



Atelier de documentation des inondations

Quoi ? Où ? Comment ? Et d'ailleurs Pourquoi ?





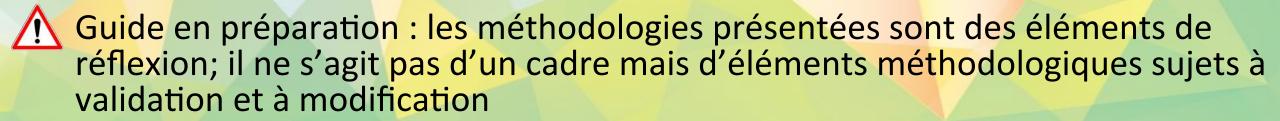
Introduction à l'atelier

• But de l'atelier :

- 1. Fournir les outils et méthodologies pour mieux préparer son déplacement sur le terrain (Théorie).
- 2. Fournir les outils et méthodologies pour caractériser et documenter les évènements et leurs impacts (Théorie et pratique).
- 3. Fournir la méthodologie pour assurer le meilleur post-traitement et le remboursement le plus rapide des dépenses des OBV (Théorie).

Introduction à l'atelier

- Structuration de l'atelier
 - >30 minutes de théorie sur la préparation amont du déploiement terrain
 - ≥30 minutes de théorie sur le marquage des délaissés de crues
 - ≥20 minutes de théorie sur le post-traitement et la facturation
 - ≥10 minutes de questions
 - ≥30 minutes, pause
 - ≥1 h de terrain



Deux types de données principales pour la documentation de l'aléa :

Ponctuelles >> information détaillée



Spatialisées >> Information plus grossière



- Sur votre territoire, à la suite
 - >d'un évènement climatique important,
 - ≻d'un embâcle / débâcle,
 - >d'une rupture d'ouvrage hydraulique ou
 - ➤ de la combinaison de phénomènes hydrauliques de forte amplitude (marée et crue)
 - >> Inondation de zones à forte vulnérabilité.

 Le gouvernement sollicite votre OBV par le biais du ROBVQ pour un déploiement terrain en vue de la documentation d'une inondation; il donnera <u>le secteur</u> d'intérêt.

À ce moment, si votre expertise sur la situation est suffisante, ne pas hésiter à rapidement proposer au ROBVQ des sites complémentaires avec :

- >Le secteur
- ➤ Le cours d'eau
- Le nombre de points estimés
- > Le temps de travail supplémentaire estimé

>> Produire un estimé pour validation par le ministère

- D'abord, que mesure t'on ?
 - > La distribution spatiale
 - ➤ Le niveau atteint par l'eau
 - >Les impacts





Objectif pour l'OBV : Assurer la meilleure représentativité des événements (aléa et impacts) dans la collecte d'informations.

La documentation des inondations

Étapes de travail pour la documentation des inondations :

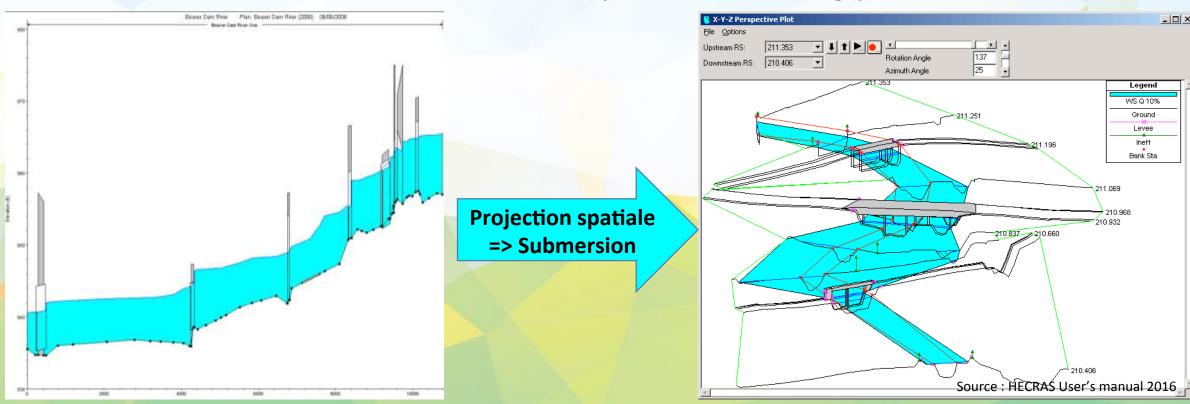
- I. Préparation pour le terrain.
- II. Marquage.
- III. Obtention des devis.
- IV. Arpentage.
- V. Consolidation des données.
- VI. Facturation.

>> Quelle fréquence d'échantillonnage pour une meilleure représentativité de la distribution spatiale ?

- Quelles informations sont déjà en ma possession ?
 - Informations locales, appels aux riverains, pompiers, municipalités, Ubiquit'eau, ...
 - Réseau de stations DEHQ; Vigilance, IGO2 ...
 - Réseaux de surveillance des rivières
 - >...

- Quels outils puis-je utiliser?
 - ➤ SIG (Google Earth; Qgis; ArcGis,)
 - ➤ Bases de données géographiques -GRHQ, BDTQ, barrages, topographie ...-; images satellites; MNT, lidar, ...
 - ➤ GPS personnel
 - >...

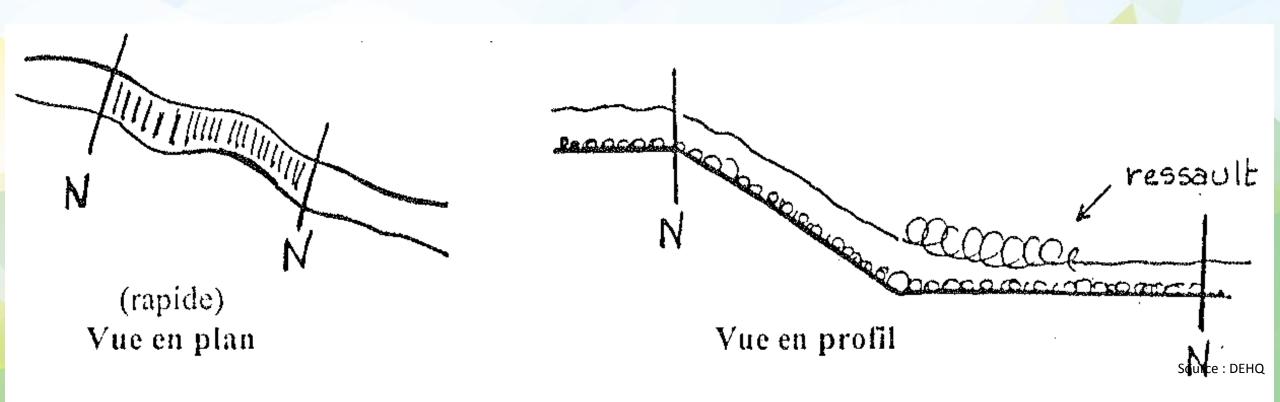
- 1. Profil en long = prise en compte de la pente, des irrégularités du lit mineur et des discontinuités hydrauliques.
- En eau libre, on s'intéresse globalement à la pente du plan d'eau. On peut notamment extraire l'information sur la pente du talweg pour se faire une idée



En milieu non accidenté, rectiligne et où l'écoulement est de type fluvial, une résolution de plusieurs centaines de mètres peut tout à fait être représentative

 Si des obstacles induisant une variabilité dans le régime d'écoulement et/ou sur le niveau représentatif de la section, on couvre au mieux l'amont et l'aval et on prend des photos de l'obstacle

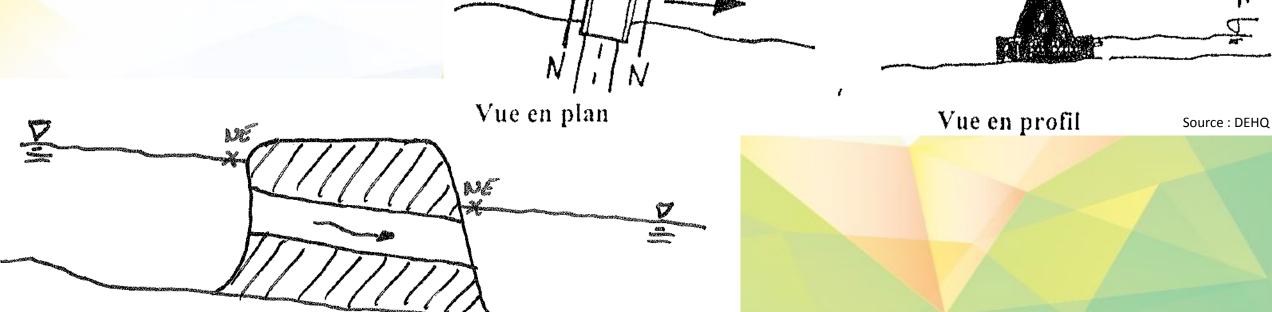
Rupture de pente : en amont et en aval en s'assurant que la mesure ne soit pas influencée par les turbulences engendrées par les ressauts hydrauliques.



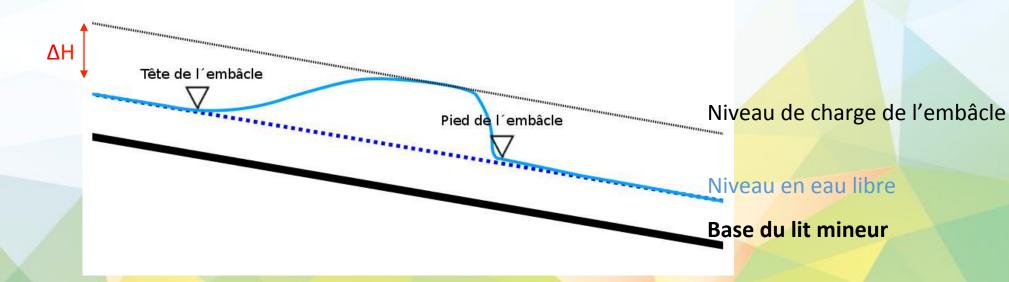
➤ Obstacle hydraulique, naturel ou artificiel (vérifier l'état au moment de l'évènement) : idem; amont / aval hors des

barrage

turbulences.



- ➤ Dans le cas des embâcles
 - Pendant : on s'intéresse au profil de charge, de la tête au pied de l'embâcle, pour mettre en valeur Δh



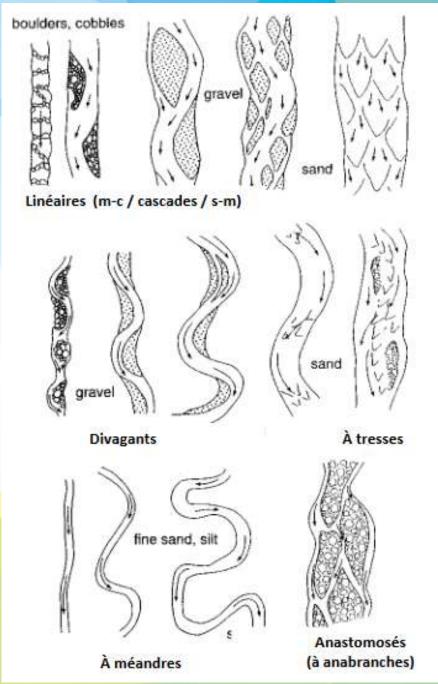
- Après : comme en eau libre, on s'intéresse au plan et à sa pente.
- NB. Les informations supplémentaires à l'amont et l'aval restent pertinentes

2. Sections transversales = estimer l'extension latérale de l'inondation pour mieux prévoir les rives à favoriser (déplacement).

>> Besoin de couvrir les deux rives et comment représenter au mieux l'étendue latérale des zones impactées ?

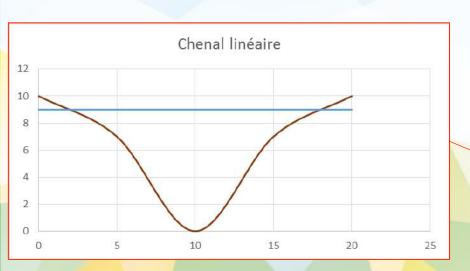
Source: Robert 2003

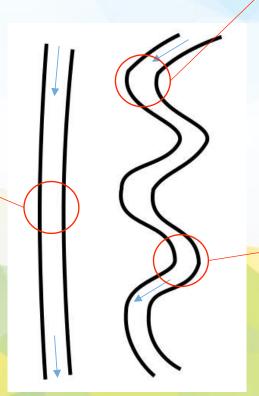
- **≻**Lit mineur
 - Morphologie et style fluvial
 - Rectiligne
 - Divagant
 - Sinueux
 - À tresse
 - Anastomosé
 - •

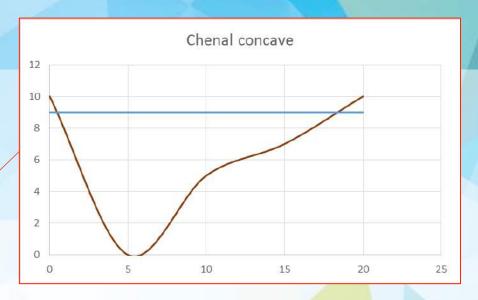


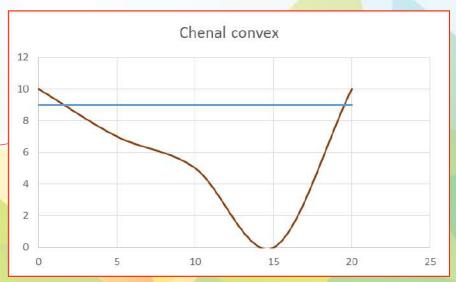
Source: Robert 2003

- ➤ Lit majeur et section d'écoulement >> zone inondée
 - Précisions de la sécurité civile et des riverains sur les impacts (contre validation)
 - Pente des berges du lit majeur (traitement modèle de terrain)
 - Zones agricoles; plaines inondables; antécédentes
 - Bras morts
 - Bancs d'accumulation de sédiments (faible vitesse d'écoulement)









• NB. Une autre approche peut être envisagée via les outils géomatiques en projetant l'altitude supposée du plan d'eau (Q=f(h)) sur la surface topographie de la zone d'étude.

• Ce qu'on obtient en bout de traitement :

- 1. Les métadonnées essentielles
 - Municipalité concernée
 - Date (temporalité si témoignages reçus)
 - Cours d'eau
- 2. Le fichier .gpx/.kml/.shp associé pour intégration SIG/GPS terrain
- 3. Les métadonnées complémentaires
 - Références externes (stations DEHQ correspondante, réseau de suivi, photos et vidéos, marégraphe si influence ...);
 - Polygone d'extension de la zone couverte;
 - Cartographie préliminaire;
 - Résultats de traitement intermédiaires;
 - Contact des propriétaires;

•

Logistique; assurer une trousse à outils contenant le nécessaire pour assurer :

- Général (Couteau de poche, sac à dos, hachette)
- Marquage (Marqueurs; clous et marteau; ruban coloré; niveau à bulle; peinture en aérosol;
 ...)
- Sécurité (Lampe, veste réfléchissante, kit de premier secours, eau, nourriture, téléphone ...)
- Prise de notes (Carnet de terrain; appareil photo; GPS; formulaire de prise de notes; ...)
- Outils additionnels (Grenouillère, bateau; gilet de sauvetage;)

Autres facteurs à considérer :

- Accessibilité (chemins d'accès, carrossables ou non, sécurité!)
- Terrain public ou privé (demander les accès en amont; mairie, propriétaire)

• Donc, en pratique :

- 1. On représente au mieux l'évènement (informations et couverture)
- 2. On assure un plan de match optimal (nombre de points et déplacement)
- 3. On anticipe les besoins logistiques et techniques (matériel, données)

La documentation des inondations

Étapes de travail pour la documentation des inondations :

- I. Préparation pour le terrain.
- II. Marquage.
- III. Obtention des devis.
- IV. Arpentage.
- V. Consolidation des données.
- VI. Facturation.

Deux phases:

- 1) une première sortie de recherche d'indices et de marquage
- 2) une seconde sortie de géoréférencement (arpentage)

Objectif de l'OBV : Assurer un marquage bien référencé, visible et robuste pour ne pas perdre de repères ni d'informations d'identification.

- Les informations à consigner
 - ✓ Fiche terrain (une par Point de niveau)
 - ✓ Photos, vidéos, ...
 - ✓ Toutes les informations contextuelles d'intérêt

Documentation des inondations MARQUAGE DE DÉLAISSÉE Minute de terrain N°___

uméros de l'observation lors du relevé par Nom de l'OBV ayant fait l'observation Nom de la/les personnes avant fait les Date de l'observation (AAAA-MM-J) Heure de l'observation (HH:MM) Inondation eau libre (Oui ou Non) nondation embâcle / frasil (oui ou Non) Type de niveau d'eau observé (MAX : niveau maximum; DYN : observé, qui n'est Précision estimée du marqueur (en cm) Nom du cours d'eau / de l'étendue d'eau Confluence avec un autre cours d'eau / étendue d'eau (si applicable) Numéros des 2 photos (1 rapprochée pour visualiser la délaissée et 1 plan large pour replacer la délaissée dans le paysage Coordonnée X (si applicable) Coordonnée Y (si applicable) Altitude Z (si applicable) Projection (si applicable)

Informations relatives aux photographies

Type	Numéro photo	Orientation		Remarques
Repère Plan rapproché				
Repère Plan large				
Impact 1 (OBS)			X.	Y.
Impact 2 (OBS)		, ,	X.	Υ.
Impact 3 (OBS)			X.	Υ.
Schémas				
Contacts				

P... Minute Nº

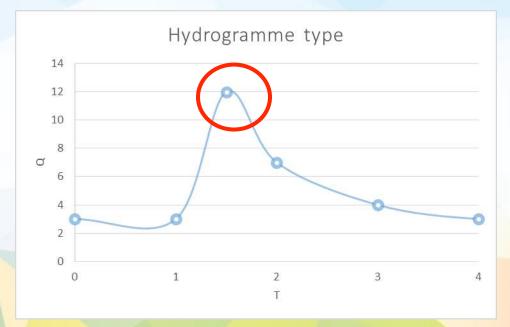
- Métadonnées et attributs (par point)
 - Les informations sur l'opérateur
 - Le code individuel du marqueur
 - Date et heure
 - Numéros des photos et vidéos
 - Le cours d'eau concerné et la municipalité; les affluents si applicable
 - La nature de l'aléa (eau libre / embâcle)
 - Le type de niveau (MAX ou DYN)
 - La résolution du marqueur
 - La géolocalisation
 - Impacts (OBS)
 - Toutes autres informations utiles (contexte, témoignages, schémas, contacts de riverains,).

• Évènement en eau libre

• Temporel : Évènements dynamiques > temps de concentration, temps de décrue

• Spatial : Maximum d'amplitude atteint et distance parcourue par l'onde de crue > pic de

crue



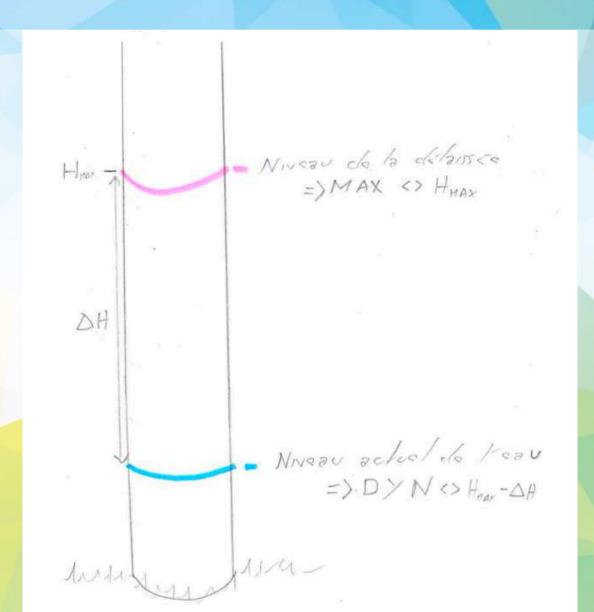
Information ponctuelle plutôt stable dans le temps (fonction temps avant marquage et intempéries) >> délaissée de crue (MAX)

- Autre type de niveau (DYN) = TOUT ce qui n'est pas MAX
 - Crue/décrue
 - Discontinuité hydraulique
 - Seuil latéral (remplissage)

• ...

• Possibilité de mesurer un niveau DYN au même endroit qu'un niveau MAX.

On privilégiera dans ce cas un déplacement au plus près du pic de crue pour s'assurer de couvrir la dynamique de décrue.



Crédit photo USGS 2016

• Typologie des marqueurs de crue en eau libre

Eau calme:

- Lignes de boue
- Lignes de graines
- Lignes de débris
- Anneaux de glace



<u>Figure 1 Exemple de ligne de boue</u>



Figure 3. Exemple de ligne de débris



<u>Figure 2.</u> Exemple de ligne de graines



Figure 4. Exemple d'anneaux de glace

 Typologie des marqueurs de crue en eau libre

Eau agitée :

- Lignes de coupure
- Lignes de lessivage
- Lignes de boue
- Lignes de débris



<u>Figure 6.</u> Exemple de ligne de lessivage



Figure 8. Exemple de ligne de débris



<u>Figure 5.</u> Exemple de ligne de rupture



<u>Figure 7.</u> Exemple de ligne de boue

Incertitude sur les délaissées

Incertitude verticale	Incertitude (code)	
± 1,5 cm	Excellent (E)	
± 3 cm	Bon (B)	
± 6 cm	Moyen (M)	
± 12 cm	Faible (F)	
Plus de \pm 12 cm	Très faible (T)	
Dans une proportion inconnue	Au Moins Cette Hauteur (AMCH)	

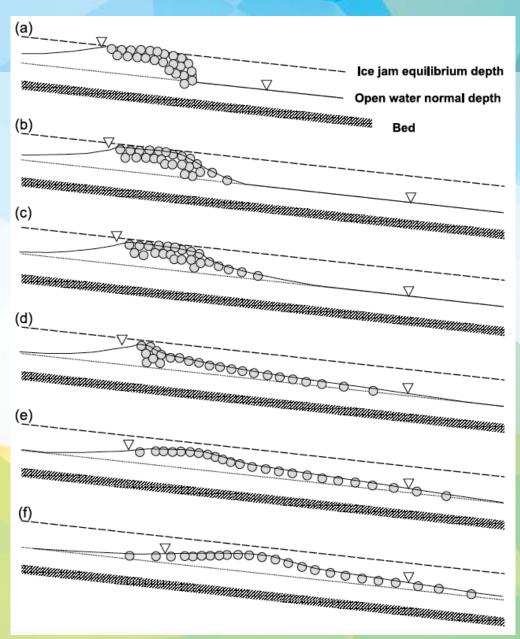




<u>Figure 12. Deux exemples de marquage de hautes eaux. En haut, une ligne de coupure, en bas, une ligne de débris</u>

- Évènement de glace
 - Temporel >> Évènements très dynamiques pouvant se produire en chaine <> Mise en charge et rupture; train de glace
 - Spatial >> Principalement liés à la différence de charge ou aux effets de remous suite au calage soudain du train de glace (inondation amont)

Information ponctuelle stable dans le temps, moins évidente



Source: Jasek 2003

Typologie des marqueurs d'inondation
 De glace

Marqueurs d'embâcle et de débâcle :

- Cernes dans la neige
- Cicatrices glacielles
- Murs de cisaillement



Figure 9. Exemple de cicatrice glacielle



Figure 11 Cernes dans la neige témoins de la submersion lors d'une crue printanière

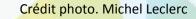




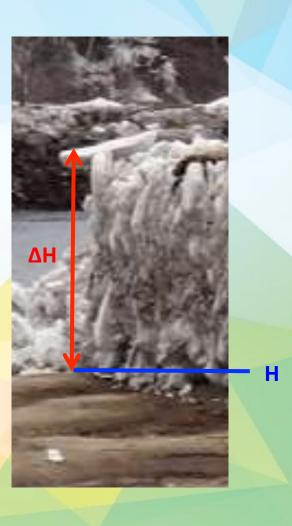
Figure 10. Murs de cisaillement laissés par la débâcle de 2014 sur la rivière Montmorency

 Marqueurs d'embâcle et de débâcle, mesure de l'amplitude

Dans le cas de cicatrices glacielles ou de murs de cisaillements, nous nous intéresserons à l'amplitude verticale (ΔH) du marqueur de hautes eaux.

Une bonne pratique est donc de mesure la différence d'altitude entre la base et le point haut de la marque et de reporter et de reporter l'une ou l'autre de ces extrémités par rapport à un repère fixe (H) qui sera arpenté.





- Au sujet des embâcles, de nombreuses informations supplémentaires peuvent être consignées
 - Morphologie et composition du front de l'embâcle (pente, profile, blocs, couches, ...),
 - Présence de glace ou d'eau libre en aval (entravée; non entravée),
 - Étendue du train de glace,
 - Vitesse de déplacement de la glace,
 - Présence et localisation d'écoulement liquide,

•

>> Remarques importantes pour la caractérisation de l'évènement

Photos

- Pas de visages / individus
- Pas de signes d'identification individuelle

À propos des marqueurs

 S'assurer de la possibilité pour l'arpenteur de déployer les technologies d'arpentage aux endroits et sur les supports où sont installés les marqueurs



Photo plan large

Photo plan rapproché



Orientation 45°S-SO

Photo plan large

Photo plan rapproché





Orientation 45°E-NE



Photo plan large

Photo plan rapproché

Orientation 25°N-NE



Source: CARA 2018

- 1. Préparation pour le terrain.
- 2. Marquage.
- 3. Obtention des devis.
- 4. Arpentage.
- 5. Consolidation des données.
- 6. Facturation.

III - Obtention des devis

- Une fois les informations rassemblée et centralisée; contacter 3 compagnies d'arpenteurs devant fournir une offre de services complète :
 - Nom de la compagnie
 - Mandat : « Mesure des niveaux d'eau libre et/ou d'embâcles maximaux».
 - Nombre de points
 - Précision attendue (inf ou égale à 2,5 cm en X, Y et Z) Les points doivent être projetés, en horizontale, en NAD 83 MTM (zone en fonction de votre territoire); en vertical, en CGVD28 (peu importe la méthode).
 - Livrables (4 minimum): <u>le rapport d'arpenteur</u> contenant les informations attendues (Mandat, type de mesure, méthodes, résumé tabulaire des données avec les mêmes ID que dans tous les autres documents ! -, projections, précision des données, remarques,), <u>le tableur consolidé rempli, le fichier de forme et le fichier csv contenant les mêmes informations que le shp et le tableur; <u>les photos</u> (si applicable facultatif) <u>et tout autre document techniques complémentaires</u> (si applicable facultatif).
 </u>

- 1. Préparation pour le terrain,
- 2. Marquage,
- 3. Obtention des devis,
- 4. Arpentage,
- 5. Consolidation des données et,
- 6. Facturation.

IV - Arpentage

niveau.

- Une fois la sélection de la compagnie effectuée (validation par le ROBVQ et le MSP), bien penser à fournir à l'arpenteur :
 - Les informations centralisées (non et localisation des points, photographies, informations contextuelles ...);
 - Le tableur consolidé rempli des colonnes B à M ainsi que les instructions de remplissage;
 - Les directives de production des livrables.

- La colonne A ne doit pas être remplie, ni par l'OBV, ni par l'arpenteur : exclusivement par le MSP - Bien faire la distinction entre une observation d'impact (non arpenté) et une observation de

IV – Arpentage

Méthode de nivellement, description de la méthode

Nom du fichier Shapefile

Colonne	<u>Type de donné</u>	Format de la donnée	<u>Unité</u>	
Α	Numéro unique de l'observation	Nombre	<u> </u>	
В	Numéros de l'observation lors du relevé par l'OBV et l'arpenteur	Texte		
С	Nom de l'OBV ayant fait l'observation	Texte		
D	Date de l'observation	Date	AAAA-MM-JJ	
E	Heure de l'observation	Heure	нн:мм	Informations dont
н	Type de niveau d'eau observé	Texte	MAX ou DYN : - MAX : niveau maximum - DYN : niveau observé qui n'est nécessairement un niveau maximal - OBS : Observation d' impact	Informations dont doit disposer l'arpenteur avant déploiement
1	Nom du cours d'eau / de l'étendue d'eau	Texte	-	deploiement
J	Confluence avec un autre cours d'eau / étendue d'eau	Texte	-	
K	Information contextuelle relativement au point	Texte		
L	Photos	Texte		
M	Nom de la compagnie d'arpentage ayant fait le géoréférencement	Texte		
N	Date du relevé d'arpentage sur le terrain	Date	AAAA-MM-JJ	
0	Système de référence - Projection	Texte	4-	
Р	Système de référence - Datum horizontal	Texte		
Q	Système de référence - Datum vertical	Texte		Informations
R	Marge d'erreur +/-Δ (Delta) pour les coordonnées X et Y	Nombre	cm	à produire
S	Marge d'erreur +/-Δ (Delta) pour l'altitude Z	Nombre	cm	
Т	Coordonnée X	Nombre	m	par l'arpenteur
U	Coordonnée Y	Nombre	m	
V	Altitude Z	Nombre	m	

Texte

Texte

IV - Arpentage

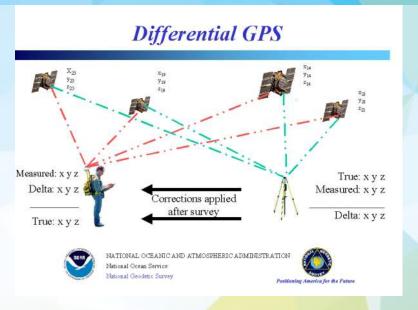
GPS différentiel

Théodolite

Tachéomètre

•







- 1. Préparation pour le terrain.
- 2. Marquage.
- 3. Obtention des devis.
- 4. Arpentage.
- 5. Consolidation des données.
- 6. Facturation.

V - Consolidation des données

- S'assurer que l'arpenteur fournisse bien TOUTES les pièces incluses dans l'offre de services
- Structure type de dossier :



- 1. Préparation pour le terrain.
- 2. Marquage.
- 3. Obtention des devis.
- 4. Arpentage.
- 5. Consolidation des données et.
- 6. Facturation.

VI - Facturation

- Faire parvenir au ROBVQ une facturation détaillée (taxes incluses) comprenant le détail sur les dépenses :
 - ✓ Temps de travail (prétraitement, marquage et post-traitement)
 - ✓ Déplacements
 - ✓ Matériel
 - ✓ Arpentage

• Une fois toutes les factures reçues, le ROBVQ procèdera à la demande de remboursement au MSP puis à celui des OBV.

Période de questions





Mise en pratique

Cynthia Gagnière

Guillaume Sena

Autobus 1

Rappel sur les groupes :

Autobus 2

Véronique Furois

Yannick Bourque

Jérémie ROQUES	Marc-André DEMERS	Jean-Philippe B. BOYER	Guillaume & Philippe
Alexa Bérubé Deschênes	Delphine Deléglise	Jeanne Piette	Maxime Boivin
Andréanne Simard	Élise Desage	Jérémie Tremblay	Michel Landry
Antoine Bourke	Emilie Lapalme	Jérémie Caron	Noémi Côté
Audrey Beaudoin-Arcand	Farel R. Joseph	Julie Leblanc	Pascal Samson
Aurélie Charpentier	Florian Perret	Kim Charron-Charbonneau	Philippe Bourdon
Bruno Fortin	France Gagnon	Louis David Pitre	Pierre-Étienne Drolet
Bruno Proulx	Gabriel Chiasson-Poirier	Mackenzie Waller	Raphaël Leblond
Catherine Baltazar	Geneviève AUDET	Manon Ouellet	Rébecca Gagnon
Catherine Guertin	Geneviève Légaré	Marie-Camille St-Amour	Rémi Gaudreau
Catherine Frizzle	Gilles Côté	Marie-Claire Gironne	Renaud Beaucher-Perras
Catherine Émond	Guénolé Choné	Marie-Pier Laplante	Sophie Delorme
Catherine Tremblay	Hajar Essalama	Marion Melloul	Thibaut Petry

Durant l'atelier, chaque groupe sera subdivisé en trois sous-groupes.

Mathieu Laroche

Mathieu Provost

Isabelle Lessard

Jean-Gabriel Soulières-Jasmin