes modifient la géomorphologie et la dynamique sédimentaire de la rivière.
Elles peuvent donc avoir des impacts sur l'environnement, l'habitat naturel.
Et entraîner de nouvelles problématiques...



CONCLUSION

CONNAÎTRE L'HISTORIQUE DE GLACE D'UN COURS

SE DONNER LES MOYENS DE SURVEILLER UN COURS D'EAU

PRENDRE EN CONSIDÉRATION LES GLACES DANS L'AMÉNAGEMENT DES STRUCTURES, PONT ET PONCEAUX.

LE COURS D'EAU NE SE PRÉOCCUPE PAS DES FRONTIÈRES, LA GESTION DES RISQUES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES EST PLUS EFFICACE EN CONCERTATION.

EX: DÉGLAÇAGE DE FAÇON
CONCERTÉE
SURVEILLANCE ET ALERTE
IMPLIQUANT PLUSIEURS
MUNICIPALITÉS.



POUR LES CURIEUX...

4. PRÉVISIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

ÉTAT DU COUVERT DE GLACE

2014



2015



Épaisseur près ou sous les normales.

Glace moins épaisse qu'en 2014.

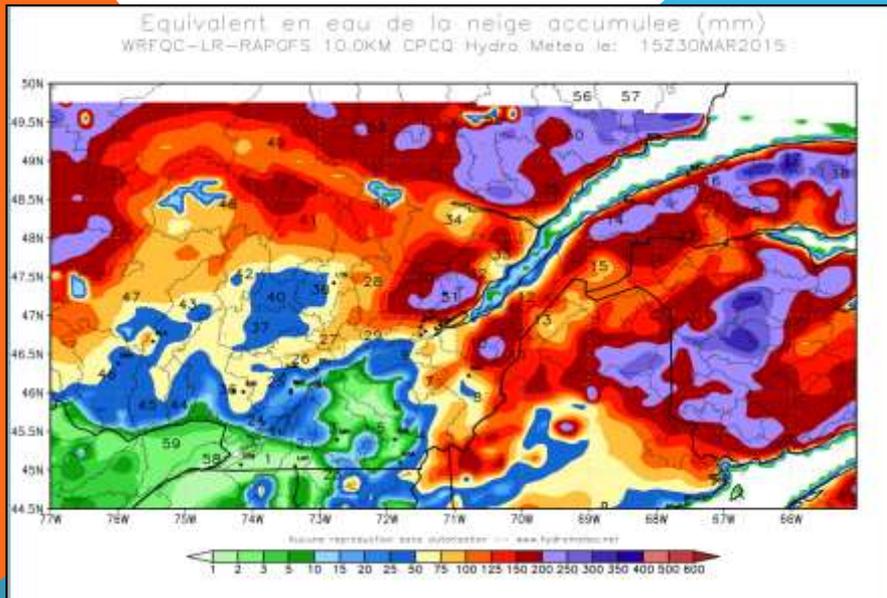
Glace plus solide (ratio noire/blanche atypique)

ÉTAT DU COUVERT DE NEIGE



Équivalent en eau de la neige est peu élevé (sauf pour Gaspésie)

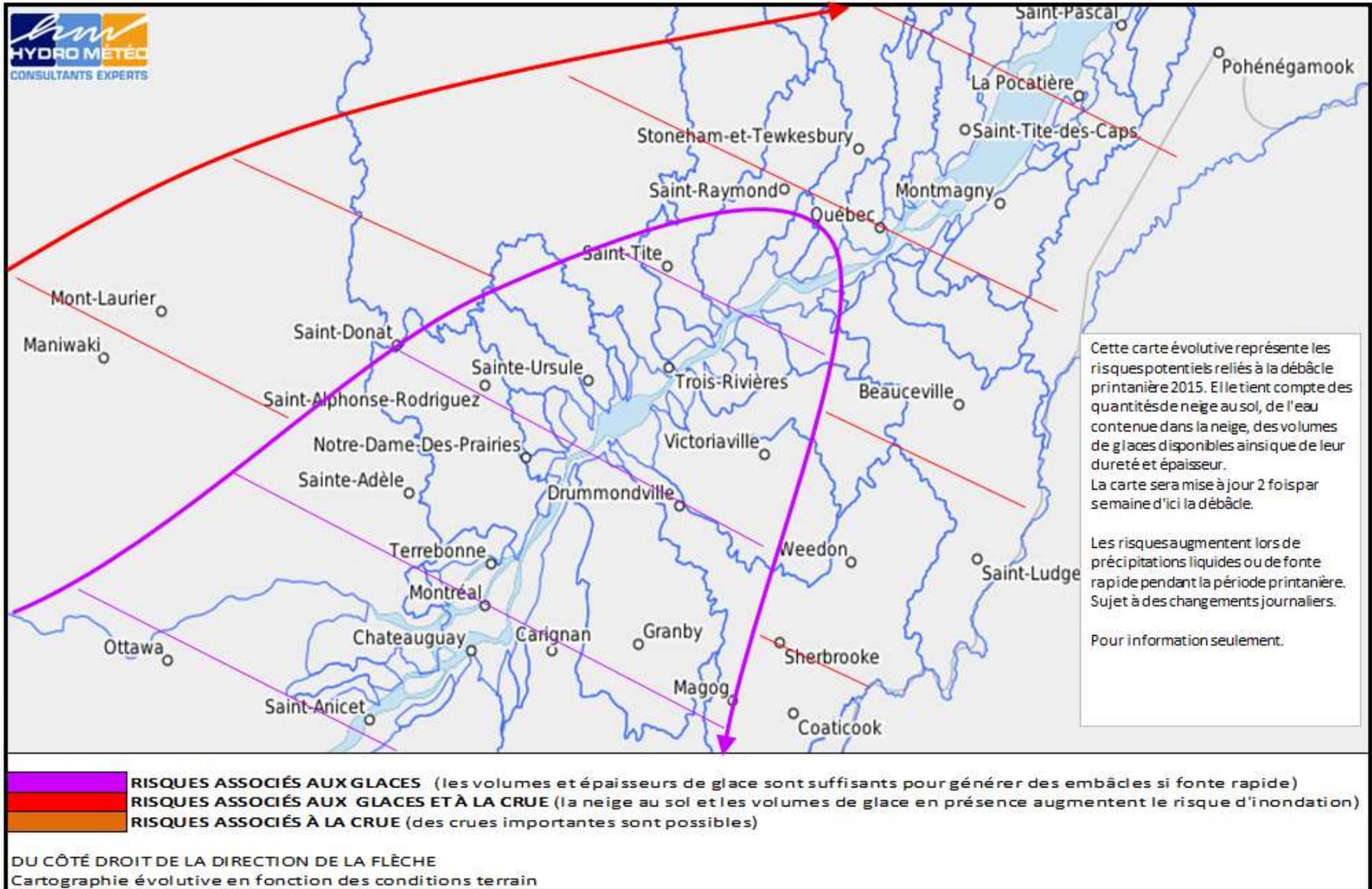
Saturation du couvert de neige encore relativement faible.



Attendu:
 Potentiel de ruissellement normal (sauf Gaspésie)

Absorption possible de la pluie par le couvert de neige.

RISQUES ASSOCIÉS À LA DÉBÂCLE 2015



DATES PROBABLES DE LA DÉBÂCLE 2015



CE À QUOI L'ON PEUT S'ATTENDRE

CARACTÉRISTIQUES DU DÉGEL CONDITIONNERONT L'AMPLEUR DES CRUES MAIS

-  **COUVERT DE NEIGE AVEC FAIBLE CONTENU EN EAU, FAIBLE RUISSELLEMENT DE FONTE (SAUF GASPÉSIE)**
-  **TROP PEU DE COUVERT DE NEIGE, RUISSELLEMENT RAPIDE.**
-  **LES FAIBLES DÉBITS ACTUELS FAVORISERONT L'ÉCOULEMENT DE L'EAU SUR LA GLACE LORS DU DÉGEL PRINTANIER.**
-  **GLACE DE FORTE SOLIDITÉ PLUS LONGUE À DÉGRADER.**

RAPPELONS NOUS QU'AUCUNE ANNÉE N'EST IDENTIQUE ET QUE

LES CARACTÉRISTIQUES DU DÉGEL CONDITIONNERONT L'AMPLEUR DES CRUES ET DES DÉBÂCLES...

**Merci de votre attention.
Des questions ?**



POUR URGENCE: 450-755-4635

Informations sur les risques hydrométéorologiques:

Suivez-nous **hydrometeo.net**: 

Suivez-nous sur twitter:



S.O.S. Hydro - prototype_châteauguay -

Carte de surveillance - Temps réel

Carte des risques 24H

Janvier 2

Aucun risque significatif au moins de 5 % pendant

S.O.S. HYDRO

Système Opérationnel de Surveillance HYDROlogique

Profil de température

Prévisions hydrologiques 8 jours

Châteauguay

Date	Prévision (mm)
2025-01-01	15.34
2025-01-02	14.34
2025-01-03	13.25
2025-01-04	12.3
2025-01-05	11.40
2025-01-06	10.87
2025-01-07	10.76
2025-01-08	10.30

Bulletins en cours

Spécial | Météorologique | Hydrométéorologique

Aucun bulletin en cours.

Précipitations prévues pour 24H

Ruisselement potentiel pour 24H

Objectif: Vous appuyez dans vos opérations et gestion du risque en facilitant l'accès à l'ensemble de l'information.

Nos services vous aident à remplir les 5 objectifs du cadre d'action provincial en matière de sécurité civile.

1. Priorité à la prévention

Instrumentation pour suivre la situation
Système de surveillance et d'alerte
Prévisions
Identifications des risques
Travaux de prévention

2. Capacité de réponse renforcée

Assistance opérationnelle
Prévisionniste
24h/7j

3. Consolider votre système de sécurité civile

Participation à vos réunions
Médiation d'actions concertées

4. Partager l'information, développer vos compétences

Communication aux citoyens
Partenaire de recherche
Formation sur mesure

5. Améliorer vos connaissances des risques

Retour sur événements extrêmes
Documentation des circonstances et des conséquences des événements passés

Visitez-nous sur notre site web (nouveautés très bientôt!)
Et suivez-nous sur twitter

LES CARACTÉRISTIQUES DU DÉGEL CONDITIONNERONT L'AMPLEUR DES CRUES MAIS COMMENT POUVONS NOUS NOUS Y PRÉPARER :

- **IDENTIFIER LA PRÉSENCE D'EMBÂCLE**
- **IDENTIFIER DES GLISSEMENTS DE TERRAIN QUI POURRAIENT NUIRE AU PASSAGE DES**



Embâcle très compacte, l'Assomption, 2005



Embâcle moins compacte, Rivière l'Assomption, 2005



Embâcle glace/frasil sur la rivière des Prairies, 15 janvier 2007



Embâcle vue au sol, rivière des Prairies, 2007



Embâcle et inondation, rivière Châteauguay, 2004



Embâcle avec relief, rivière Eaton, février 2009



Embâcle, 3 pieds d'eau dans la rue, rivière l'Assomption, avril 2005



**L'eau a envahi la rue
en moins de 20 minutes**



**La crue printanière favorisera
l'érosion des berges.**

LES EMBÂCLES – PHÉNOMÈNE PRÉVISIBLE

Les antécédents d'embâcle sont de bons indicateurs des zones potentiellement problématiques sur un cours d'eau.

Une bonne prévision de débit et de crue permet de prévoir efficacement la formation d'embâcle.

Il est possible de déterminer des seuils critiques pour les mouvements de glace.

L'évolution d'un embâcle demeure important dans les 48 heures suivant sa formation => Une compression due à l'érosion des glaces peut donner un second souffle à un embâcle et même inonder d'autres secteurs si les débits demeurent élevés.

L'embâcle représente un volume de glace important qui va diminuer avec l'érosion sous glaciaire au cours du temps.

SURVEILLER SON COURS D'EAU

OBSERVATIONS ET CARACTÉRISTIQUES DES PROBLÉMATIQUES:

- Faire un état de la situation

Type de problématiques: frasil, glace de fond, amoncellement ou embâcle

Aspect du couvert de glace :

Présence de relief ou non (hauteur)

Bombement, morceaux de glace (taille, épaisseurs et type de glace)

Localisation du couvert de glace présent en amont et en aval et des zones de rapide

Étendue de la problématique

Signes de refoulement

- Observer l'évolution de la situation

Quand est ce que la problématique a débuté?

Evolution lente ou rapide

Si travaux mis en place



Mesure du niveau de l'eau ou du débit

AVANT D'AGIR

Plusieurs facteurs à prendre en considération AVANT D'AGIR dans un cours d'eau:

- Du type de problématique
- De l'urgence de la situation
- De la configuration du cours d'eau et des accès possibles
- Du potentiel de dégradation
- Des conséquences potentielles à l'exécution de travaux
- Autorisations requises
- Des conditions hydrologiques

LES INONDATIONS

Elles sont causées par :

- Une restriction de la section d'écoulement: frasil, glace de fond, embâcle
- Un apport d'eau trop important : crue causée par le ruissellement (fonte et pluie)
- Une combinaison des deux points précédents

LES FACTEURS AGGRAVANTS

- Bassin versant saturé
- Sols gelés
- Absence de végétation, zone déboisée
- Important couvert de neige saturé
- Dégel rapide, en moins de 10 jours
avec 70% de neige fondue
- Pluie orageuse
- Drainage artificiel
- Configuration du bassin et de la rivière

LES FACTEURS AIDANTS

- Faible saturation des bassins versants
- Sols non gelés
- Présence de végétation
- Faible couvert de neige

Lors de la présence d'un couvert de glace, pour un même débit, le risque d'inondation est plus important.

LES INONDATIONS (SUITE)

- Prévisibles jusqu'à 15 jours d'avance
 - Une bonne prévision météo et des observations terrains efficaces permettent de déterminer la date de la débâcle et par le fait même s'il y aura risque de formation d'embâcle ou même d'inondation
 - Bien entendu les prévisions météos demanderont à être validées pendant plusieurs jours.
- Pour rendre la prévision des inondations efficaces, les mesures terrains sont essentielles:
 - Reconnaissance aérienne
 - Couvert de neige et équivalent d'eau
 - Épaisseur des glaces et dureté
 - Volume des glaces et structures
 - Conditions hydrologiques initiales
 - Mesure de frasil



Sommaire des épaisseurs de glace 2014 / 2015

Rivières	Ville	Épaisseurs	% blanche	% noire
Rivière de la Tortue	Delson	55 / 48	40 / 32	60 / 68
Rivière l'Acadie	Carignan	66 / 66	60 / 10	40 / 90
Rivière Delisle	Coteau-du-lac	46 / 35	-	-
Rivière Chateauguay	Châteauguay (amont barrage)	57 / 42	77 / 16	23 / 84

Une glace moins épaisse mais épaisseur de glace noire plus grande en absolu.