



**Interreg**  
**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale

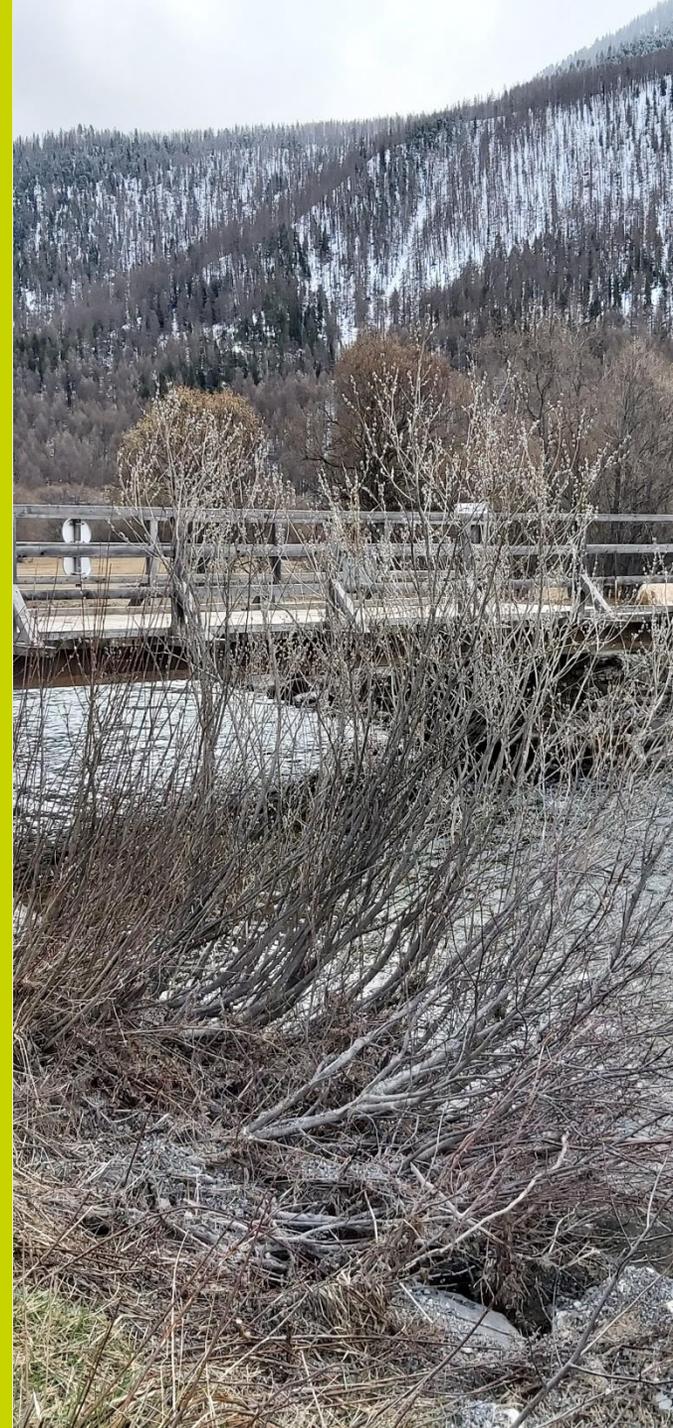


# Assistance à maîtrise d'ouvrage pour la définition d'un système d'alerte aux laves torrentielles et aux crues de la Clarée

COPIL du 3 février 2022

# Ordre du jour

1. Objectifs, besoins et priorités
2. Diagnostic de la situation actuelle
3. Proposition de système d'alerte pour les crues de la Clarée
4. Proposition de système d'alerte pour les laves torrentielles
5. Synthèse des propositions



# Besoins identifiés

---

- Pouvoirs publics / acteurs de gestion de crise
  - Les communes, autorité compétente pour l'alerte
    - Déclencher et mettre en œuvre le PCS (crues ou laves torrentielles)
    - Alerter la population d'un risque imminent ou d'un évènement en cours
  - Le Département, responsable du réseau routier
    - Mobiliser une équipe d'intervention si nécessaire (laves torrentielles principalement)
    - Couper la circulation et informer en amont les automobilistes
  - La CCB, entité GEMAPIenne
    - Engager les moyens d'intervention pour la surveillance des digues et la remise en état des cours d'eau
  - La Préfecture
    - Être en mesure de coordonner les moyens de secours le cas échéant
- Grand public (riverains et touristes)
  - Être informés de l'état des routes
  - Être alertés de l'imminence d'une lave torrentielle ou d'une inondation

# Critères et priorités de conception du système

---

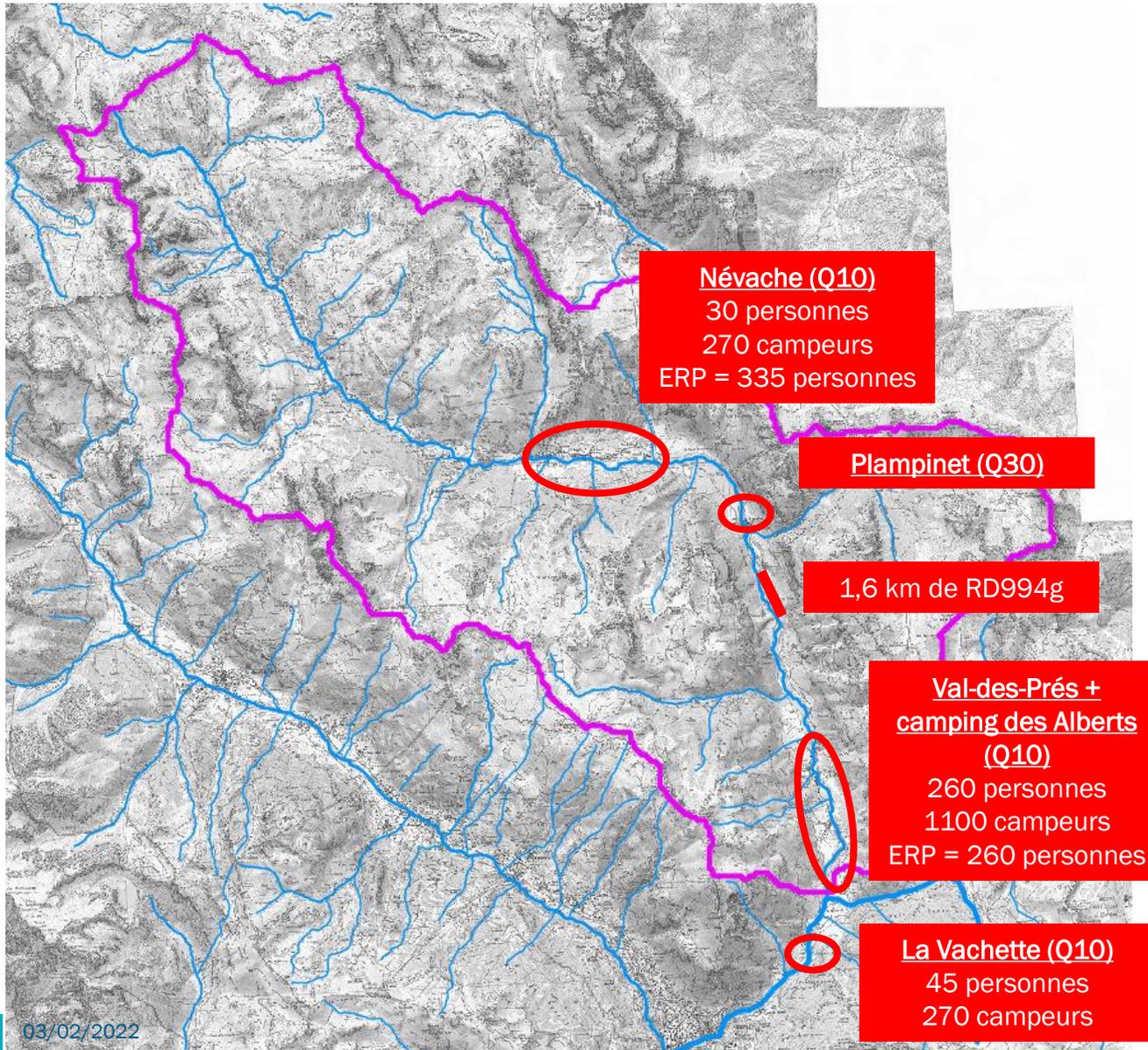
- Robustesse
- Technicité « limitée »
  - Pérennité
  - Anticipation
  - Réactivité
- Accessibilité

# Diagnostic

---

Enjeux concernés et moyens actuellement mobilisés

# Enjeux concernés par les crues de la Clarée

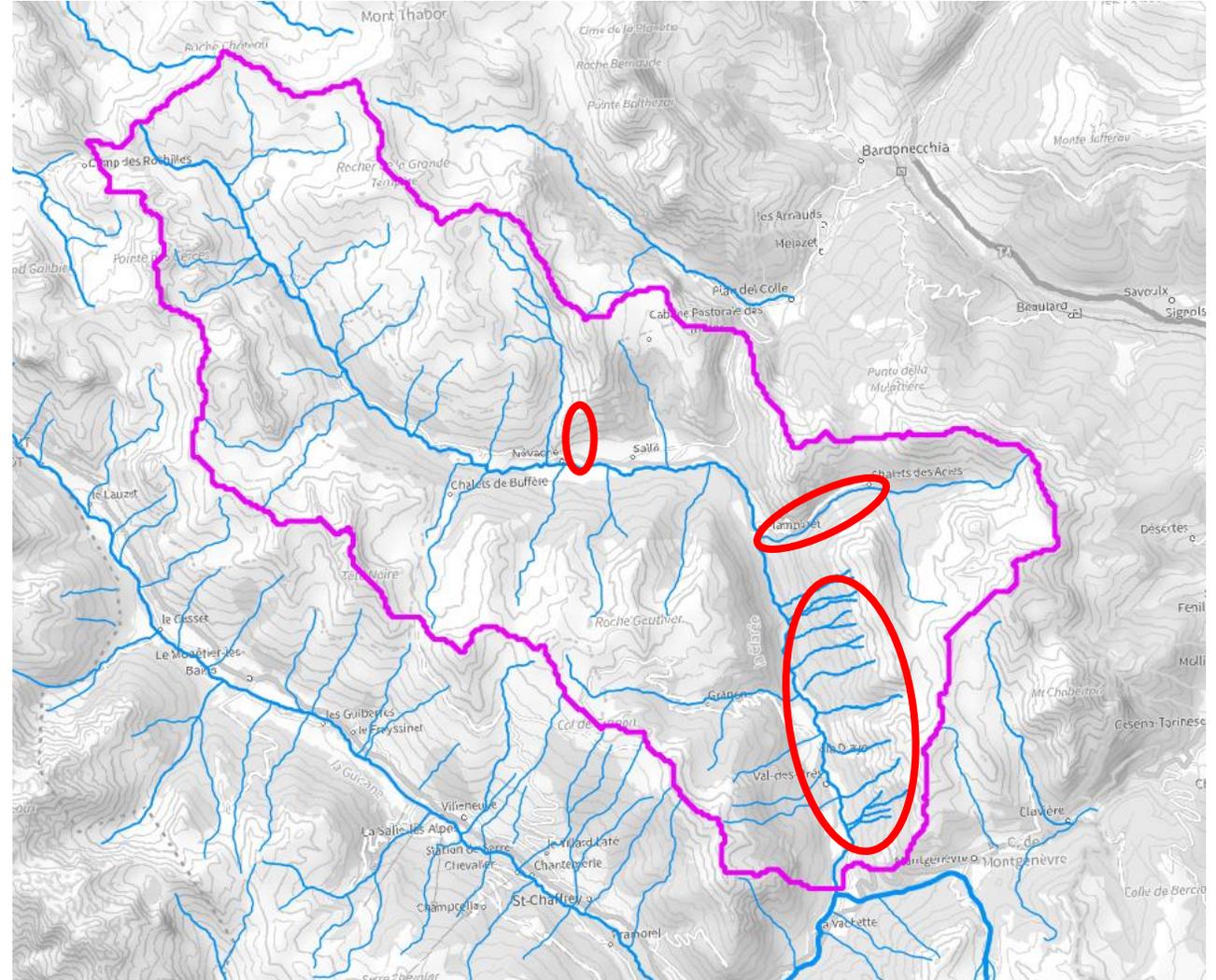


- Population résidante = 350 personnes
- Population temporaire = 2200 personnes
- Enjeux pouvant être regroupés en 3 ou 4 secteurs homogènes d'un point de vue hydrographique → 4 points d'alerte
- Délai d'anticipation requis de 45 minutes minimum (évacuation campings)

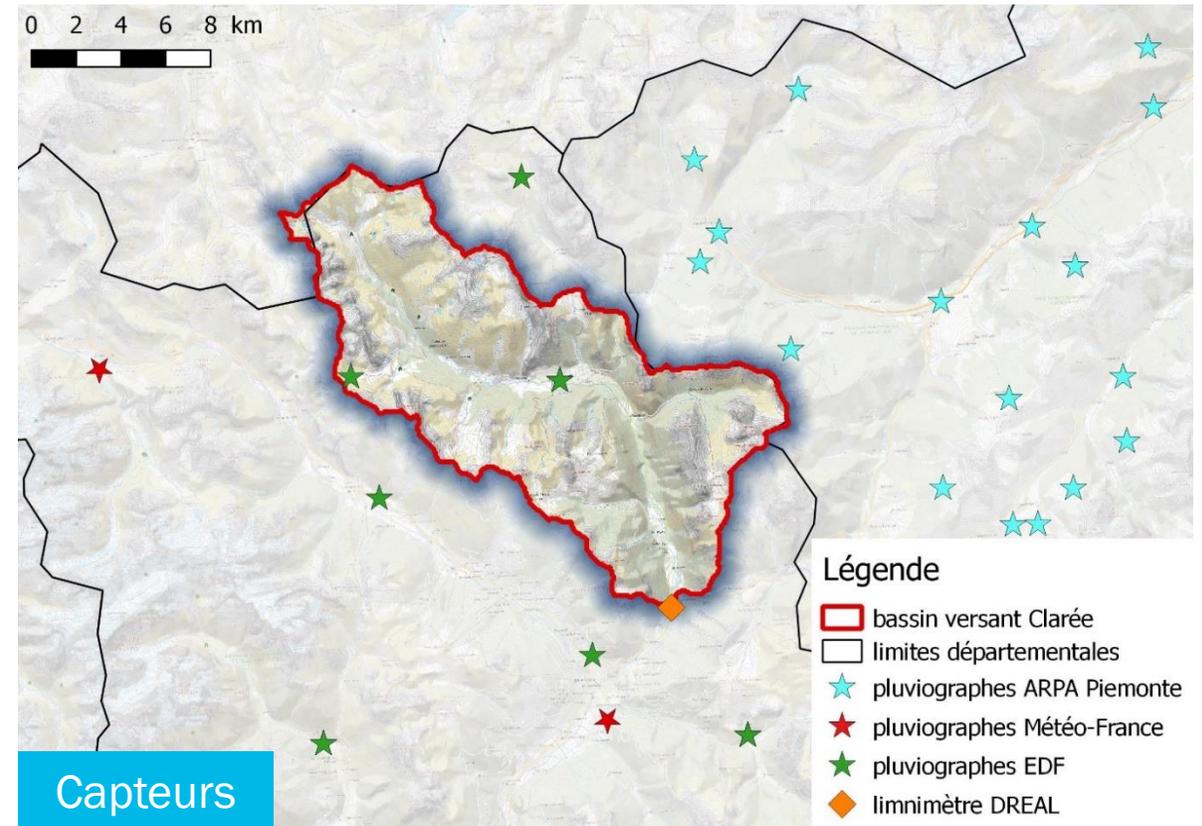
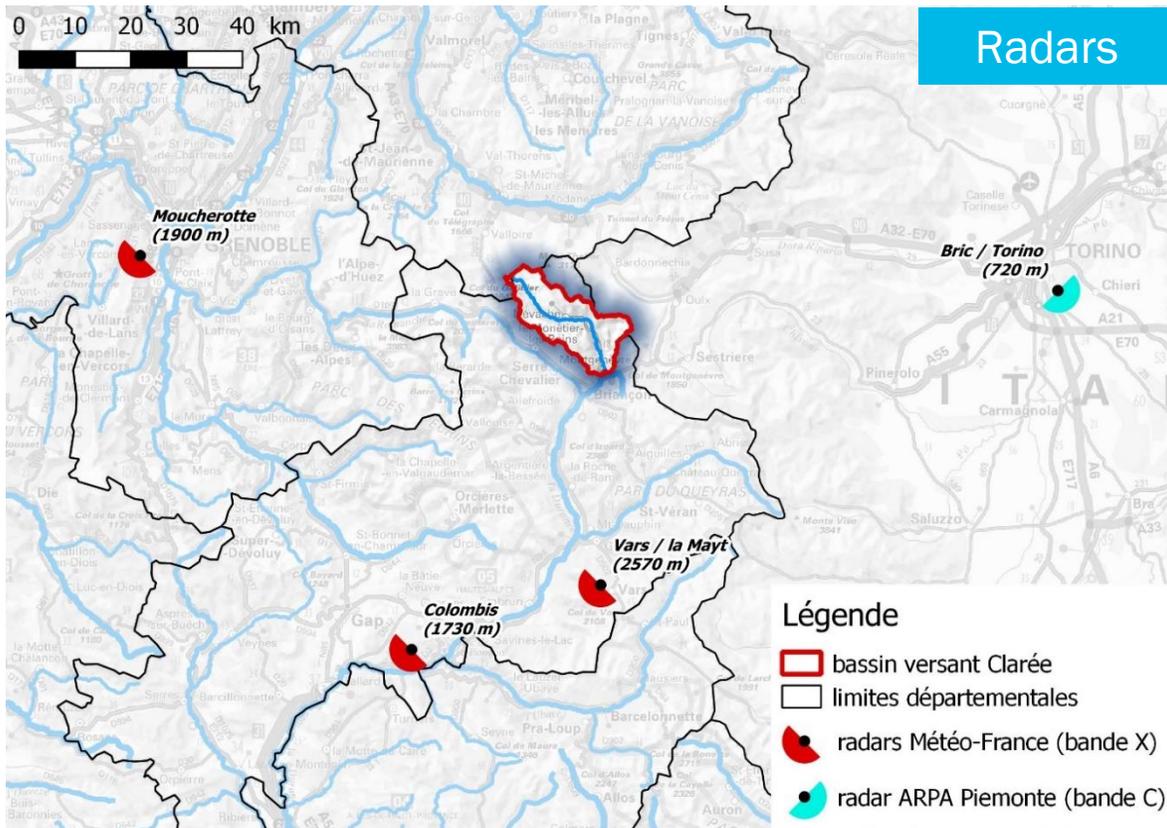
# Enjeux concernés par les laves torrentielles

- Risque omniprésent (localisation et fréquence) et diffus sur l'ensemble du bassin versant aval
- Enjeux humains : environ 400 personnes impactées par des phénomènes torrentiels
- Autres enjeux : routes départementales + risque d'obstruction de la Clarée
- 11 ravins prioritaires

Ravin / torrent	Enjeux susceptibles d'être impactés	Niveau d'aléa	Priorité
Ravin de la Ruine	Hameau de Salé	Fort	1
Ravin du Bruza	RD994g	Très fort	1
Torrent des Acles	RD994g + Plampinet	Fort	3
Ravin du Bruza	RD994g	Très fort	1
Ravin de la Sagne	RD994g	Très fort	1
Ravin de Pécé	RD994g	Très fort	1
Ravin des Sables	RD994g	Très fort	1
Ravin de la Pinatelle	RD994g	Très fort	1
Ravin de la Lauze	RD994g	Très fort	2
Ravin des Fournéous	Obstruction de la Clarée	Fort	2
Ravins du Combal et de Cratourié	RD201 + obstruction Clarée	Fort	2

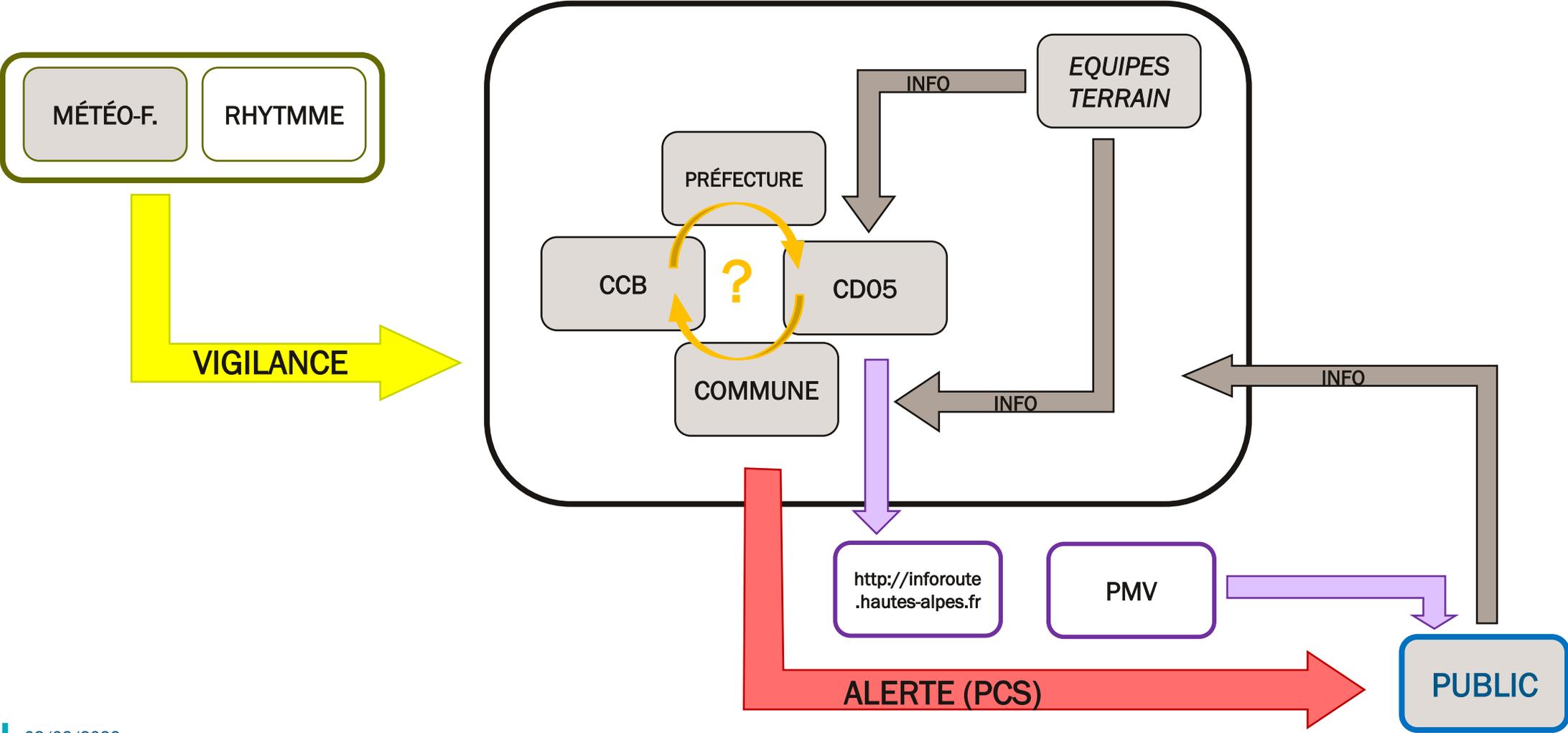


# Les équipements existants et leurs limites



- 1) Échelle communale de l'APIC inadaptée
- 2) Pas de fonctionnalité de notification sur la plateforme RHyTMME
- 3) Le radar de Vars n'est pas disponible dans RHyTMME ni dans la mosaïque nationale de lame d'eau
- 4) Les données EDF sont accessibles à titre onéreux
- 5) Appui à la gestion de crise (PrédicT) inadaptée à la typologie des phénomènes à anticiper

# Schéma fonctionnel actuel



# Bilan du diagnostic

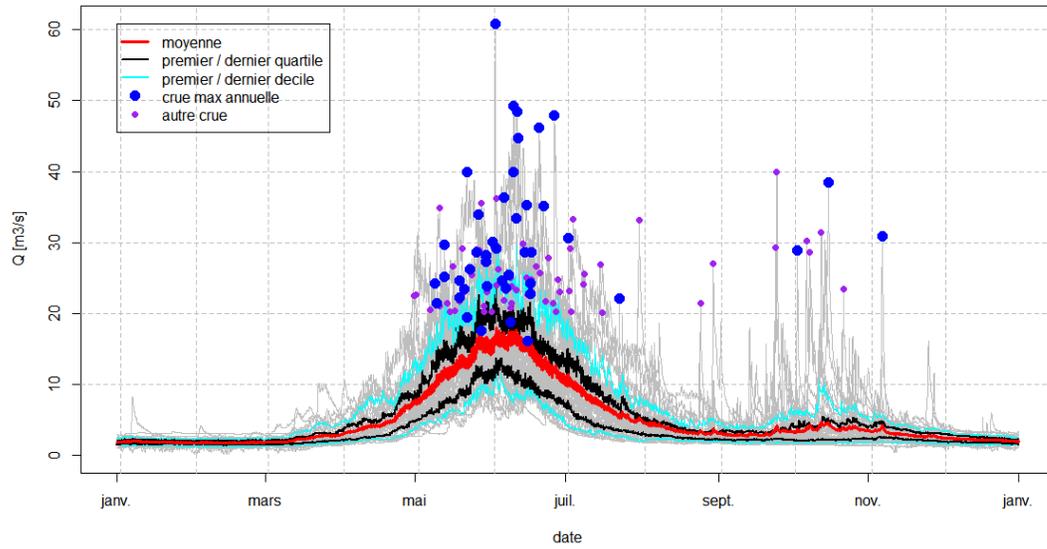
---

- Alerte déclenchée « aléatoirement »
  - Peu (ou pas) d'instrumentation (donnée temps réel)
  - Aucune anticipation
  - Repose principalement sur le constat « humain » sur site
- Information peu (ou pas) mise en commun
  - Les différents pouvoirs publics impliqués dans la gestion de crise n'ont pas le même niveau d'information
- Manque de robustesse
  - Aucune automatisations

# Proposition de système d'alerte pour les crues de la Clarée

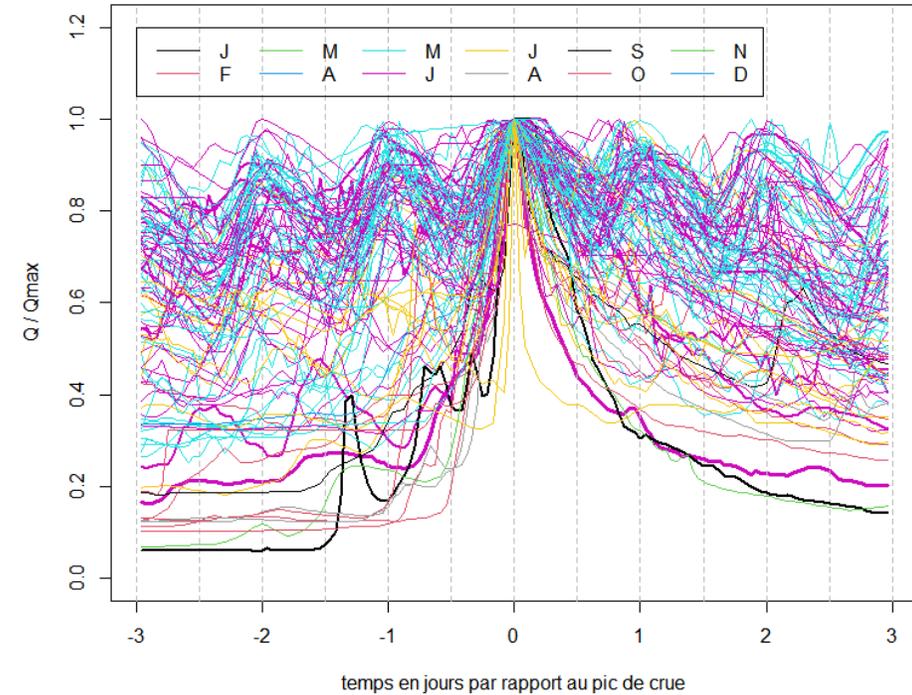
---

# Quelles solutions au regard du fonctionnement du bassin versant ?



## 4 types de crues :

- Crues nivales (mai-juin)
- Crues nivo-pluviales (mai-juin)
- Crues pluviales (septembre-octobre-novembre)
- Crues éclair générées par des orages



## Temps de montée :

- Variable selon le type de crue (de quelques heures à près d'un jour)
- Des vitesses de montée de l'ordre de  $10 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h}$

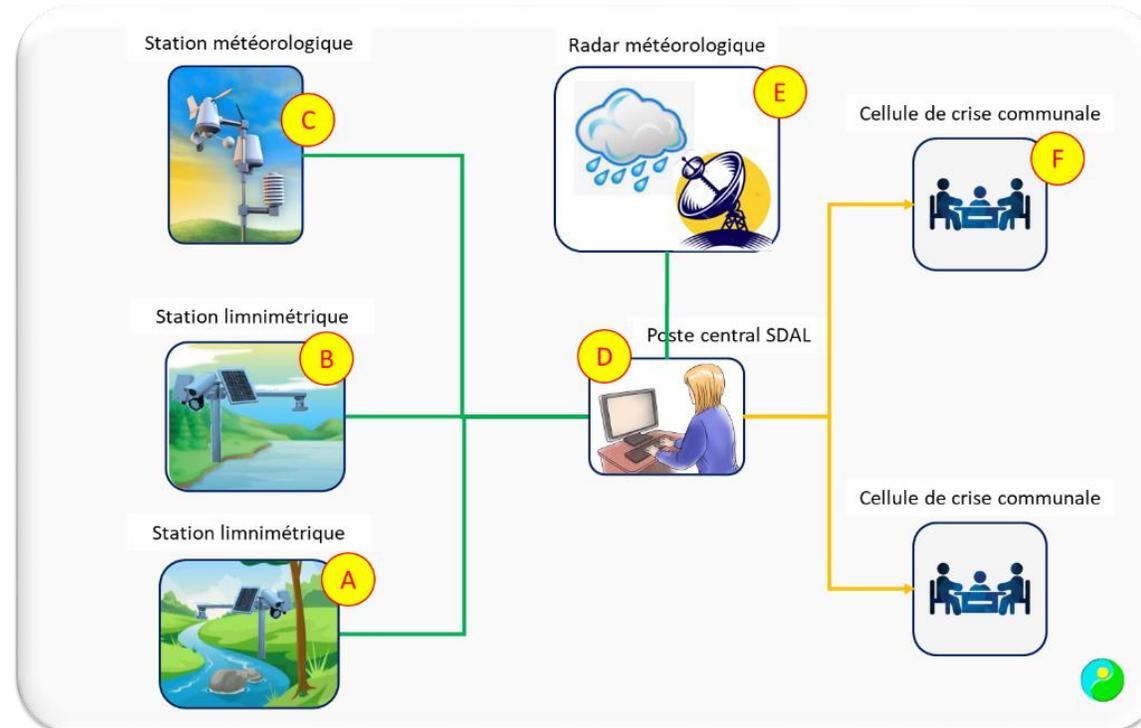
# Les solutions proposées

---

- En solution de base, 2 approches complémentaires
  1. Une approche débit / débit (ou hauteur / hauteur) basée sur des dépassement de seuils de hauteur d'eau en amont des enjeux → **limnimètres**
  2. Une approche « dépassement de seuil pluviométrique » pour une anticipation et une robustesse accrues → « **APIC sur mesure** » (Météo-F.)
- En option, la mise en place d'outils de modélisation hydrologique permettant une anticipation plus importante
  - Implique l'ajout de nouveaux capteurs (pluviomètres et thermomètres) car la connaissance de la répartition spatiale de la pluie et du stock neigeux est actuellement insuffisante
  - Suppose de disposer des moyens humains pour exploiter ces outils et en expertiser les résultats
  - À envisager en lien avec l'évolution des missions de prévision des crues de l'État

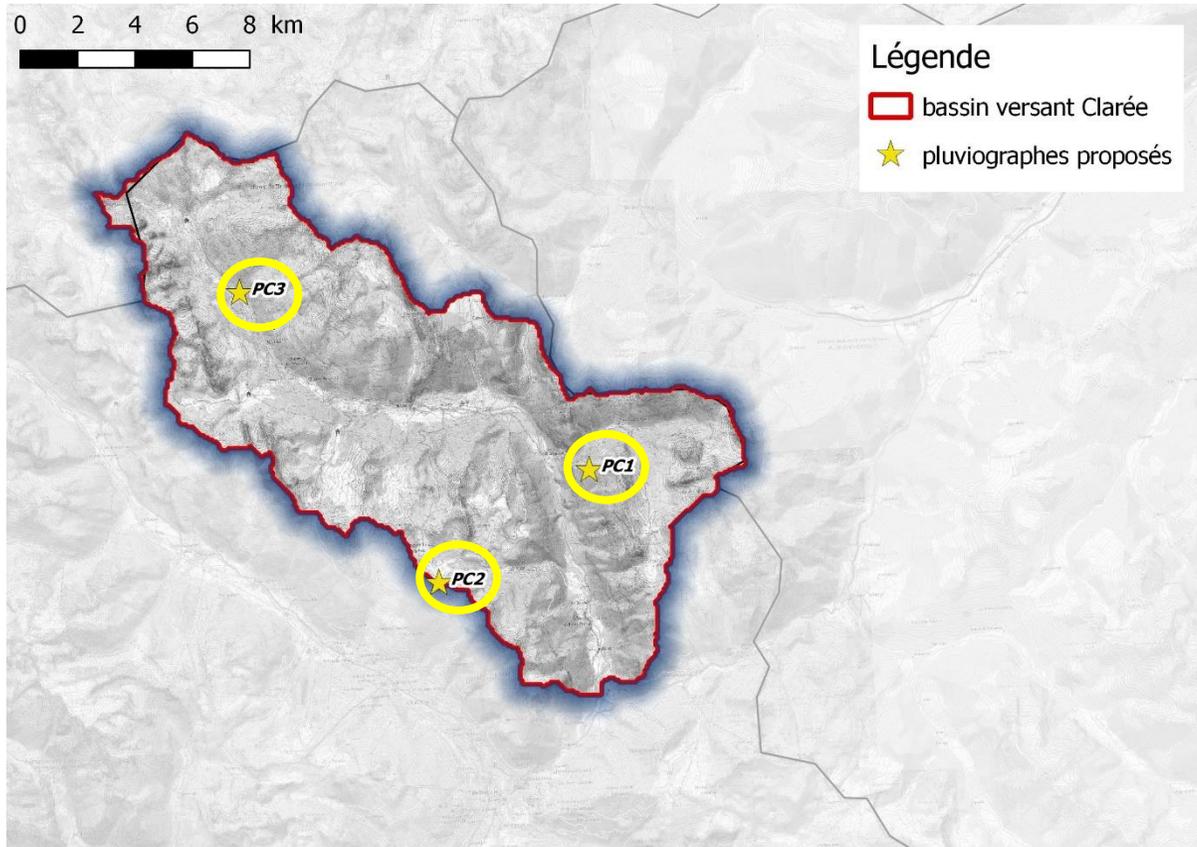
# Architecture générale du dispositif

- **Limnimètres** et/ou pluviographes télétransmis assurant la mesure ainsi que l'envoi direct de SMS en cas de dépassement de seuils
- D'un **poste central** assurant a minima la collecte, la bancarisation et la visualisation des données et offrant possiblement d'autres fonctionnalités plus avancées selon le choix des acteurs





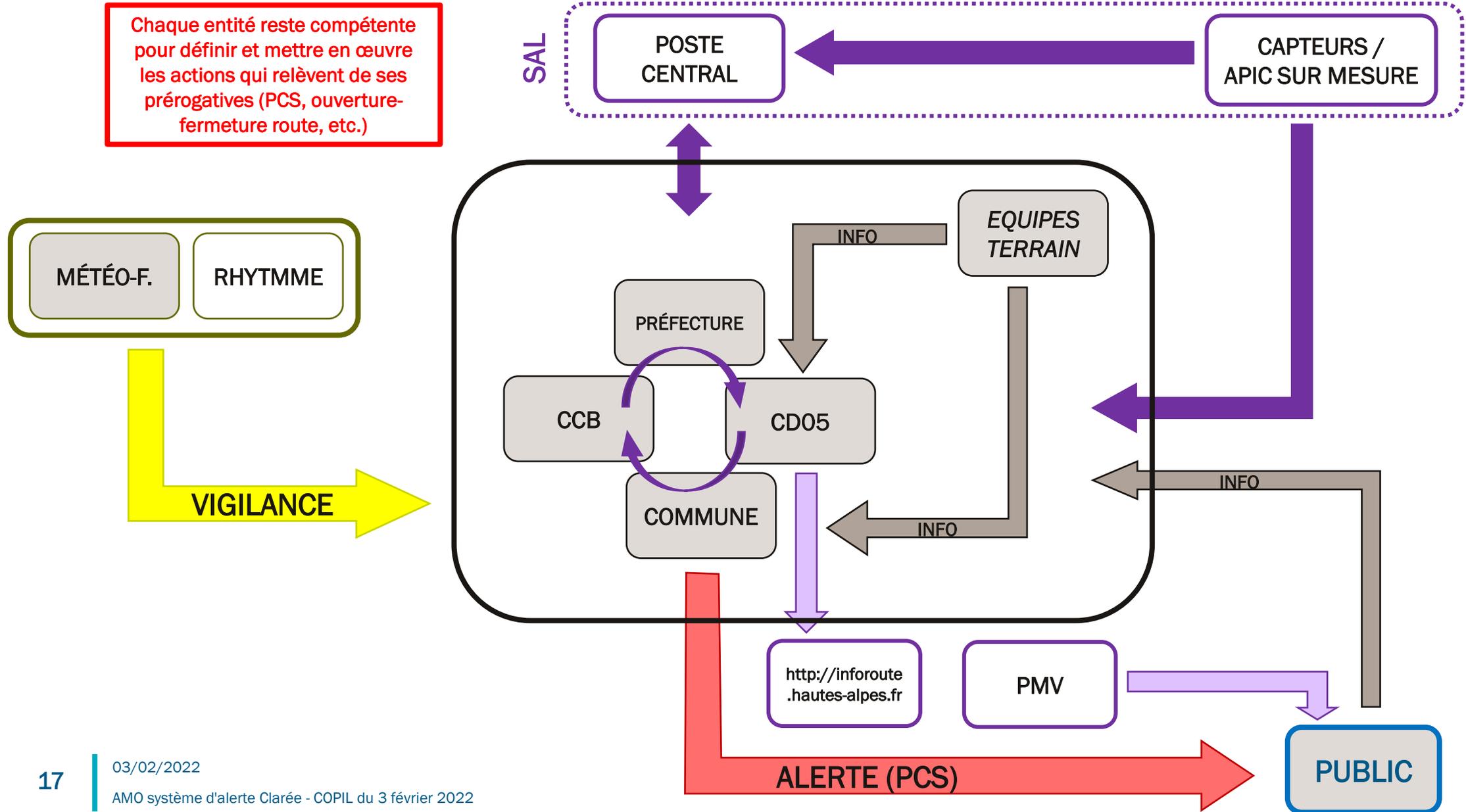
# OPTION: sites d'implantation des pluviomètres



- 3 pluviomètres :
  - Pointe Pécé [PC1]
  - Col de Granon [PC2]
  - Refuge de Laval [PC3]

# Schéma fonctionnel pour les crues de la Clarée avec SAL

Chaque entité reste compétente pour définir et mettre en œuvre les actions qui relèvent de ses prérogatives (PCS, ouverture-fermeture route, etc.)



# Les solutions techniques envisagées pour la diffusion de l'alerte / information

DECLENCHE PAR	CIBLE	DÉCLENCHEMENT	DIFFUSION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<b>SAL (CAPTEURS / APIC)</b>	Acteurs institutionnels	<b>AUTOMATIQUE</b> en phase « alerte »	<b>SMS</b>	<i>Couplage avec capteur ou poste central</i>	<i>Nombre de destinataires limité</i>
<b>COMMUNES *</b>	Riverains / Acteurs institutionnels	<b>MANUEL</b> en phases « vigilance », « alerte » et « retour à la normale »	<b>Automate d'appels</b> (mis à dispo par CCB)	<i>Personnalisation du message</i>  <i>Valorisable pour d'autres usages / secteurs géographiques</i>	<i>Coûts</i>  <i>Nécessité d'une inscription préalable</i>
<b>CD05 *</b>	Automobilistes	<b>MANUEL</b> en phases « vigilance », « alerte » et « retour à la normale »	<b>PMV</b>	<i>Personnalisation du message</i>	<i>Portée limitée (2 PMV)</i>
<b>CD05 *</b>	Riverains / Touristes	<b>MANUEL</b> en phases « vigilance » et « retour à la normale »	<b>Site inforoute05</b>	<i>Large couverture</i>  <i>Message personnalisé</i>	<i>Mode « pull »</i>  <i>Accès internet</i>

(\*) : Chaque entité reste compétente pour définir et mettre en œuvre les actions qui relèvent de ses prérogatives (PCS, information riverains, automobilistes, ouverture-fermeture route, etc.)

# Proposition de système d'alerte pour les laves torrentielles

---

# Les spécificités et contraintes des laves torrentielles

---

- Prévisibilité relativement faible, tant en termes météorologique que vis-à-vis de l'initiation du phénomène → phénomène « aléatoire »
- Dynamique et cinétique extrêmement rapide → anticipation limitée
- Une multiplicité des sites exposés à ces phénomènes
- Un public cible dispersé et pas forcément familier avec ces phénomènes

# Les solutions envisageables

---

- Une phase « vigilance » activée via l'envoi d'un MSB par Météo-France → *en cours d'expérimentation*
- En phase « alerte », deux approches (potentiellement complémentaires) envisageables
  1. Déclenchement d'une alerte sur dépassement de seuil pluviométrique (radar ou pluviomètre)
    - Avantage : couverture de l'intégralité des ravins à risque à moindres coûts
    - Inconvénient : risque de fausses alertes
  2. Déclenchement d'une alerte sur la base de l'activation d'un Détecteur de Laves Torrentielles
    - Avantage : factuel
    - Inconvénients : faible nombre de ravins instrumentables

## → 3 solutions examinées

- **Solution de base : alerte pluviométrique sur la base de lames d'eau radar (solution privilégiée)**
- Solution variante : alerte pluviométrique sur la base de données pluviométriques in-situ
- Solution optionnelle : ajout d'un ou plusieurs DLT

# SOLUTION DE BASE

---

Alerte sur dépassement de seuils pluviométriques radar → **APIC « sur mesure » (Météo-F.) :**

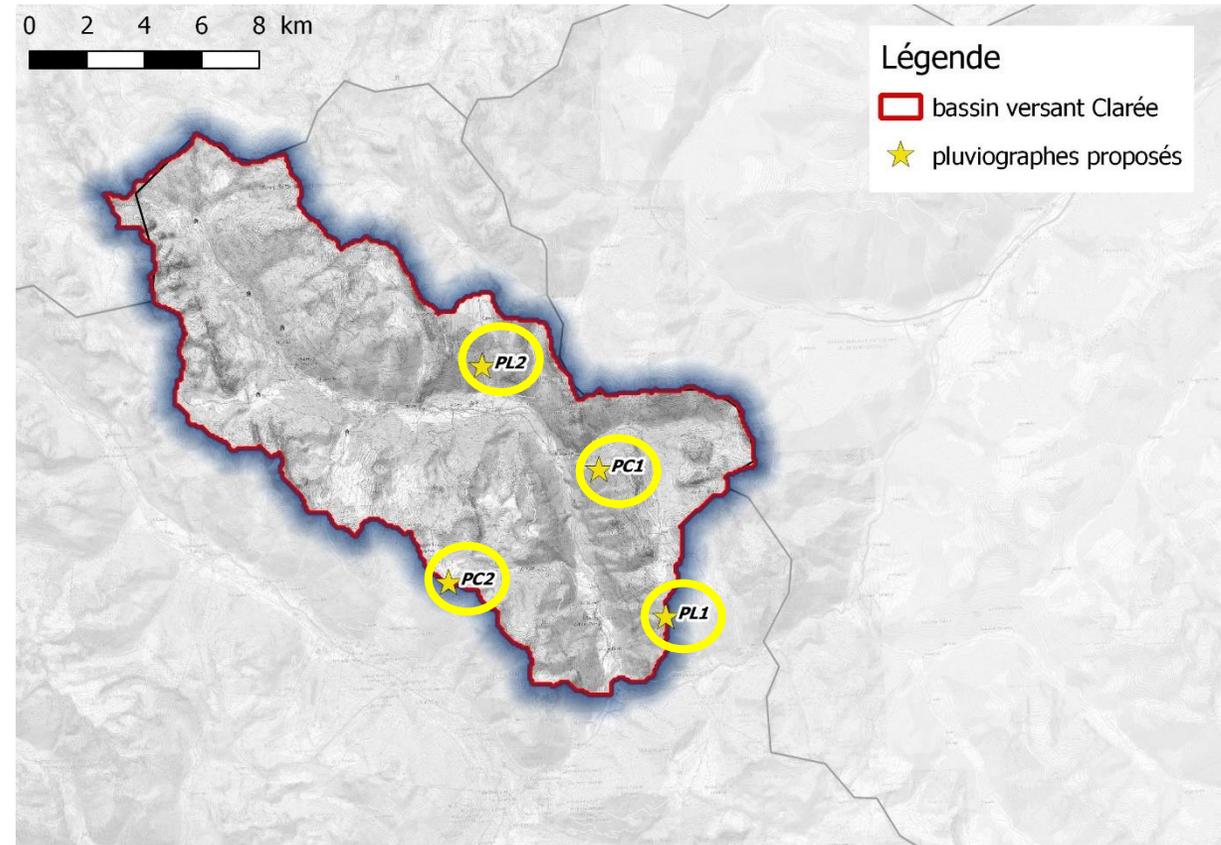
- Approche plus ciblée et agrégée géographiquement
- Définition de seuils d'alerte (et si nécessaire de pré-alerte) spécifiques adaptés au contexte local
- Travail à des échelles temporelles plus cohérentes avec les temps de réaction des bassins versants
- Accès potentiel à la donnée brute d'observation et possibilité de s'interfacer avec des systèmes tiers (automatismes)

→ **Mutualisable avec la solution de base du volet « crues »**

# SOLUTION VARIANTE

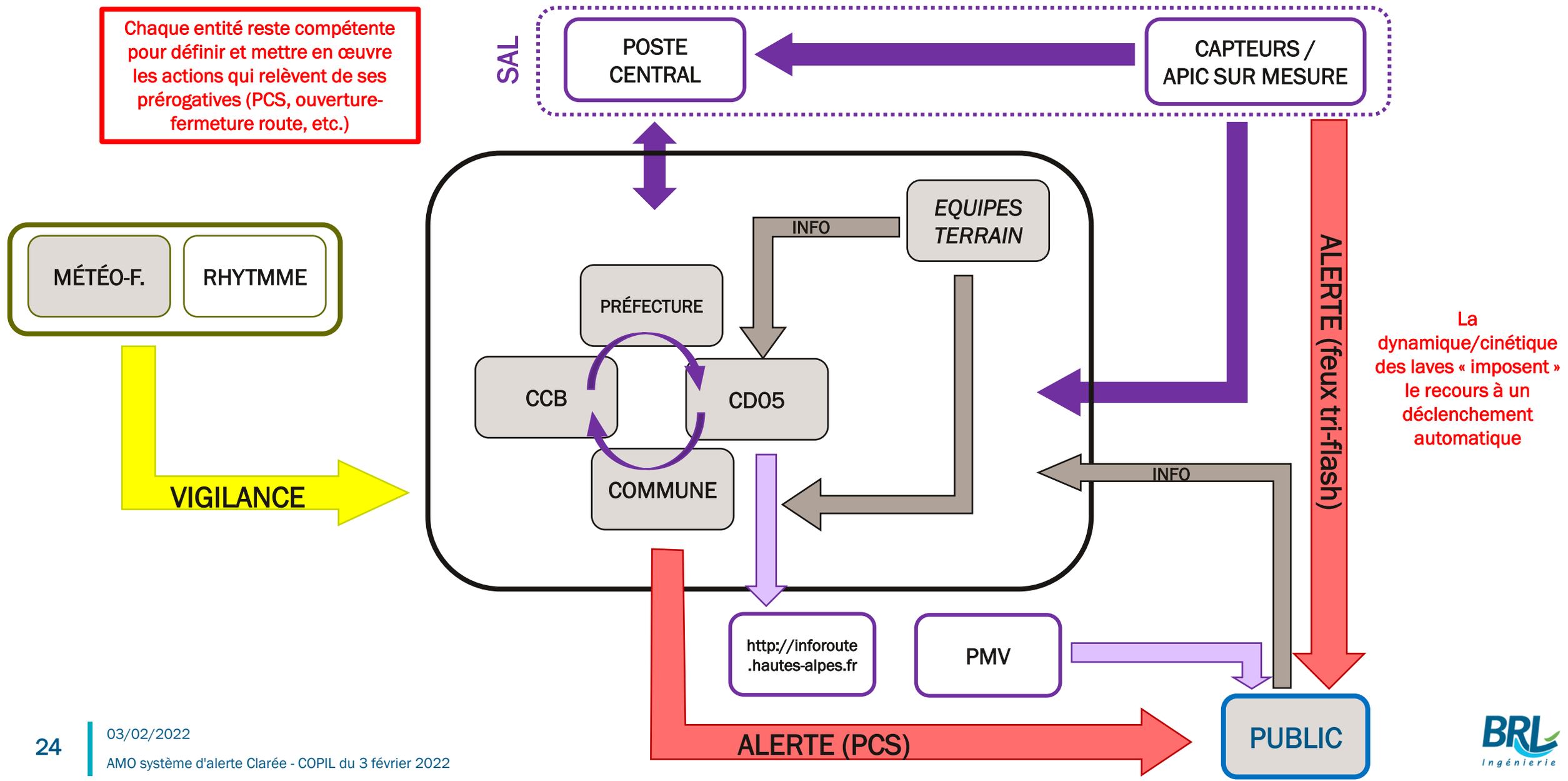
Alerte sur dépassement de seuils pluvios « in-situ » → 4 pluviomètres sur les ravins prioritaires

- Pointe de Pécé [PC1]
- Chalvet [PL1]
- Col de Granon [PC2]
- Roubion [PL2]



# Schéma fonctionnel pour les laves avec SAL

Chaque entité reste compétente pour définir et mettre en œuvre les actions qui relèvent de ses prérogatives (PCS, ouverture-fermeture route, etc.)



La dynamique/cinétique des laves « imposent » le recours à un déclenchement automatique

# Les solutions techniques envisagées pour la diffusion de l'alerte / information

DECLENCHE PAR	CIBLE	DÉCLENCHEMENT	DIFFUSION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<b>SAL (APIC)</b>	Automobilistes	<b>AUTOMATIQUE</b> en phase « alerte »	<b>Panneaux TRI-FLASH</b>	Visibilité / Localisation Réactivité (si automatique)	Message non « personnalisé »
<b>SAL (APIC)</b>	Acteurs institutionnels	<b>AUTOMATIQUE</b> en phase « alerte »	<b>SMS</b>	<i>Couplage avec capteur ou poste central</i>	<i>Nombre de destinataires limité</i>
<b>COMMUNES *</b>	Riverains / Acteurs institutionnels	<b>MANUEL</b> en phases « vigilance », « alerte » et « retour à la normale »	<b>Automate d'appels (CCB)</b>	<i>Personnalisation du message</i>  <i>Valorisable pour d'autres usages / secteurs géographiques</i>	<i>Coûts</i>  <i>Nécessité d'une inscription préalable</i>
<b>CD05 *</b>	Automobilistes	<b>MANUEL</b> en phases « vigilance », « alerte » et « retour à la normale »	<b>PMV</b>	<i>Personnalisation du message</i>	<i>Portée limitée (2 PMV)</i>
<b>CD05 *</b>	Riverains / Touristes	<b>MANUEL</b> en phases « vigilance » et « retour à la normale »	<b>Site inforoute05</b>	<i>Large couverture</i>  <i>Message personnalisé</i>	<i>Mode « pull »</i>  <i>Accès internet</i>

(\*) : Chaque entité reste compétente pour définir et mettre en œuvre les actions qui relèvent de ses prérogatives (PCS, information riverains, automobilistes, ouverture-fermeture route, etc.)

# Synthèse des propositions

---

Estimation des coûts et priorisation des investissements

# Synthèse technique et financière du système d'alerte « crues »

OPTION / VARIANTE	ÉQUIPEMENTS ET SERVICES		MOYENS HUMAINS		COÛTS (HT)	
	OUTILS D'AIDE A LA DECISION	DIFFUSION ALERTE / INFORMATION	SUIVI DE L'ÉVÉNEMENT / DECLENCHEMENT DE L'ALERTE	DIFFUSION DE L'ALERTE / INFORMATION	INVESTISSEMENT	FONCTIONNEMENT (ANNUEL)
<b><u>SOLUTION DE BASE</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 LIMNIMETRES</li> <li>APIC « SUR MESURE » (service Météo-F. + accès extranet)</li> <li>POSTE CENTRAL (en local ou cloud)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SMS (CAPTEURS + APIC)</li> <li>AUTOMATE D'APPEL (mis à dispo par la CCB)</li> <li>PMV + INFOROUTE05 (CD05)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AUCUN* (automatique)</li> </ul> <p>* Possibilité de suivi via poste central + extranet Météo-F. + Maintenance des équipements à prévoir (externalisé).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MAIRE (PCS + automate d'appel)</li> <li>OPERATEUR CD05 (PMV + INFOROUTE05)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LIMNIMETRES : 51 k€</li> <li>APIC* : 11-21 k€</li> <li>POSTE CENTRAL : 0-15 k€</li> </ul> <p><b>TOTAL = 62-86 k€</b></p> <p>* Mutualisable avec le volet « laves »</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LIMNIMETRES : 5 k€</li> <li>APIC* : 14-19 k€</li> <li>POSTE CENTRAL : 2-3 k€</li> <li>AUTOMATE APPEL** : 2 k€</li> </ul> <p><b>TOTAL = 23-29 k€</b></p> <p>* Mutualisable avec le volet « laves »</p> <p>** Frais de mise à disposition prévisionnels / hors coûts d'utilisation-envoi d'appels (ou SMS).</p>
<b><u>OPTION</u></b>	<p>Idem solution de base +</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 PLUVIOMETRES</li> <li>MODELE HYDROLOGIQUE (développement et mise en œuvre externalisée)</li> </ul>	Idem solution de base	<p>Idem solution de base +</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MODELE HYDROLOGIQUE (prestataire / externalisé)</li> </ul>	Idem solution de base	<b>130 à 230 k€</b>	<b>35 à 55 k€</b>

# Synthèse technique et financière du système d'alerte « laves »

OPTION / VARIANTE	ÉQUIPEMENTS ET SERVICES		MOYENS HUMAINS		COUTS (HT)	
	OUTILS D'AIDE A LA DECISION	DIFFUSION ALERTE / INFORMATION	SUIVI DE L'ÉVÉNEMENT / DECLENCHEMENT DE L'ALERTE	DIFFUSION DE L'ALERTE / INFORMATION	INVESTISSEMENT	FONCTIONNEMENT (ANNUEL)
<b>SOLUTION DE BASE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APIC « SUR MESURE » (service Météo-F. + accès extranet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 PANNEAUX TRI-FLASH (APIC)</li> <li>• SMS (APIC)</li> <li>• AUTOMATE D'APPEL (mis à dispo par la CCB)</li> <li>• PMV + INFOROUTE05 (CD05)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AUCUN * (automatique)</li> </ul> <p>* Possibilité de suivi via extranet Météo-F.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAIRE (PCS + automate d'appel)</li> <li>• OPERATEUR CD05 (PMV + INFOROUTE05)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PANNEAUX TRI-FLASH : 14 k€</li> <li>• APIC* : 11-21 k€</li> </ul> <p><b>TOTAL = 25-35 k€</b></p> <p>* Mutualisable avec le volet « crues »</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PANNEAUX TRI-FLASH : 2 k€</li> <li>• APIC* : 14-19 k€</li> <li>• AUTOMATE APPEL* ** : 2 k€</li> </ul> <p><b>TOTAL = 18-23 k€</b></p> <p>* Mutualisable avec le volet « crues »</p> <p>** Frais de mise à disposition prévisionnels / hors coûts d'utilisation-envoi d'appels (ou SMS).</p>
<b>VARIANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-4 PLUVIOMETRES</li> <li>• POSTE CENTRAL (en local ou cloud)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 PANNEAUX TRI-FLASH (APIC ou CAPTEURS)</li> <li>• SMS (APIC ou CAPTEURS)</li> <li>• AUTOMATE D'APPEL (mis à dispo par la CCB)</li> <li>• PMV + INFOROUTE05 (CD05)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AUCUN * (automatique)</li> </ul> <p>* Maintenance des équipements à prévoir (externalisé).</p>	Idem solution de base	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PANNEAUX TRI-FLASH : 14 k€</li> <li>• PLUVIOMETRES : 40-80 k€</li> <li>• POSTE CENTRAL* : 0-15 k€</li> </ul> <p><b>TOTAL =54-109 k€</b></p> <p>* Mutualisable avec le volet « crues »</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PANNEAUX TRI-FLASH : 2 k€</li> <li>• AUTOMATE APPEL* ** : 2 k€</li> <li>• PLUVIOMETRES : 4-8 k€</li> <li>• POSTE CENTRAL* : 2-3 k€</li> </ul> <p><b>TOTAL = 10-15 k€</b></p> <p>* Mutualisable avec le volet « crues »</p> <p>** Frais de mise à disposition prévisionnels / hors coûts d'utilisation-envoi d'appels (ou SMS).</p>

Possibilité de se limiter au MSB Météo-France mais /!\ aucune « alerte »

# Préconisations de priorisation et de phasage de la mise en place des dispositifs

- POUR LA SURVEILLANCE ET L'AIDE À LA DÉCISION

- *Prévisions expertisées pour la phase « vigilance » (renforcée) → bulletin MSB Météo-F. (CCB & CD05)*
- Alerte limnimétrique automatique (SMS) → **3 capteurs limnimétriques**
- Alerte pluvio « radar » automatique (SMS) mutualisée « crues » et « laves » → **APIC « sur mesure »**
- Collecte et la centralisation temps réel par prestataire externe → **poste central**

- POUR LA TRANSMISSION DE L'ALERTE

- Automate d'appel de masse (téléphone / SMS) → **mis à disposition par la CCB**
- Alerte automatique pour les « laves » et automobilistes → **2 panneaux tri-flash**
- Utilisation des PMV existants pour « laves » et « crues »

## **SOLUTIONS DE BASE (crues et laves) :**

- **Coûts d'investissement (crues + laves) ≈ 90-100\* k€ HT → compatibles avec budget projet PITER**
- **Coûts annuels de fonctionnement ≈ 30\* k€ HT**

**(\*) dont 20 K€ mutualisables entre les volets « crues » et « laves »**

# Suite du projet

---

- Finalisation de la prestation d'AMO
  - Validation de la solution privilégiée suite au COPIL
  - Déclinaison technique (DCE) de la solution → fin février
  - Définition a priori des seuils d'alerte → fin février
- Installation des équipements → printemps 2022
- Expérimentation du dispositif → dès l'été 2022



Suivez-nous sur 

<https://bri.brl.fr/>

**BRL Ingénierie**

1105, av. Pierre Mendès France - BP 94001

30001 NÎMES Cedex 5

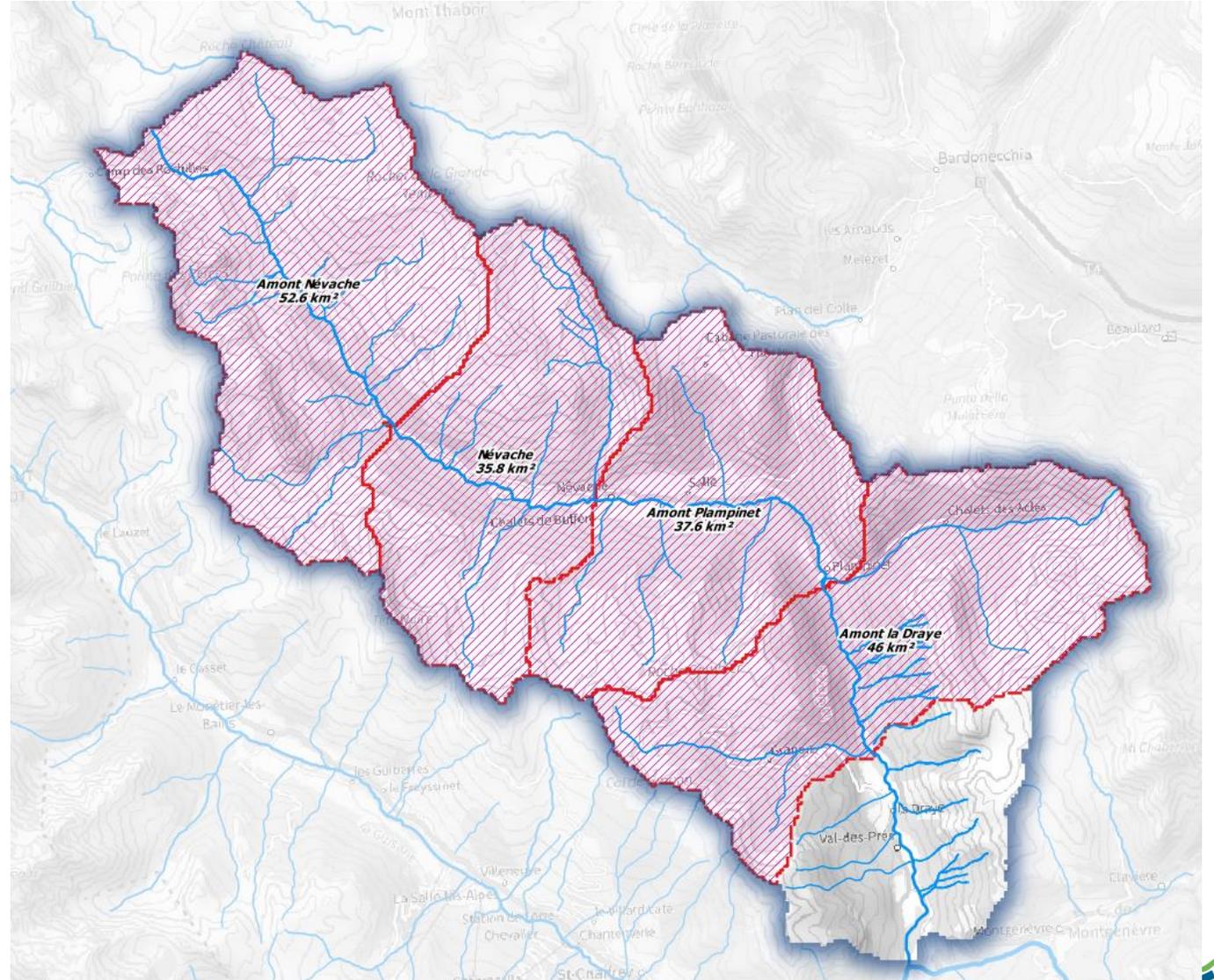
Tél. +33 4 66 87 81 11



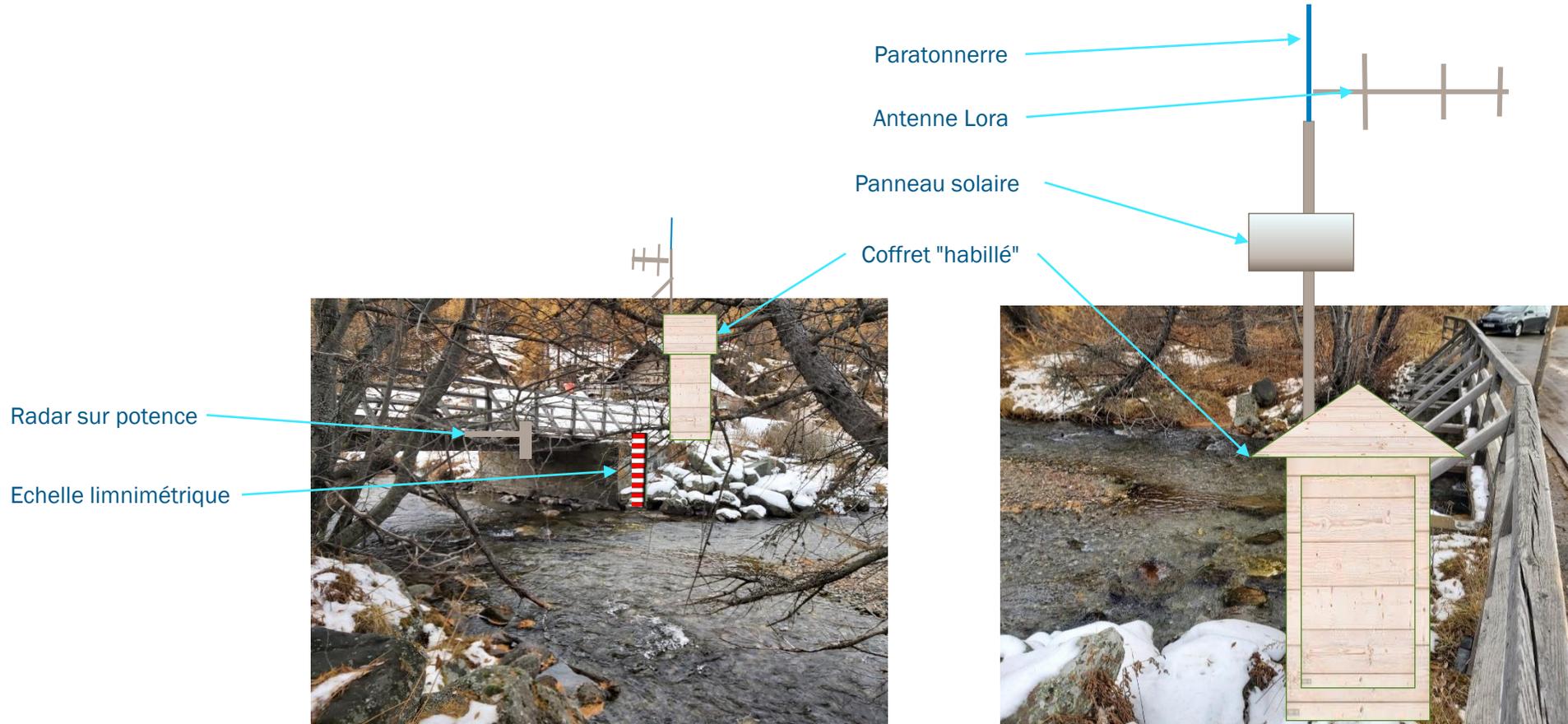
Ensemble, relevons les défis  
de l'Eau et de l'Environnement

# Proposition pour les 4 bassins versants couverts par l'APIC sur- mesure pour l'alerte « crues »

- 4 bassins versants en complément des 11 bassins versants (ravins) couverts pour la thématique « laves »
- Superficie de 36 à 53 km<sup>2</sup> (contre quelques km<sup>2</sup> pour les « laves »)
- (pré-)alerte basée sur la lame d'eau moyenne sur le bassin (seuils et durée à préciser)



# Photomontage site limnimétrique Fontcouverte



# Photomontage site limnimétrique Pont de l'Outre

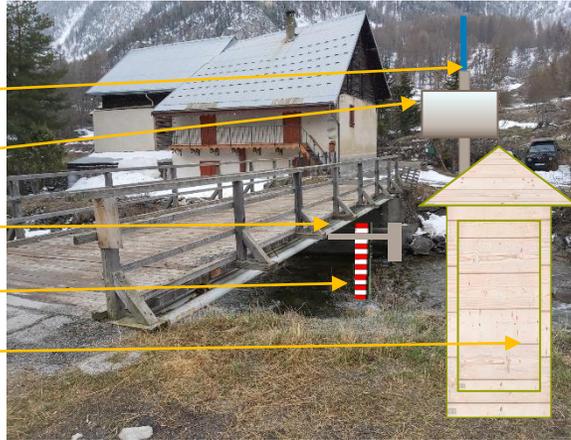
Paratonnerre

Panneau solaire

Radar sur potence

Echelle limnimétrique

Coffret "habillé"

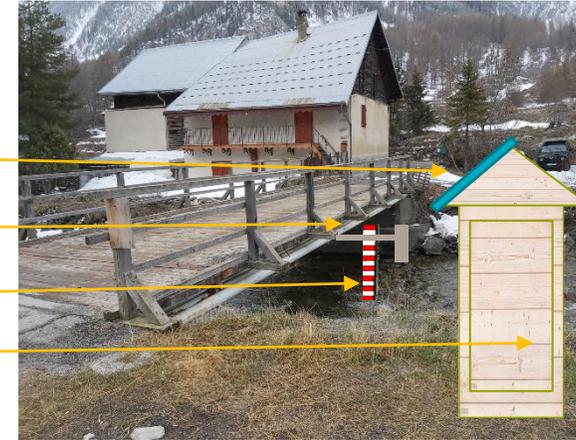


Panneau solaire

Radar sur potence

Echelle limnimétrique

Coffret "habillé"



**Alternative de montage possible pour les sites de Pont de l'Outre et aval Plampinet. Si le risque de vol est faible, installation du panneau solaire (environ 200 euros) sur la pente de l'habillage coffret pour une meilleure intégration paysagère et gain financier sur le mat et le paratonnerre (-2500 euros par site).**