

Chantiers d'intérêt commun en hydrométrie

Inter-comparaison des matériels de mesure de débit en rivière

David BESSON (DREAL Centre)

Les journées de l'hydrométrie
3-4 février 2014



Rappel du mandat

- **Constitution du groupe :**

- **Pilote :** David BESSON (DREAL centre) ;
- **Référent schapi :** Rachel PUECHBERTY (SCHAPI) ;
- **Appui technique du CETE Ouest / CECF :** Xavier BERTRAND, Michel COLLOBERT, PIEL Bruno, Ahmed Es-sabar;
- **Membres :** Philippe BATTAGLIA (DREAL Lorraine), Noël WATRIN (DREAL Midi-Pyr), Maxime MONFORT (DDTM 11), Guillaume FOURQUET (DDTM), Didier TROUSSEL (DREAL Rhône-Alpes), LACQUEMANT Jean-Michel (DREAL Picardie), Jérôme PAUTHE (DREAL Alsace), David DECOUZON (DREAL Auvergne), Michel LEBEE (DREAL pays Loire).

- **Objectif :**

Éditer un guide méthodologique national pour la réalisation d'inter-comparaisons qui aura vocation à être utilisé :

- en interne par les unités d'hydrométrie du réseau PC&H participant à une démarche d'inter-comparaison, dans la perspective de garantir l'harmonisation des pratiques
- en externe en tant que référence conseillée par le réseau PC&H

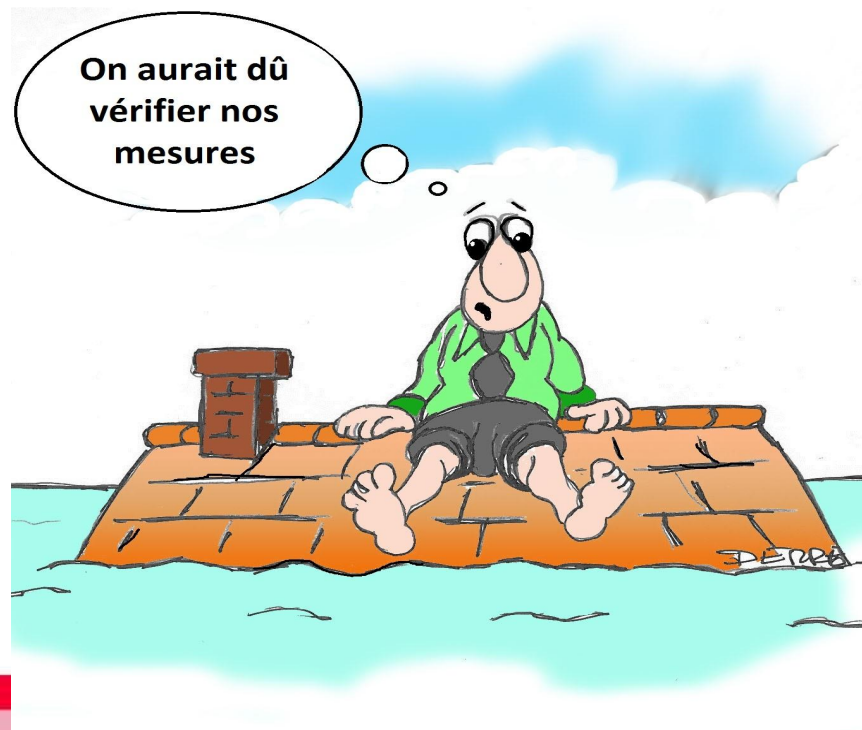
Rappel du mandat

- Méthodologie :

Mobiliser, participer et synthétiser les expériences du réseau PC&H et de ses partenaires (IRSTEA, CNR, EDF), en s'appuyant en tant que de besoin sur les démarches existantes (groupe Doppler, démarche d'inter-comparaison crue-étiage des UH).

- Calendrier prévu :

Version provisoire d'un guide méthodologique national pour la session 2013 des ateliers du SCHAP et une version définitive pour fin 2013.



Stratégie de vérification des instruments et des méthodes

- 1/ Étalonnage
- 2/ Surveillance périodique
- 3/ Vérification de la conformité des instruments (appareil + méthode + opérateurs), au travers d'IC
- 4/ Contribuer à des études collaboratives en vue de déterminer des niveaux d'incertitudes pouvant être appliqués aux mesures classiquement réalisées en hydrométrie, au travers d'IC

Difficultés et les limitations liées aux points 1/ et 2/

Guide traite en priorité du point 3 mais aussi le point 4 au travers d'IC multiples qui doivent être pensées et menées spécifiquement dans ce but

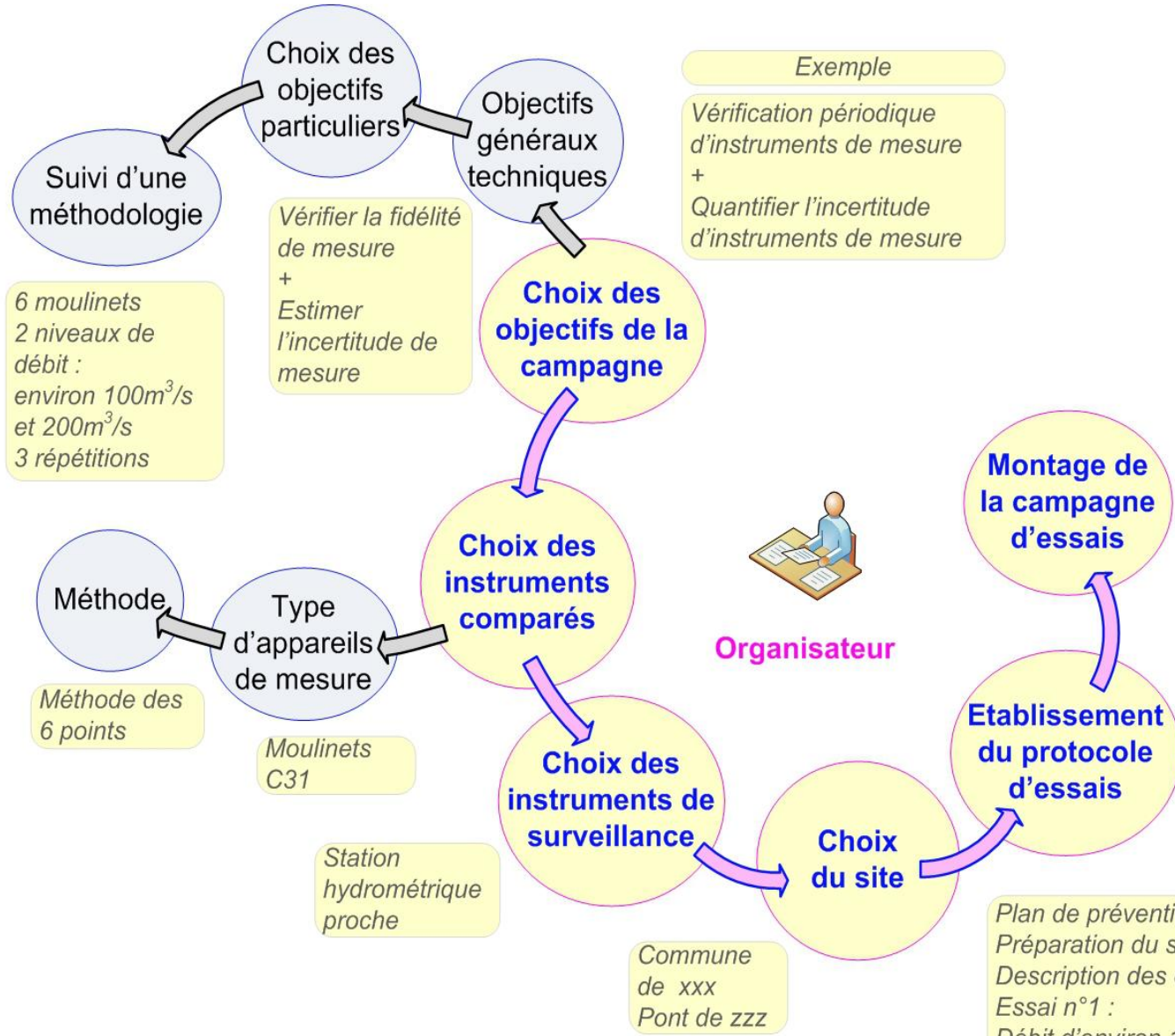
Finalités / Limitations

- Garantir l'harmonisation des pratiques d'inter-comparaisons pour différents matériels (doppler, moulinet, etc.) et gamme de débits (crue, étiage).
- Garantir la formalisation et bancarisation des résultats.
- Le guide a été réalisé afin de valider la conformité des mesures et détecter les défaillances quelle-qu'en soit la raison : matérielle, méthodologique, environnementale, ou humaine.
- Les inter-comparaisons telles qu'elles sont abordées dans ce guide apporte les moyens de vérifier la conformité des instruments (appareils + méthodes + opérateurs) et apporte des éléments en vue de déterminer des incertitudes mais n'aborde pas l'étalonnage ou la surveillance périodique des matériels seuls.

Contenu

- Après une définitions des concepts le guide décrit les différentes étapes d'une campagne d'inter-comparaison :
 - la création de la campagne : choix des objectifs de la campagne, des participants (nombre, instruments) et du site, établissement des protocoles d'essais et du calendrier ;
 - l'organisation de la campagne : invitation et information des participants, préparation de la logistique, préparation sur le terrain ;
 - la déroulement de la campagne : accueil et information des participants, déroulement des essais, analyse et communication des résultats, bilan ;
 - après la campagne : analyses complémentaires, diffusion des résultats et vérification périodique des instruments.

Création d'une campagne d'inter-comparison



Exemple
 Vérification périodique d'instruments de mesure +
 Quantifier l'incertitude d'instruments de mesure

6 moulinets
 2 niveaux de débit :
 environ 100m³/s
 et 200m³/s
 3 répétitions

Vérifier la fidélité de mesure +
 Estimer l'incertitude de mesure

Méthode
 Méthode des 6 points

Type d'appareils de mesure
 Moulinets C31

Station hydrométrique proche

Commune de xxx
 Pont de zzz

Jour 1 :
 AM : Arrivée + Accueil + Intendance + Briefing journée
 Déjeuner à l'hôtel
 PM : Transfert Site + Essai n°1 (100m³/s) + Traitement des données
 (+ Essais & Traitement complémentaires des données pour les instruments suspectés d'anomalie) + Transfert Hôtel
 Soir : Analyse + Débriefing journée

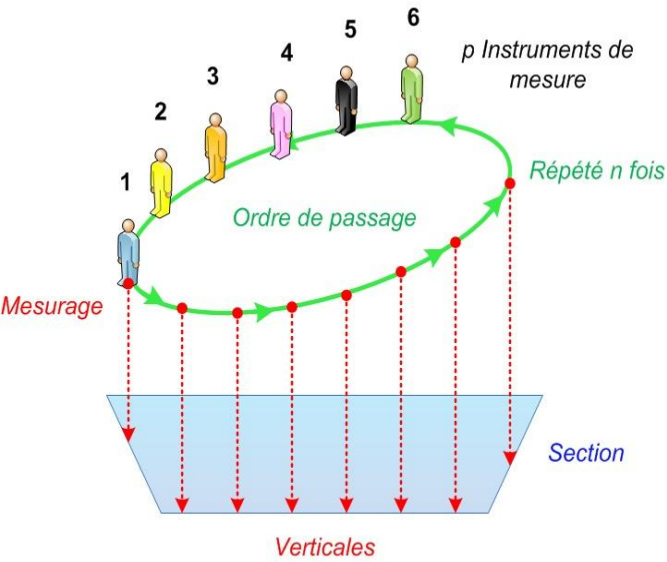
Jour 2 :
 AM : Briefing journée + Transfert Site + Essai n°2 (200m³/s)
 Déjeuner sur site (après fin des essais)
 PM : Traitement des données + Rangement du matériel & Nettoyage du site + Transfert Hôtel + Débriefing Essais + Bilan campagne
 Soir : Retour

Plan de prévention,
 Préparation du site,
 Description des essais :
 Essai n°1 :
 Débit d'environ 100m³/s,
 1 transect parallèle au pont,
 12 verticales repérées,
 Positions des instruments :

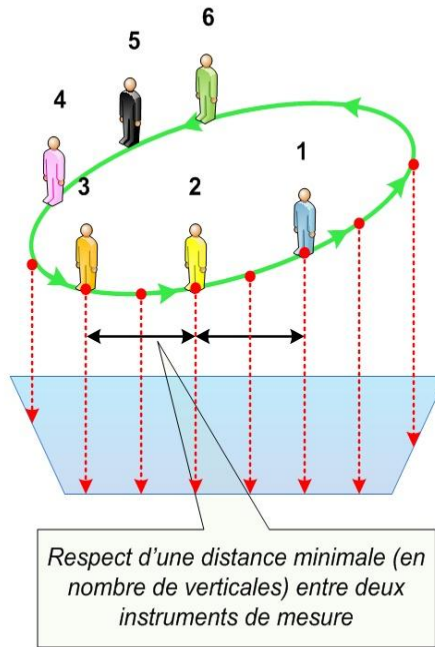
1	2	3	4	5	6	↻		
.	1	2	3	4	5	6	↻	
.	.	1	2	3	4	5	6	↻

Etc,
 Temps de mesurage souhaité entre 2 verticales : 8 min,
 Exploitation sous Barème

Exemple d'ordre de mesure



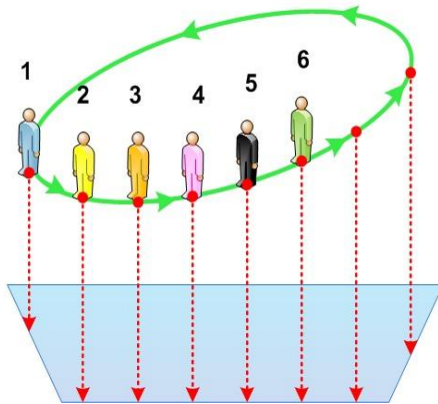
En cas de risque de perturbation des mesurages (instruments trop proches)



Exploration du champ de vitesses : illustration de modes opératoires

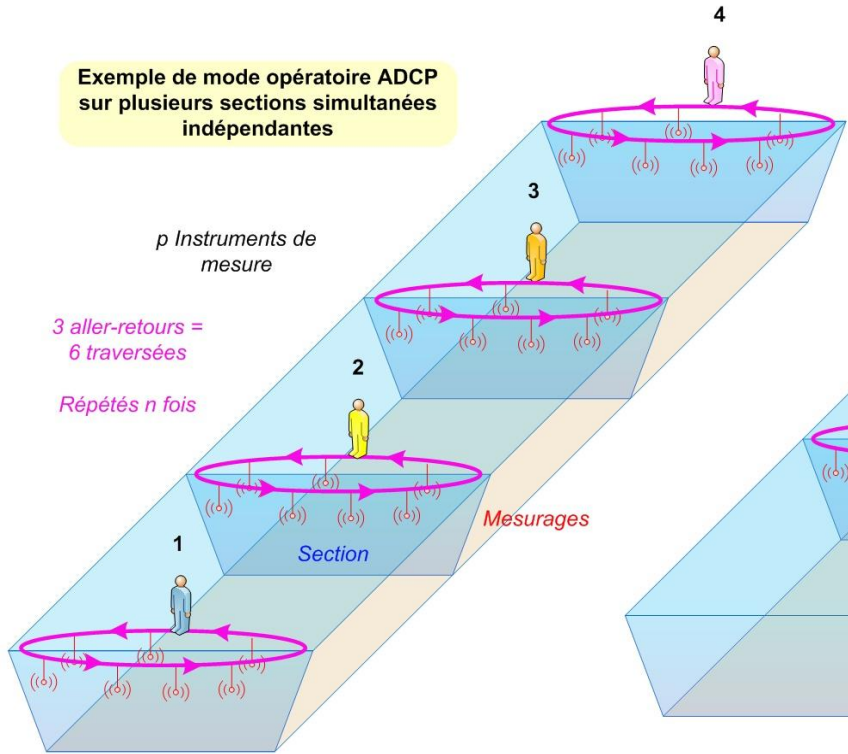
En cas de durée d'essais limitée

Au départ des essais, le maximum d'instruments de mesure est placé en situation de mesure :
La durée des essais est raccourcie

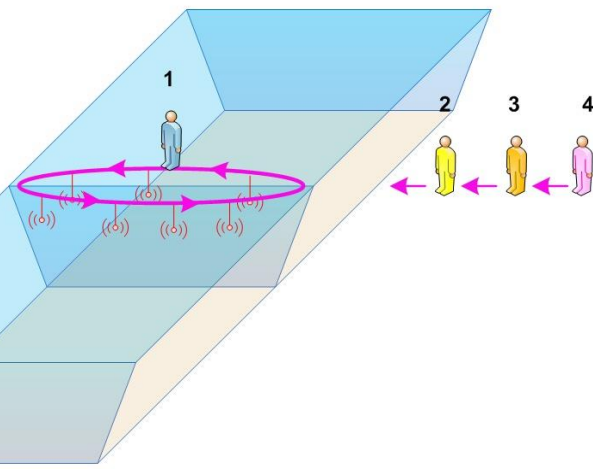


Exemple de mode opératoire ADCP sur plusieurs sections simultanées indépendantes

p Instruments de mesure
 3 aller-retours = 6 traversées
 Répétés n fois



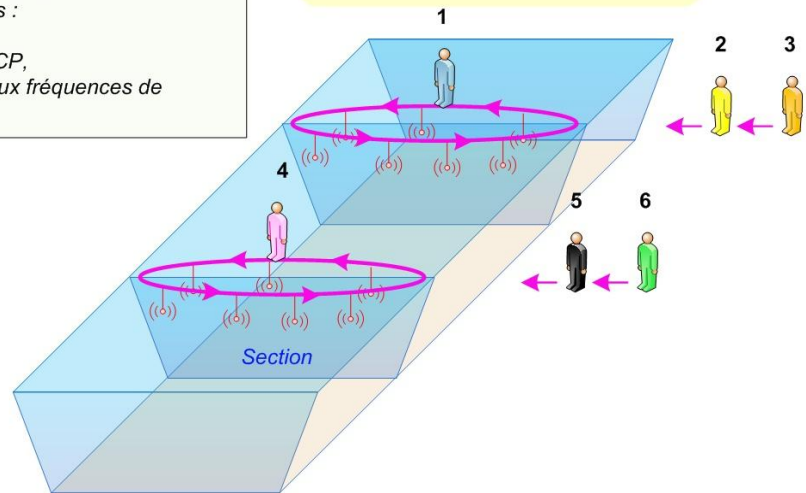
Exemple de mode opératoire ADCP sur une seule section



Respect d'une distance minimale entre deux instruments de mesure pour éviter les perturbations liées :

- aux remous,
- aux fréquences ADCP,
- et éventuellement aux fréquences de communication

Exemple de mode opératoire ADCP sur plusieurs sections communes



Exemple de mode opératoire traceur à injection globale de NaCl

Injection instantanée de NaCl

Temps de passage, Concentration

Répétition n fois

$d = \text{distance de « bon mélange »}$

p Instruments de mesure

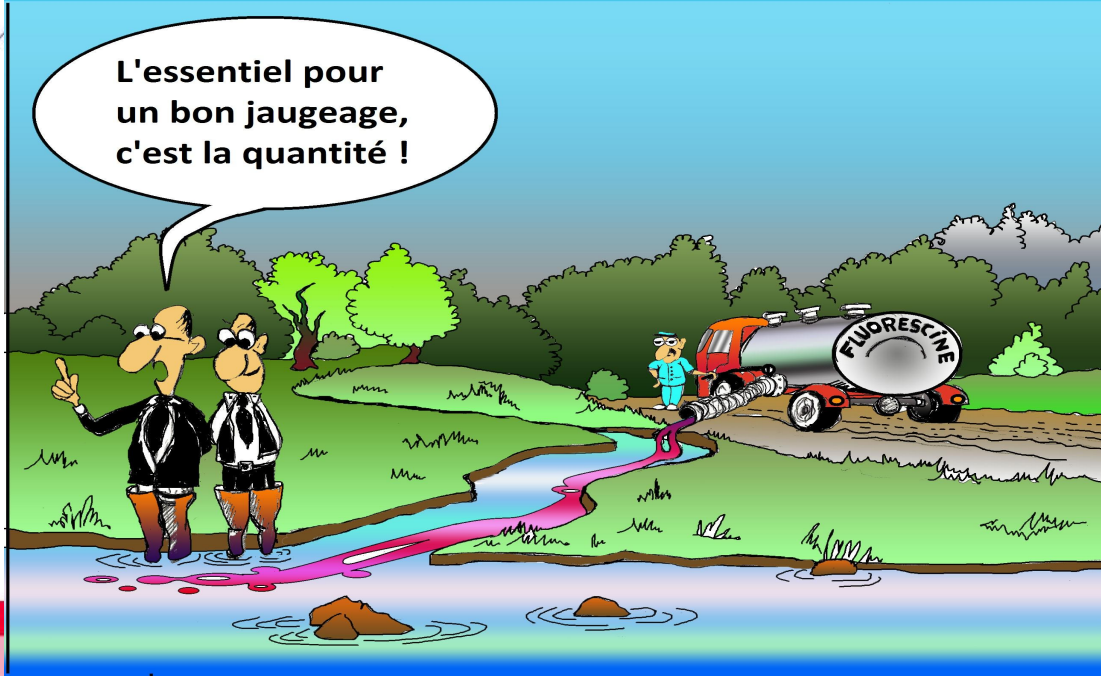
(conductimètre connecté à une ou plusieurs sondes)

1 2 3 4 5

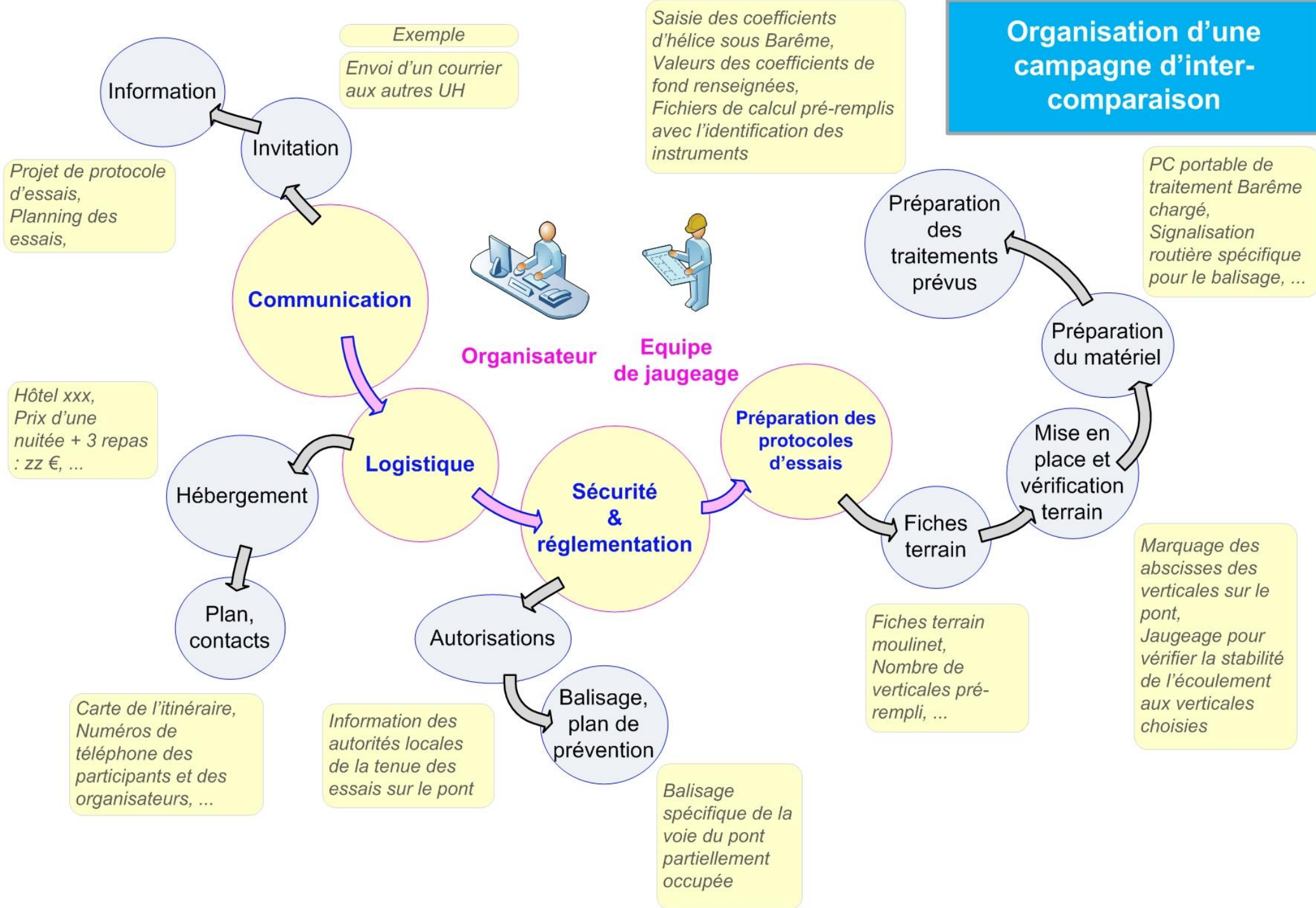
Mesurages

T_3, C_3

L'essentiel pour un bon jaugeage, c'est la quantité !



Organisation d'une campagne d'inter-comparaison



Déroulement d'une campagne d'inter-comparaison

Exemple

Bienvenue,
Présentation des participants,
Rappel des objectifs,
Description du site, ...

Echange entre les participants,
Décision de ré-utiliser ce site, ...

Projection en salle du fichier du résultat, explications

Bilan/recueil des propositions d'amélioration

Fin de la campagne

Conditions de stationnement sur le site,
Balisage sur site,
Réglementations particulières, ...

Remise de la fiche contacts,
Horaires des repas,
Plans itinéraires, ...

Mise en place sur site,
Synchronisation horaire,
Mesurages,
Trace des modifications éventuelles d'organisation

Saisie des fiches terrain
Saisie de la fiche de surveillance

Plan de coupe de la section sous Barème similaire pour tous les instruments,
Moyennes des résultats de débit relativement proches entre instruments, ...

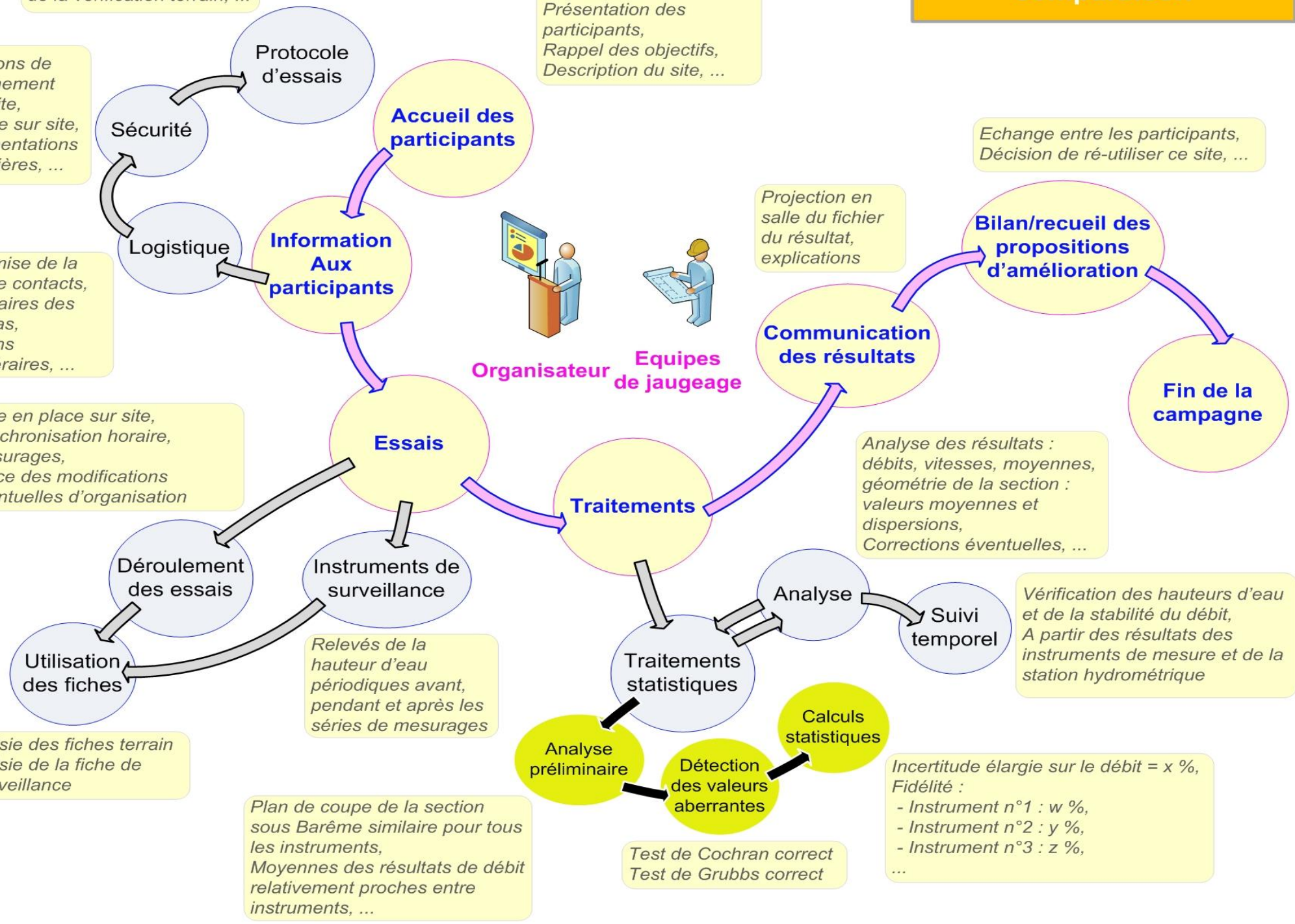
Relevés de la hauteur d'eau périodiques avant, pendant et après les séries de mesurages

Analyse des résultats : débits, vitesses, moyennes, géométrie de la section : valeurs moyennes et dispersions, Corrections éventuelles, ...

Vérification des hauteurs d'eau et de la stabilité du débit, A partir des résultats des instruments de mesure et de la station hydrométrique

Incertitude élargie sur le débit = x %, Fidélité :
- Instrument n°1 : w %,
- Instrument n°2 : y %,
- Instrument n°3 : z %, ...

Test de Cochran correct
Test de Grubbs correct



Après une campagne d'inter-comparaison

Exemple

Analyse plus poussée des résultats de vitesses moyennes,
Correction sur une série de résultats pour tenir compte de la variation du débit entre les deux répétitions de mesurage du premier niveau de débit, etc

Traitements et analyses complémentaires

Envoi à tous les participants du rapport détaillé du déroulement et des résultats,
Envoi personnalisé à chaque participant d'éventuels dysfonctionnements constatés.

Communication des résultats



Organisateur



Equipes de jaugeage

Surveillance périodique des instruments

Comparaison régulière des résultats de mesurage avec les courbes de tarage existantes,
Comparaison régulière des résultats de mesurage avec ceux d'autres instruments en tenant compte du biais connu entre les deux types d'instruments (exemple : C31/ADCP)

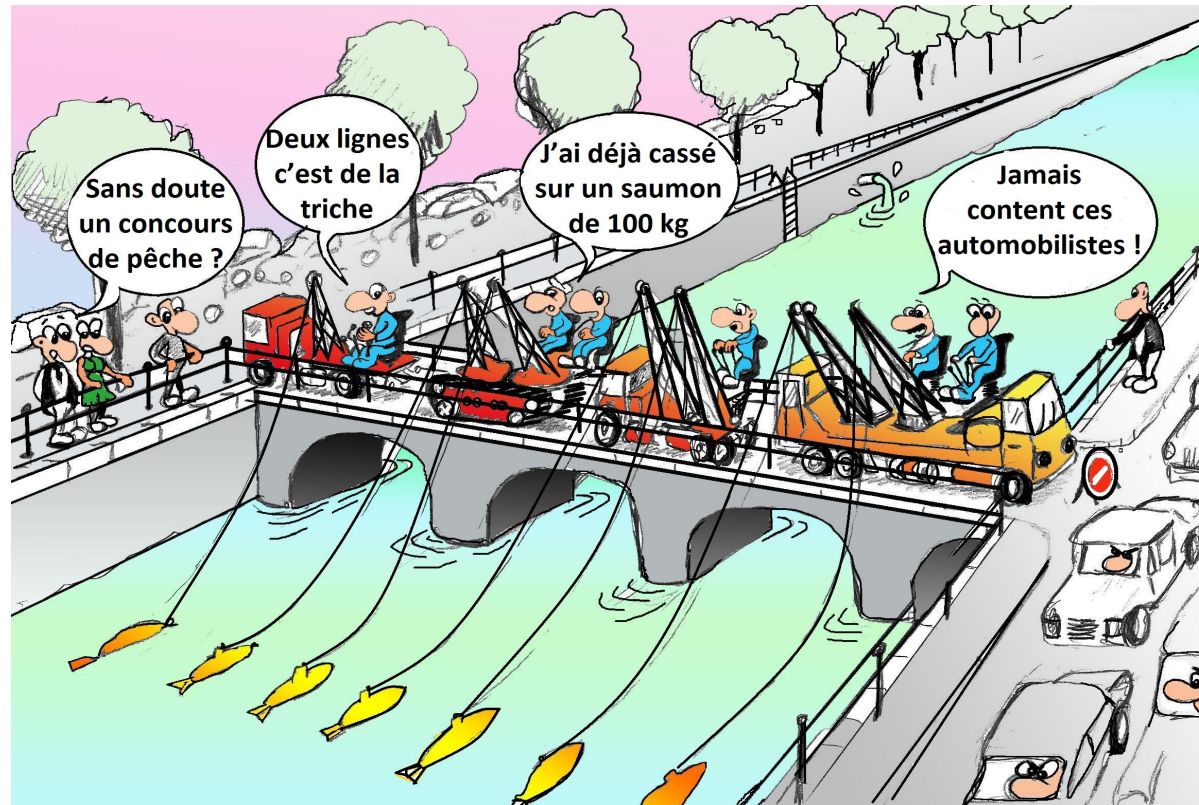
Aux participants

Au reste de la communauté

Présentation des résultats lors de conférences,
Transmission du rapport ou d'une version résumée et anonymisée au réseau PC&H et groupes de travail concernés

Contenu : annexes

- Le guide est associé a :
 - des fiches instruments, qui rappelle les limites et conditions d'utilisation des matériels
 - des fiches terrains, pour consigner toutes les informations nécessaire lors d'une inter-comparaison
 - un outil de calcul statistique



Contenu : annexes

Fiche-Données-Surveillance

Données-générales

Données-générales	
Date	01/01/2013
Organisateur	DREAL-CENTRE
Lieu	VIC-LE-COMTE
Type d'essai	Mesure-fidélité
Equipe	TOU1
Nom-Mesure	TOU1_001
Station-de-jaugeage	XX
Type-Mesure	Continu-/pas-de-mesures
Instrument-de-référence	

A renseigner par les observateurs

Synthèse-Mesures-Données-surveillances

Données-de-surveillance	
Valeur-moyenne mesurée-(Hauteur-ou débit)	1,60m
Heure-de-début	10:50:00
Heure-de-fin	10:58:00

A renseigner par les observateurs

Mesures-brutes-relevées-lors-du-test-d'inter-comparaison

Heures	Hauteur-Eau	Débit	Remarques

Fiche-Terrain-Moulinet-C2-C31

Données-à-pré-remplir-en-amont

→ Informations-générales

Données-générales	Inter-comparaison
Organisateur	DREAL-CENTRE
Date	01/01/2013
Lieu	VIC-LE-COMTE
Type-de-campagne	CAMION-JAUGEAGE
Equipe	TOU1

A renseigner par les observateurs

→ Données-Matériel

- Hélice

Type Hélice	N°-Hélice	N<	N>	Dernier-étalonnage ou-contrôle	matériau Hélice
1-2-A	200740	V=0.4248n +0.023	V=0.4792n+ 0.006	01/09/2012	Laiton-chromé
1-2-A	200740	V=0.4248n +0.023	V=0.4803n+ 0.006	01/09/2012	Laiton-chromé

A renseigner par les participants en amont

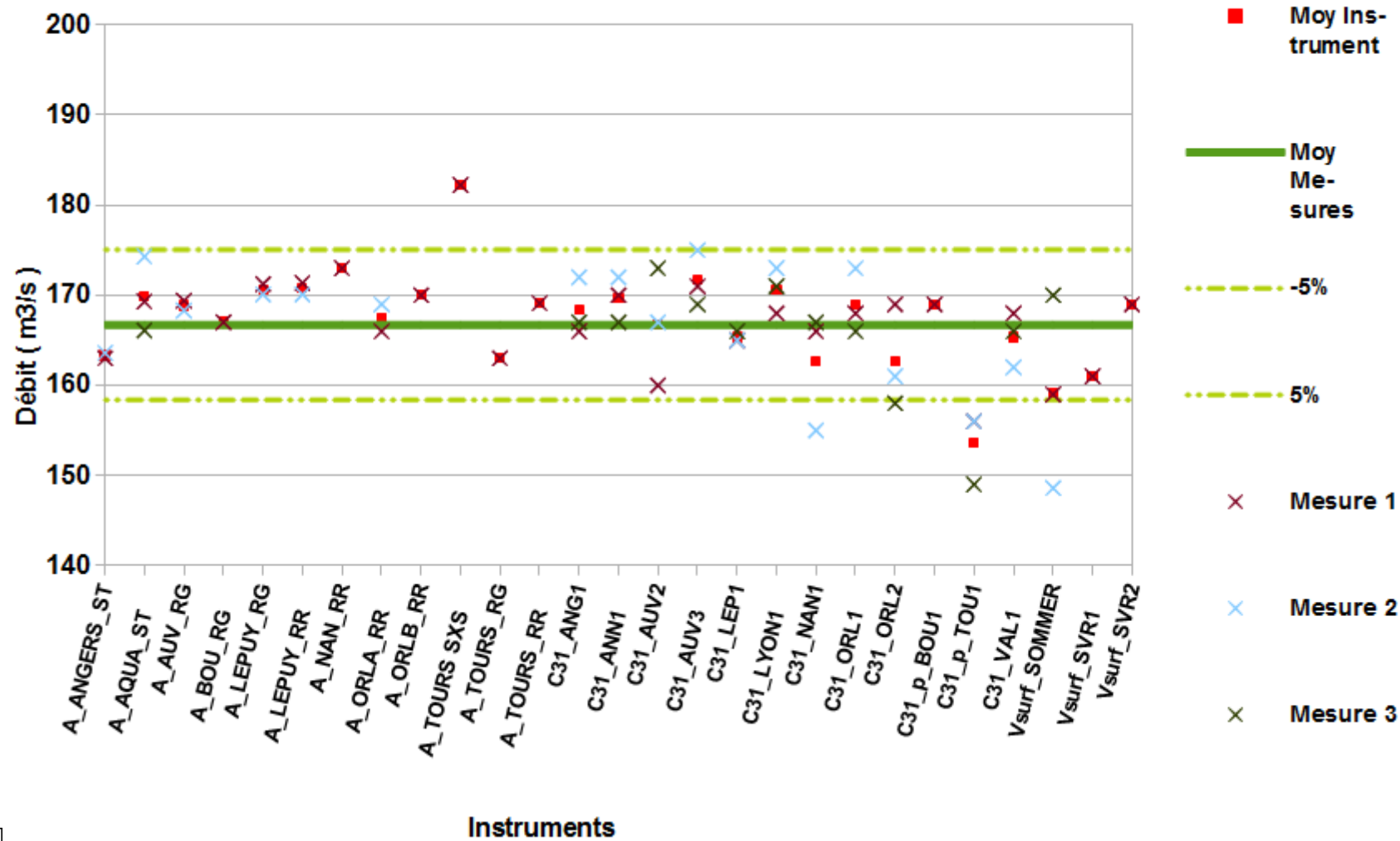
- Moulinet

Type Moulinet	N°-Moulinet	Date-maintenance	Modèle	Remarques
C31	169043	01/09/2012	Perche-20-kg	
C2		01/09/2012	Saumon-50-kg	

A renseigner par les participants en amont

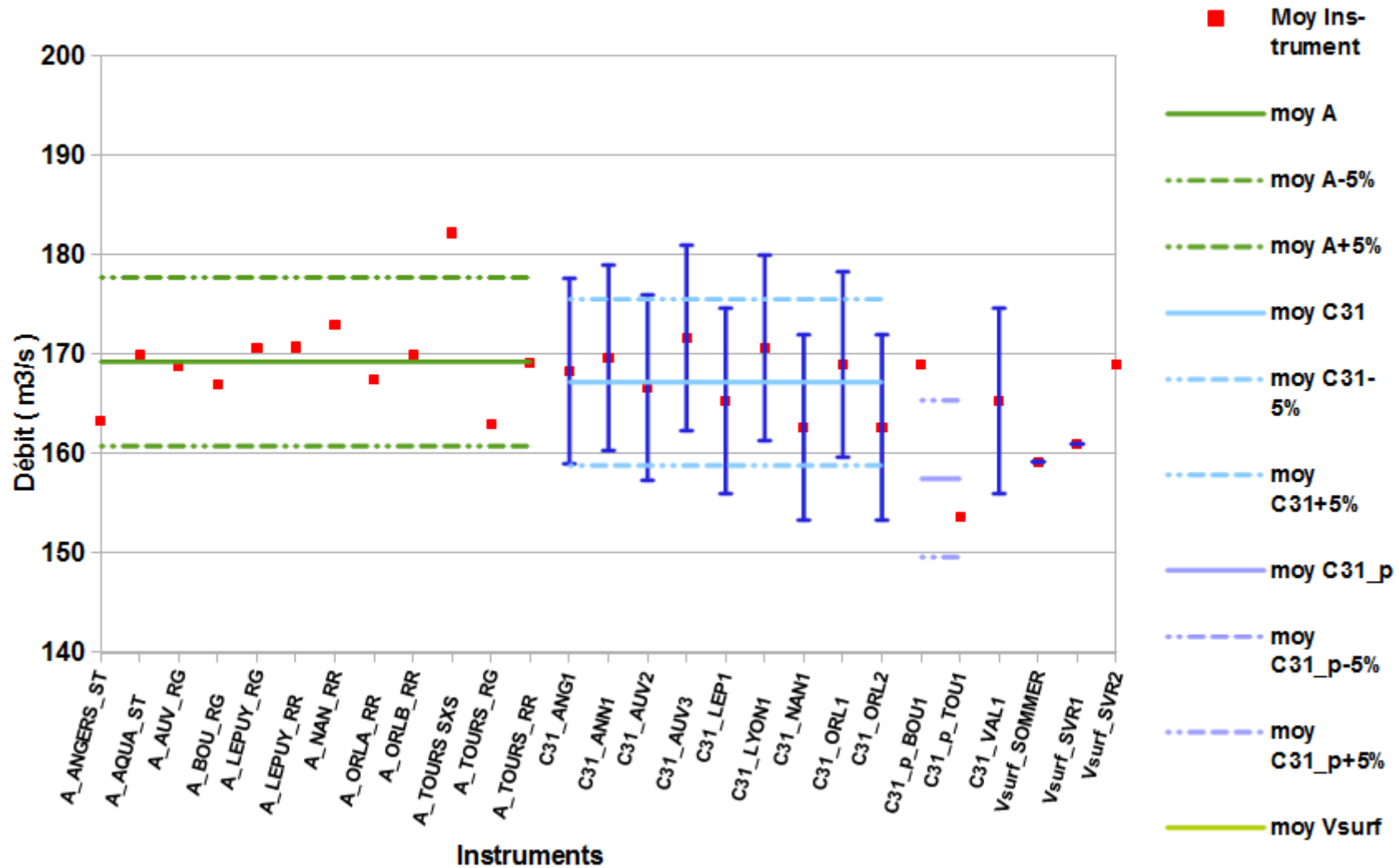
Contenu : annexes

Mesures populations Iguerande 11 / 9 / 2013



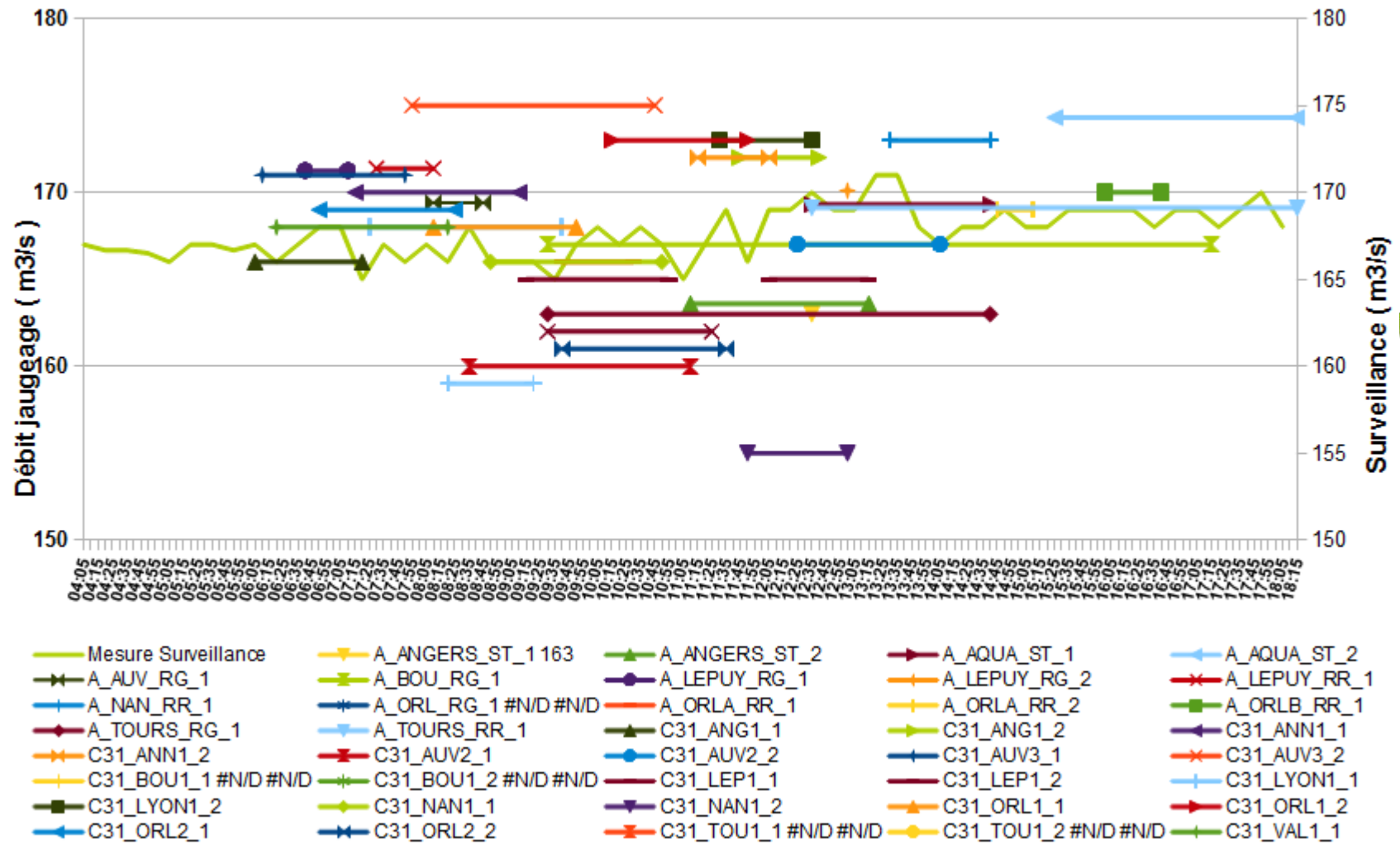
Contenu : annexes

Incertitude et moyenne populations Iguerande 11 / 9 / 2013



Contenu : annexes

Comparaison mesurages surveillance et Débit Iguerande 11 / 9 / 2013

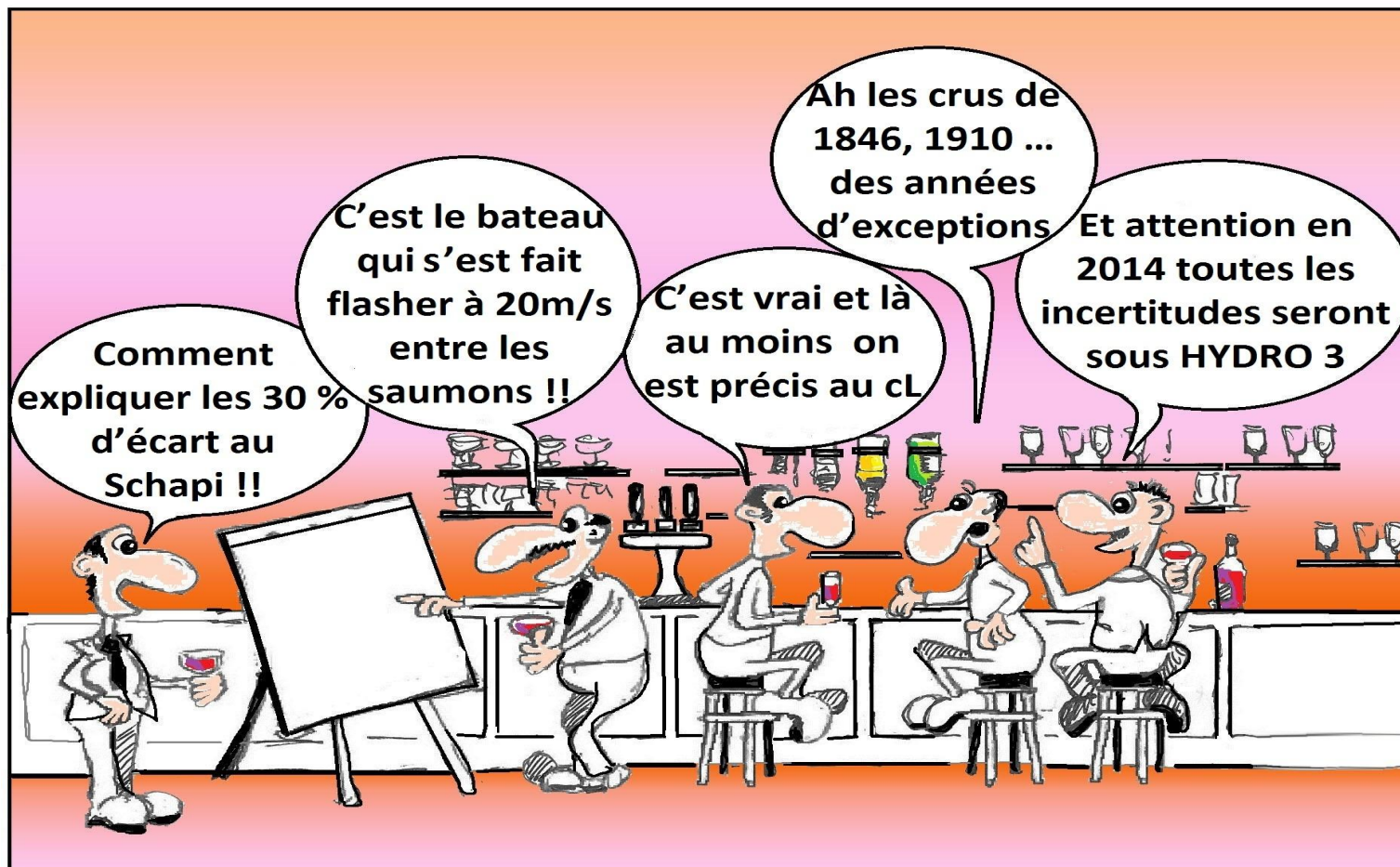


Contenu : annexes

Surveillance				
Val Max/moyenne	-36,54	moyenne	-169,46	
Val Min/moyenne	27,46	<u>Ecart</u> max en %	-21,56%	
Population	A	C31	C31_p	Vsurf
<u>nb</u> représentatif de répétitions n	2	3	2	2
q (q= niveau essai)	1	1	1	1
p (p= <u>nb</u> instruments)	12	10	2	3
Résultats <u>Cochran</u>	pb n ou p		ok	pb n ou p
Résultats <u>Grubbs</u>	moy max: plus grande valeur dite isolée_182,23 / moy min: correct_163		ok	non réalisable (n équipes < 3)
Débit moyen	169,61	167,2	161,33	163,07
<u>Uc</u> (k=2)	n<2		n<2	n<2
<u>Uc</u> (k=2) en %	n<2		n<2	n<2

Perspectives

Édition et diffusion du guide en 2014 dans l'attente des rapports et retours utilisateurs



MERCI à Didier DERRE pour les dessins, aux hydromètres pour leurs participations actives aux inter-comparaisons, au groupe doppler et à tous les membres du CICH pour leurs travaux respectifs et la richesse des échanges, et au CECP pour son investissement sur cette thématique et dans la rédaction du guide.