



Comment décider et gérer les risques naturels et technologiques sans tout savoir ? Formaliser pour décider

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Corinne Curt ¹ – Jean-Marc Tacnet ²

¹ UR Ouvrages Hydrauliques et Hydrologie/ Equipe ADRET

² UR Erosion Torrentielle, Neige, Avalanches / Equipe ADRET

Journée Eccorev « Risques naturels et industriels » - 22/11/2013

Risques technologiques OU naturels



Photo C.Curt



Photo C.Curt

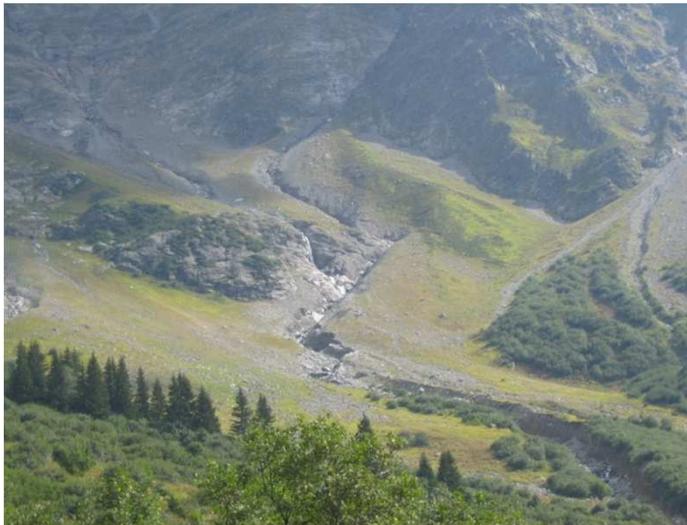


Photo JM Tacnet



Photo P. Cantet

Risques technologiques ET naturels



Photo P Royet



Photo JM Tacnet



Photo Irstea



Sommaire de l'exposé

Décision et connaissance experte

Développement d'un système à base de connaissances pour l'évaluation de la sécurité des barrages

Méthode multicritères – Analyse des Sites Sensibles aux Avalanches



Intérêts et perspectives



Décision et connaissance experte

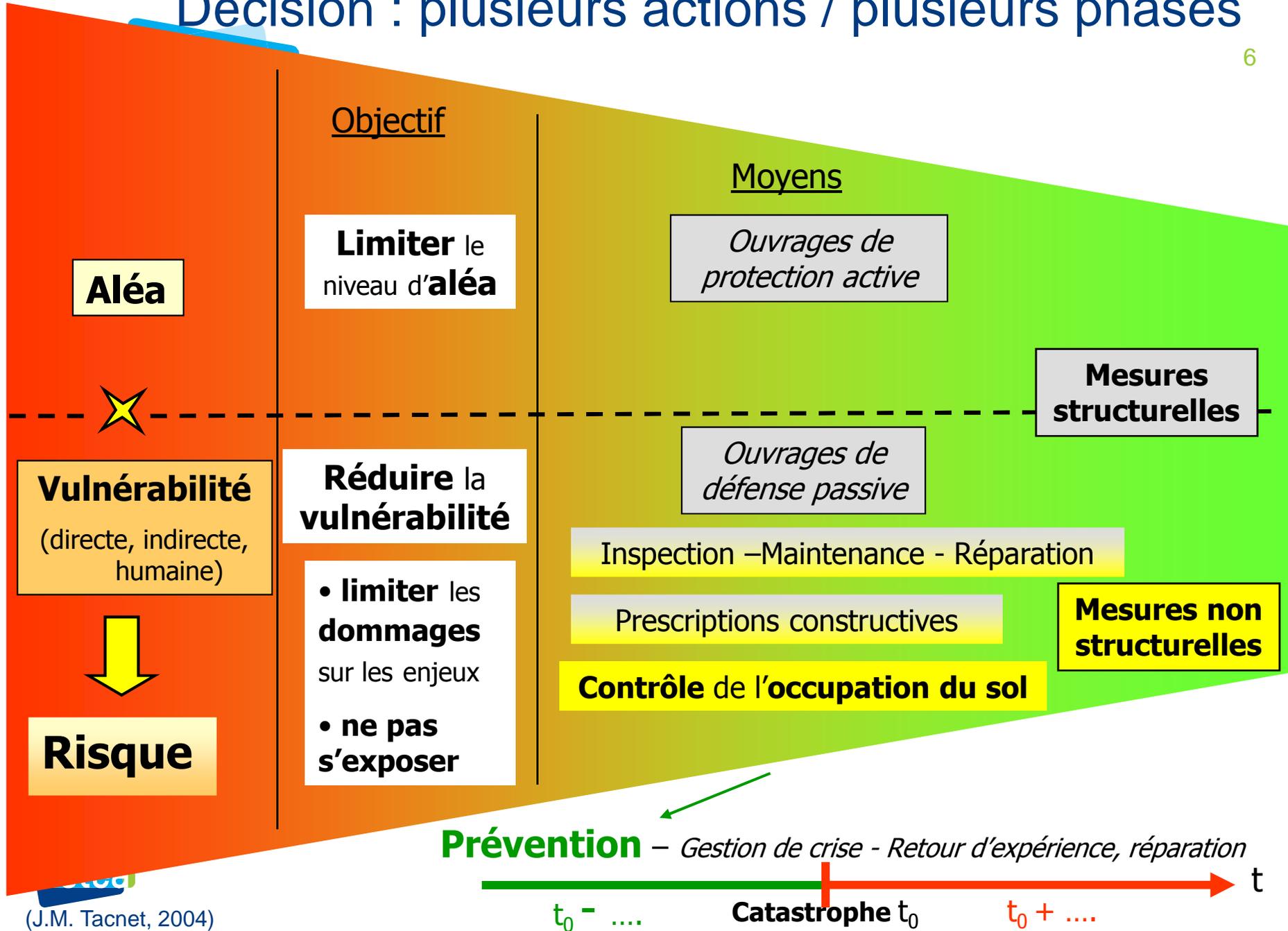
Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



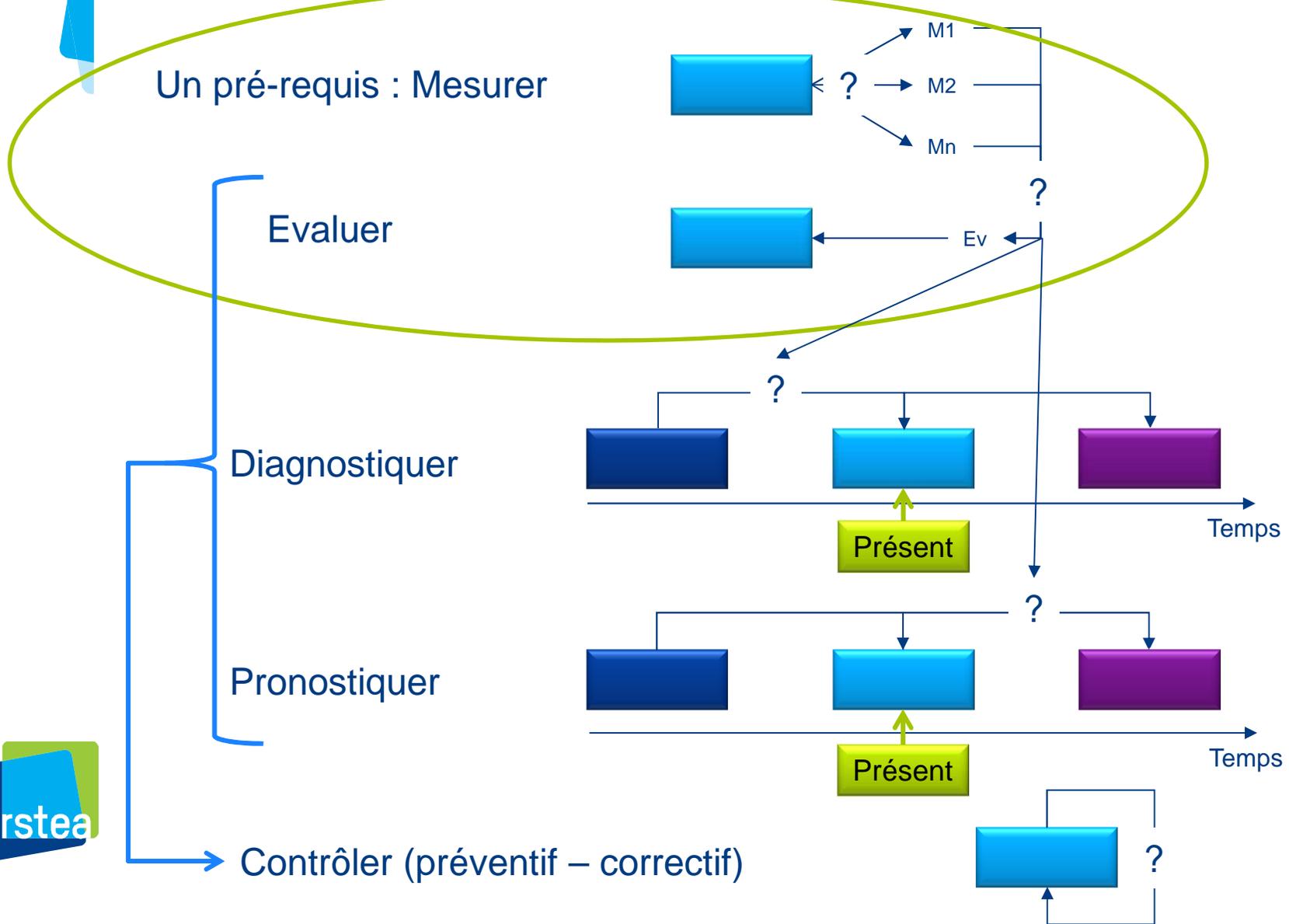
www.irstea.fr

Décision : plusieurs actions / plusieurs phases

6



Décision : plusieurs objectifs



Contexte de la maîtrise du risque

Risques gravitaires et liés aux ouvrages hydrauliques

➤ Essentiel de fournir méthodes et outils pour aider à la maîtrise du risque

■ Décision souvent basée sur

- informations provenant de sources hétérogènes et multiples (modèles numériques, évaluations expertes, SIG...)

- informations imparfaites :

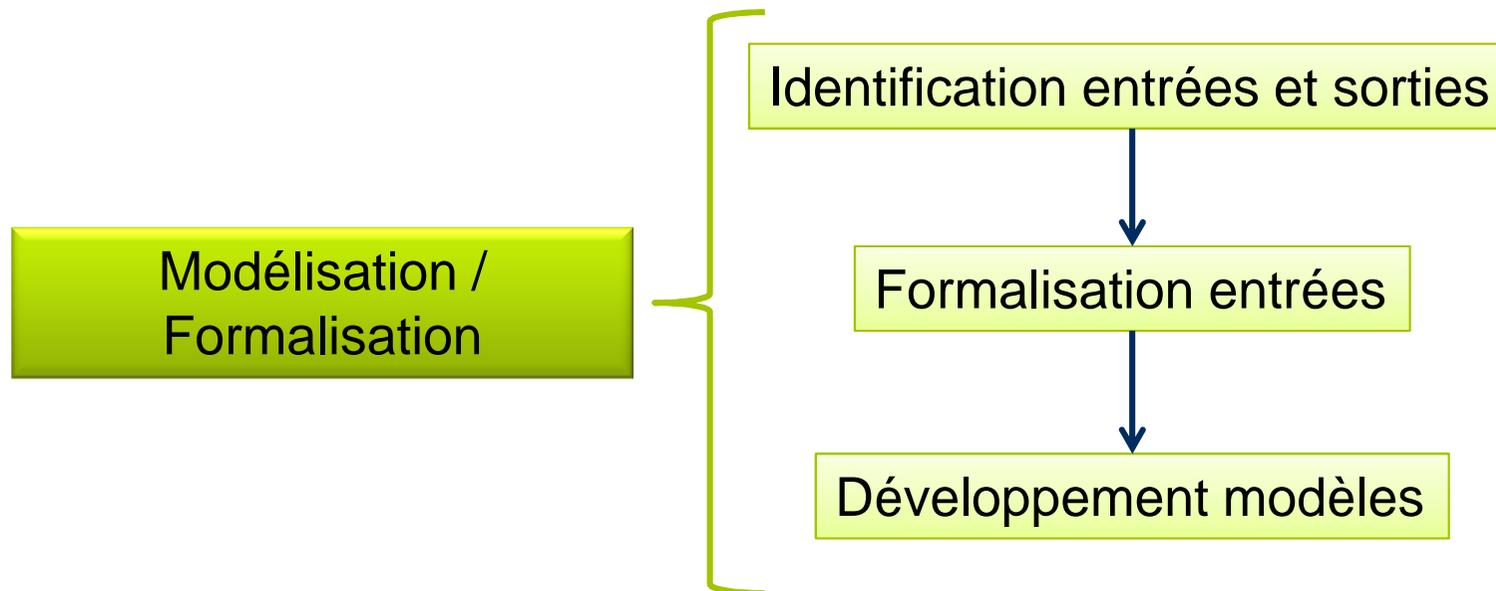
- Incertaines
- Imprécises
- Incomplètes
- Conflictuelles

Exposé JM Tacnet



➤ Fournir méthodes et outils répondant à ces contraintes

Méthodologie / 3 grandes étapes



Difficultés

10

Identification entrées et sorties

Observation complète du système pas possible

- composant inaccessible
- capteurs inexistant
- coût

Caractéristiques mal connues

Formalisation entrées

Données hétérogènes :

- numériques/symboliques
- sources multiples
- mesures globales/ponctuelles
- temps réel/différé

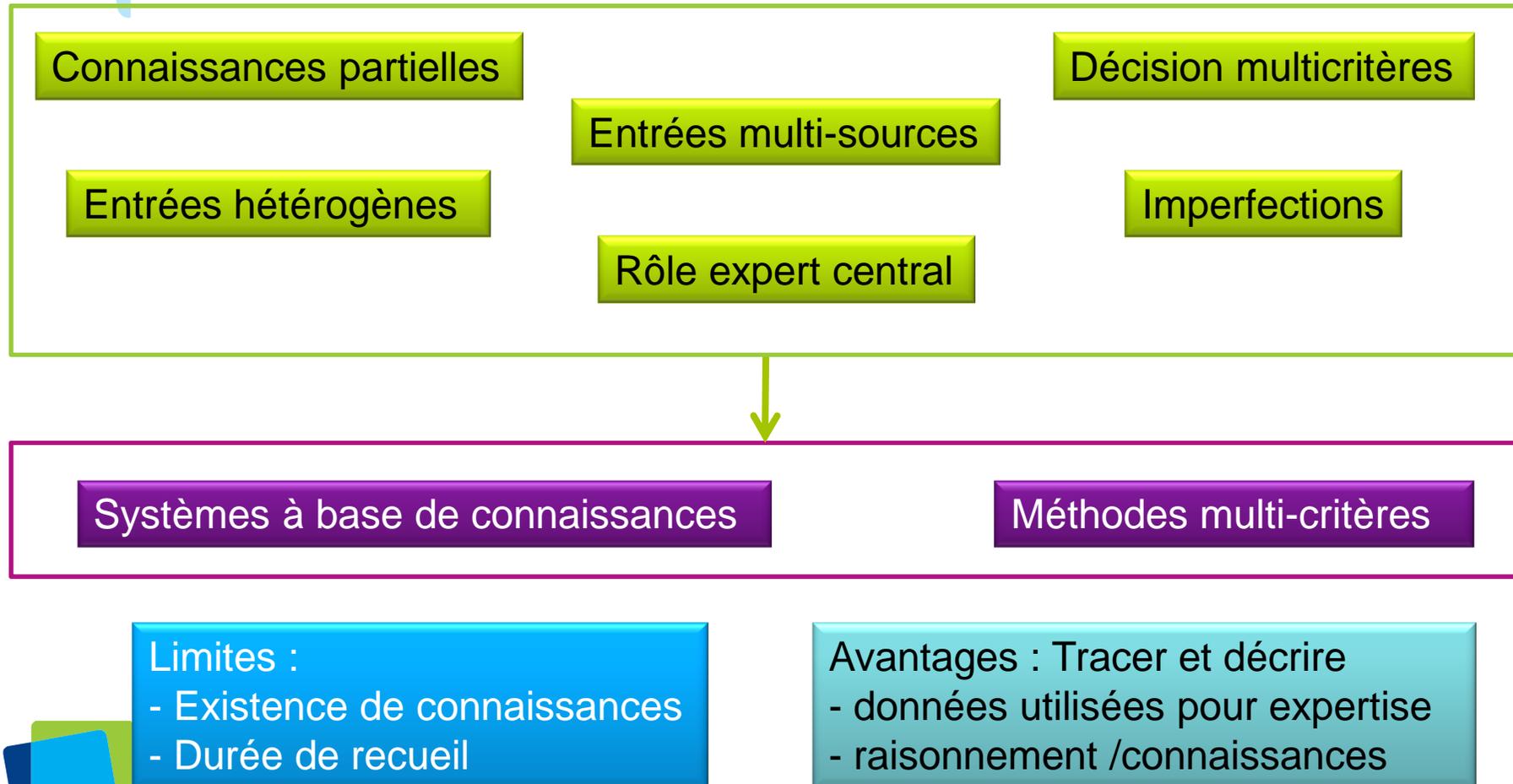
Développement modèles

Phénomènes :

- mal connus
- complexes
- interactions

Ouvrages uniques

Choix d'une structure de modélisation en réponse aux contraintes



Connaissances explicites vs. connaissances tacites

Connaissance = « ensemble de représentations, idées ou perceptions acquises par l'étude ou l'expérience » (AFNOR, 2000)

Connaissances explicites
= savoirs entreprise/domaine

Formalisées
Spécialisées
Réparties

Marquées par le
contexte de leur création

N'expriment pas le « non-dit »
de ceux qui les ont formalisées

⇒ **Données, procédures, modèles, algorithmes, documents d'analyse, synthèses, plans...**

Connaissances tacites
= savoir-faire entreprise

Explicitables ou non
Adaptatives
Localisées

Acquises par la pratique
- apprentissage collectif implicite
- logique « maître-apprenti »

⇒ **Contextes décisionnels, habiletés, tours de main, « secrets de métier », culture d'entreprise...**

Exemples tacites/explicites pour barrage

<p>Connaissances tacites</p>	<p>« Savoir-mesurer » : observations visuelles, connaissance instruments d'auscultation</p> <p>« Savoir-analyser » : interprétation mesures d'auscultation et visuelles dans le temps et l'espace</p> <p>« Savoir-agréger » : combinaison différentes données pour obtenir évaluation globale du barrage</p> <p>« Savoir-diagnostiquer » : établir causes des dégradations</p> <p>« Savoir-pronostiquer » : prédire évolutions et établir leurs conséquences</p> <p>« Savoir-décider » : proposer actions correctives en affectant un délai de réalisation</p>
<p>Connaissances explicites</p>	<p>Savoir des « barragistes » Connaissances domaine relatives aux concepts manipulés au cours de l'activité</p> <p>Connaissances des phénomènes Mécanique des sols, mécanique des roches Comportement des matériaux Hydraulique...</p> <p>Méthodes et outils et de calcul Calcul des crues Calcul de résistance aux séismes Calcul de résistance au glissement Calcul du gradient hydraulique</p> <p>Règles de l'art Guides techniques pour conception, réalisation, surveillance, entretien des barrages</p>

Expertise vs. Jugement expert

Connaissance experte

```
graph TD; A[Connaissance experte] --> B(Expertise); A --> C[Jugement expert]; B --> D[Procédés de réflexion tacite/implicite utilisés dans la prise de décision ⇒ Définition, représentation du problème et détermination des informations pertinentes]; C --> E[Réfère notamment à des estimations explicites ou des prédictions];
```

Expertise

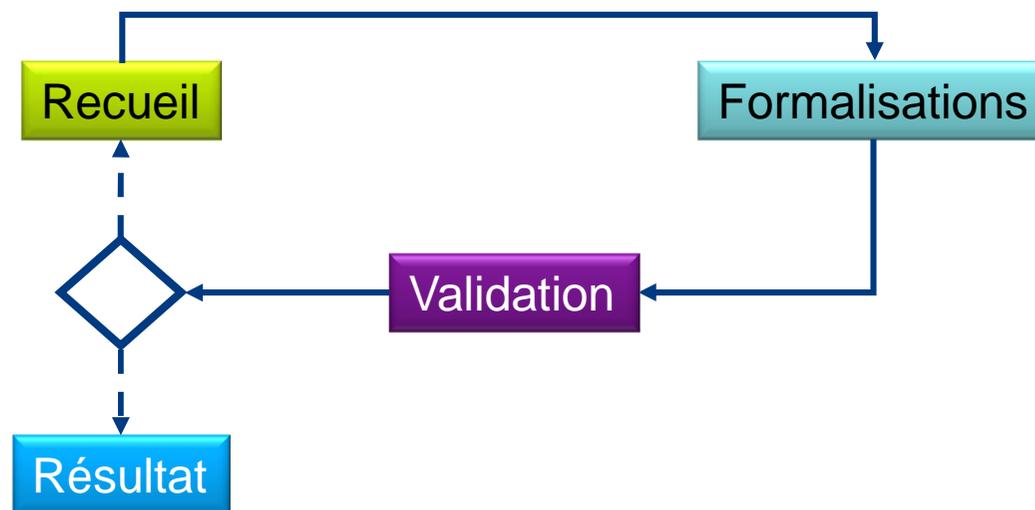
Procédés de réflexion tacite/implicite utilisés dans la prise de décision
⇒ Définition, représentation du problème et détermination des informations pertinentes

Jugement expert

Réfère notamment à des estimations explicites ou des prédictions

Recueil et formalisation = étapes délicates

- Processus en boucle :



- Etapes délicates :
 - Recueillir auprès d'un ou plusieurs experts
 - Disponibilité / Eventuelle réticence experts
 - Formaliser et modéliser de manière efficace connaissances spécifiques et cruciales
 - Valider



Développement d'un système à base de connaissances pour l'évaluation de la sécurité des barrages

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Contexte et problématique

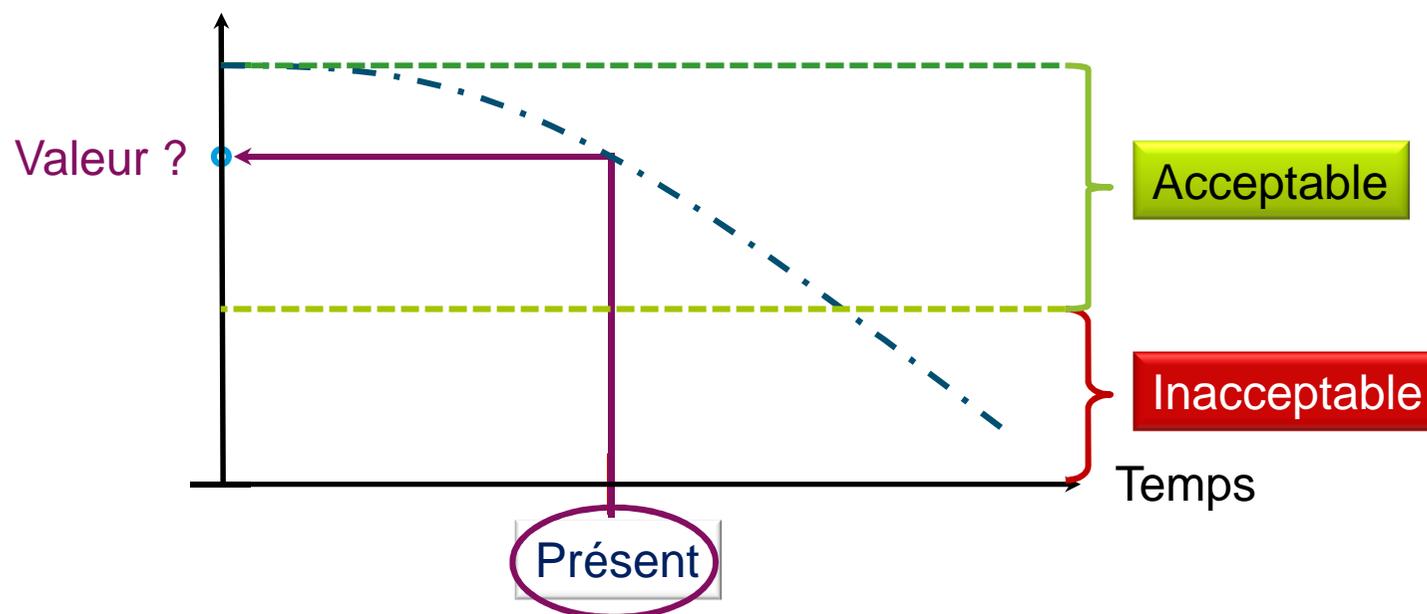
- Conservation du patrimoine
- Maîtrise de la fiabilité et de la sécurité

Préoccupations
majeures

- Concepteurs
- Propriétaires
- Exploitants

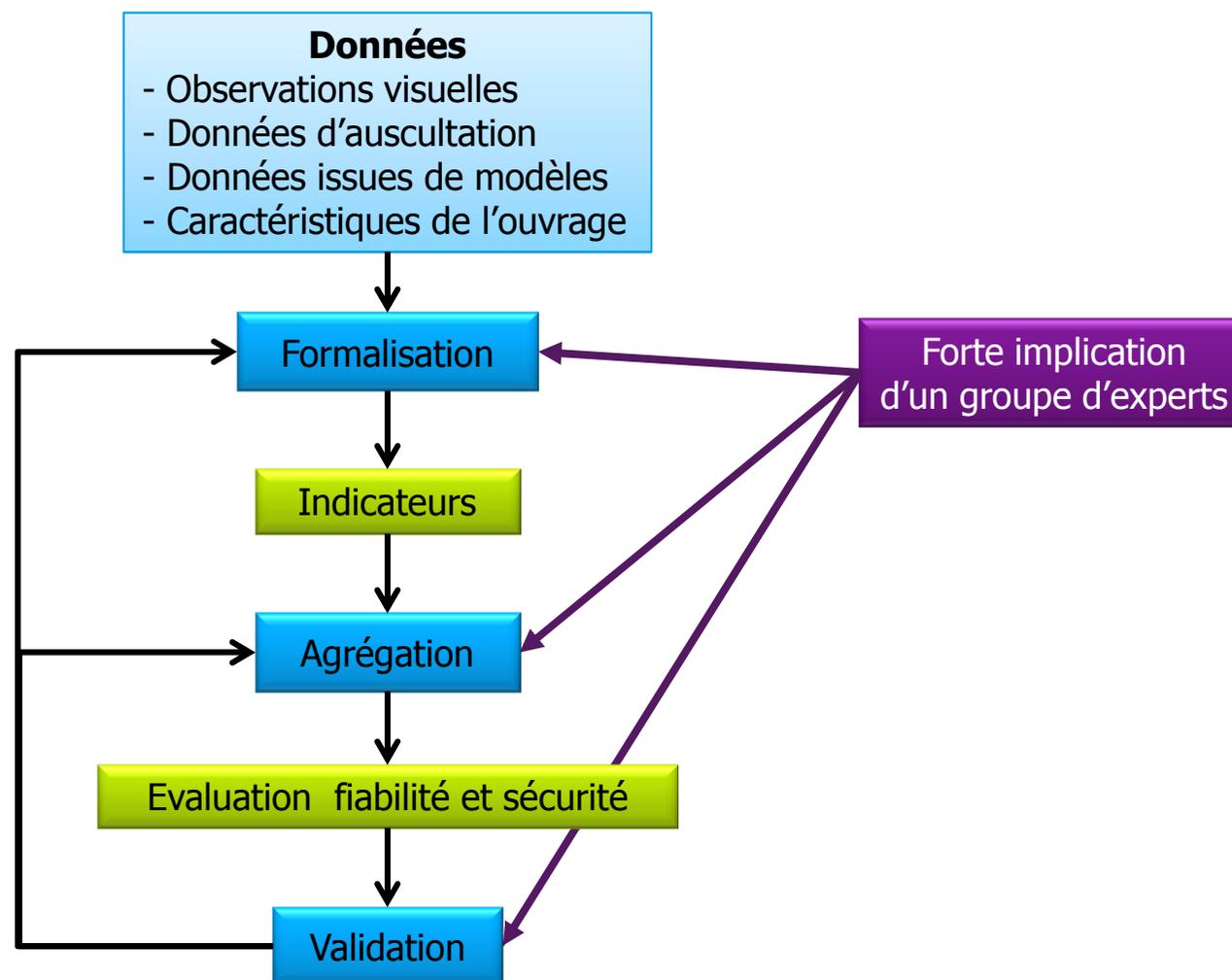
Réglementation prévoit contrôle et missions de suivi des barrages

Evaluation fiabilité/sécurité



Démarche / Modèle Evaluation de la sécurité

Formalisation et agrégation des connaissances

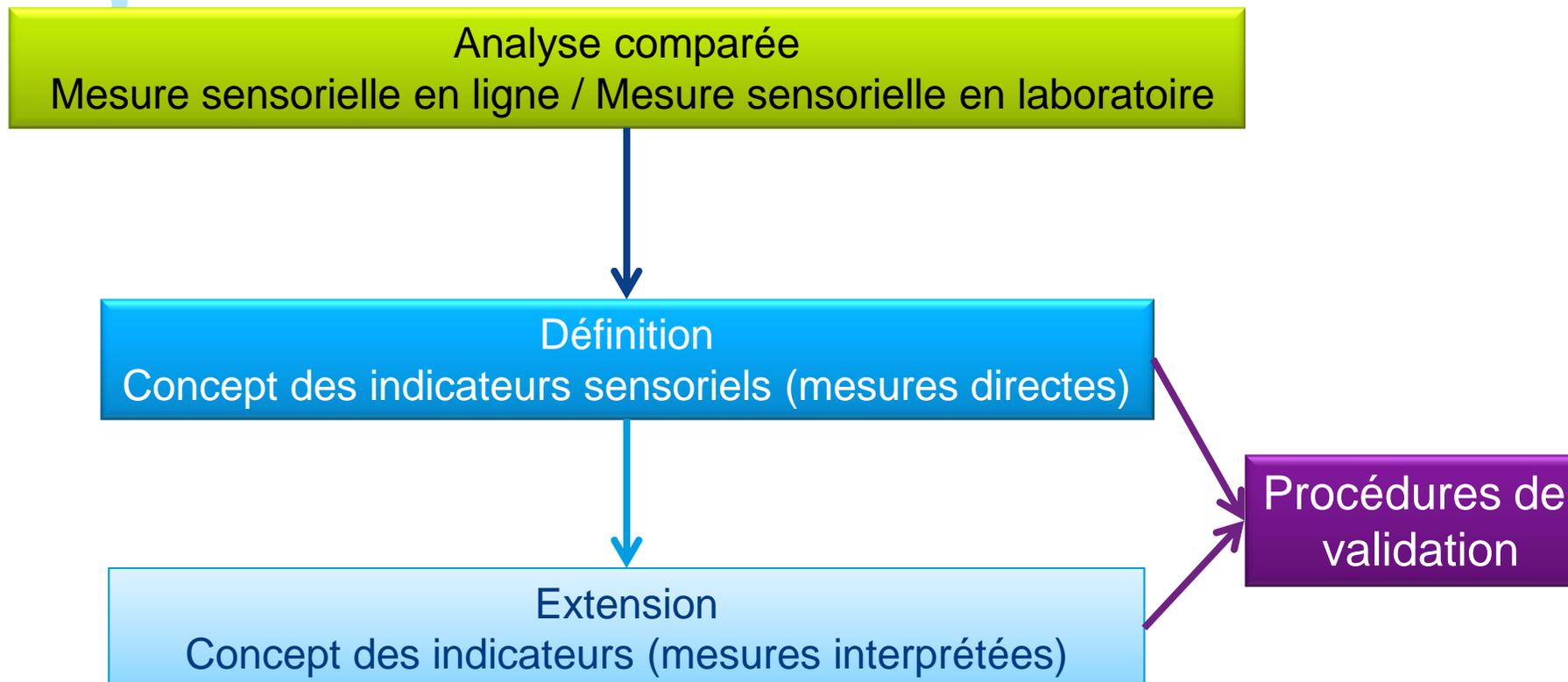




De la mesure à l'indicateur

- **Données manipulées :**
 - Mesures sensorielles → mesures directes
 - Mesures instrumentales, données issues de modèles... → mesures interprétées
- **Contexte :**
 - Utilisation de mesures directes ou interprétées **mais pas de cadre formel**
 - Métrologie sensorielle en laboratoire **bien établie**
- **Objectif : consolider la mesure**
 - Cadre formel
 - Méthode de transmission (« socialisation »)

De la mesure à l'indicateur





Le concept Indicateur

- Information ou donnée formalisée de manière à rendre son utilisation **répétable, reproductible et transmissible**
 - Mesures directes
 - Mesures interprétées
- Grille unique en 7 champs
 - Nom
 - Définition
 - Mode opératoire
 - Echelle et références
 - Caractéristiques de temps et d'espace

Mesure directe

Nom	Fontis – cônes d'affaissement
Définition	Effondrement de terrain localisé, souvent en forme d'entonnoir provoqué par la présence d'un vide qui se propage verticalement vers la surface du barrage. Se traduit par un affaissement du terrain (cône) ou la présence d'un trou (fontis)
Echelle et référence	0 : absence de fontis ou de cône d'affaissement 6 : fontis isolé, de petite taille (quelques dm) et ancien (quelques années) OU suspicion de fontis (cônes d'affaissement) 7 – 9 : fontis isolé, de petite taille, et récent (<1 an) OU fontis isolé, de grande taille et ancien 10 : fontis de grande taille et récent
Caractéristique de temps	Évaluation mensuelle une fois par semaine

Excellent

Bon

Passable

Médiocre

Mauvais

Inacceptable

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10



Photo R Tourment

Mesure interprétée

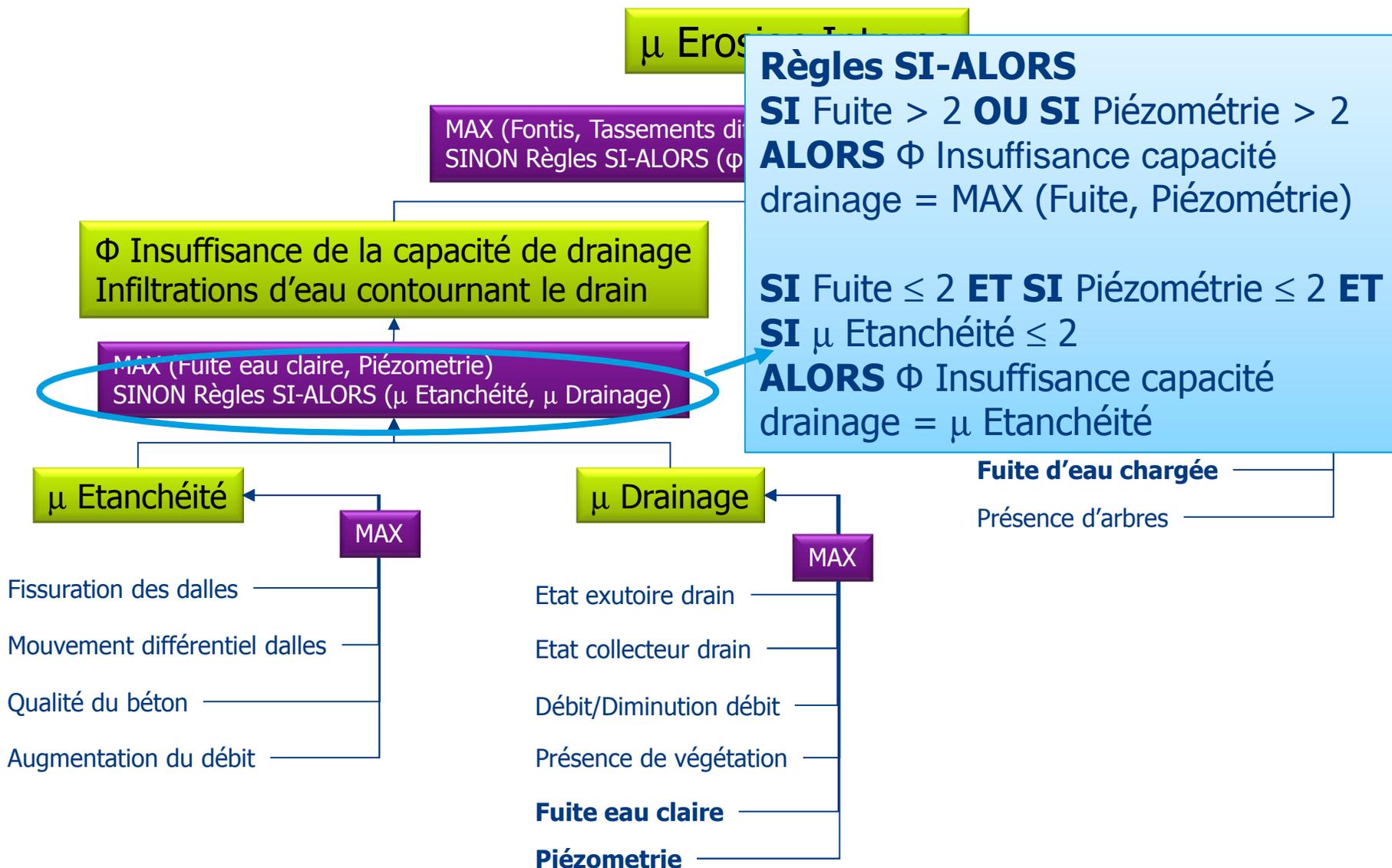
Nom	Evolution du débit (diminution)
Définition	La mesure des débits de drainage permet de quantifier les infiltrations d'eau contrôlées par le système de drainage. Une diminution du débit peut s'expliquer par un collecteur cassé, un drain colmaté, une étanchéité qui s'améliore du fait de la retenue, une source qui serait tarie, détournée, captée... Il y a donc une incertitude sur l'effet de cet indicateur sur la performance de la fonction de drainage, en particulier pour une variation comprise entre 10 et 50 % par an.
Echelle et référence	Echelle de 0 (excellent) à 10 (inacceptable) 0 : débit sans évolution 1-2 : débit en diminution faible (<10%/an) 7-8 : débit en diminution forte et rapide (>50%/an) 10 : débit s'annule brutalement On ne donnera pas de note si la diminution est située entre 10 et 50 %
Caractéristique de lieu	Exutoire de drainage
Caractéristique de temps	Mesure menée une fois par semaine Evolution des mesures évaluée une fois par an



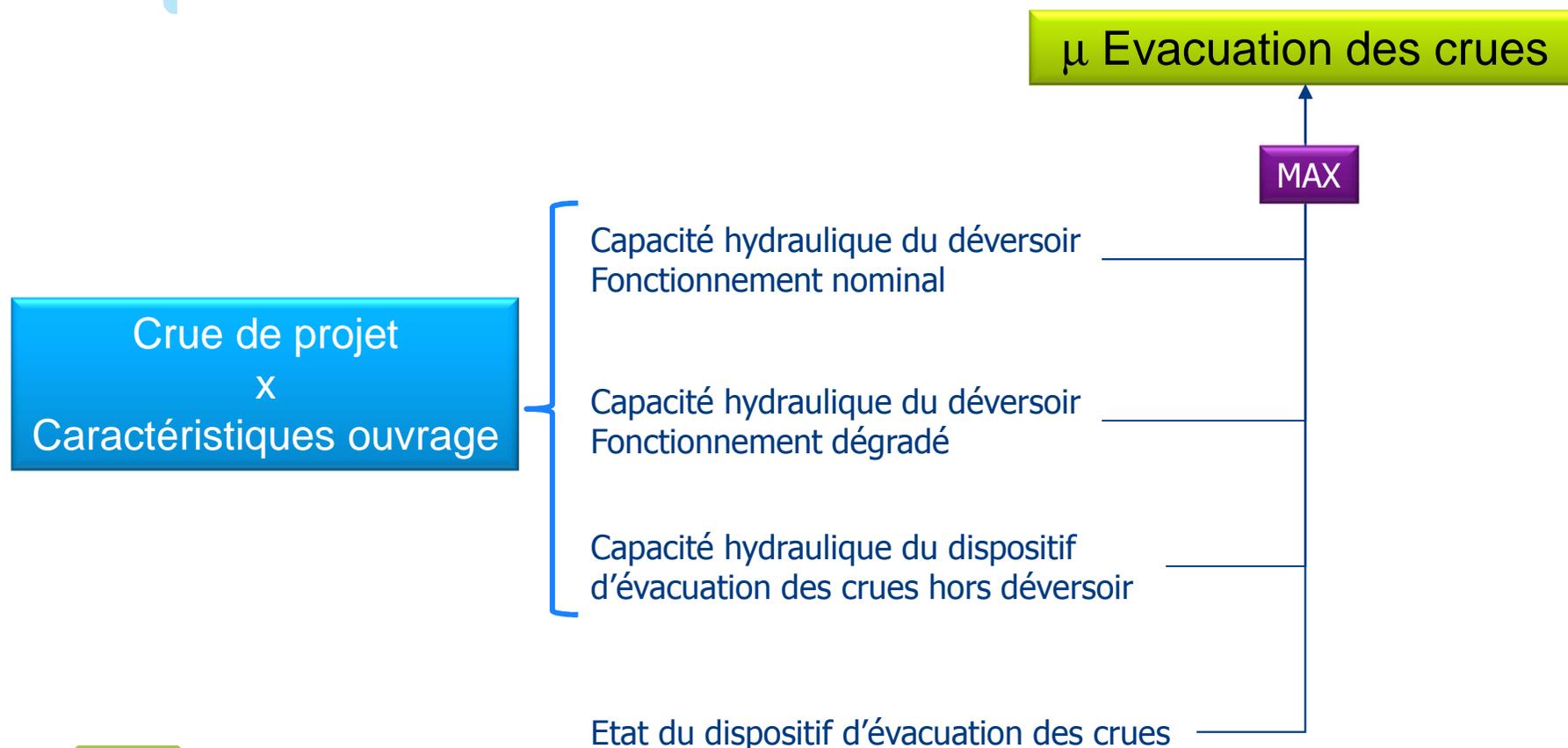
Photos C Curt



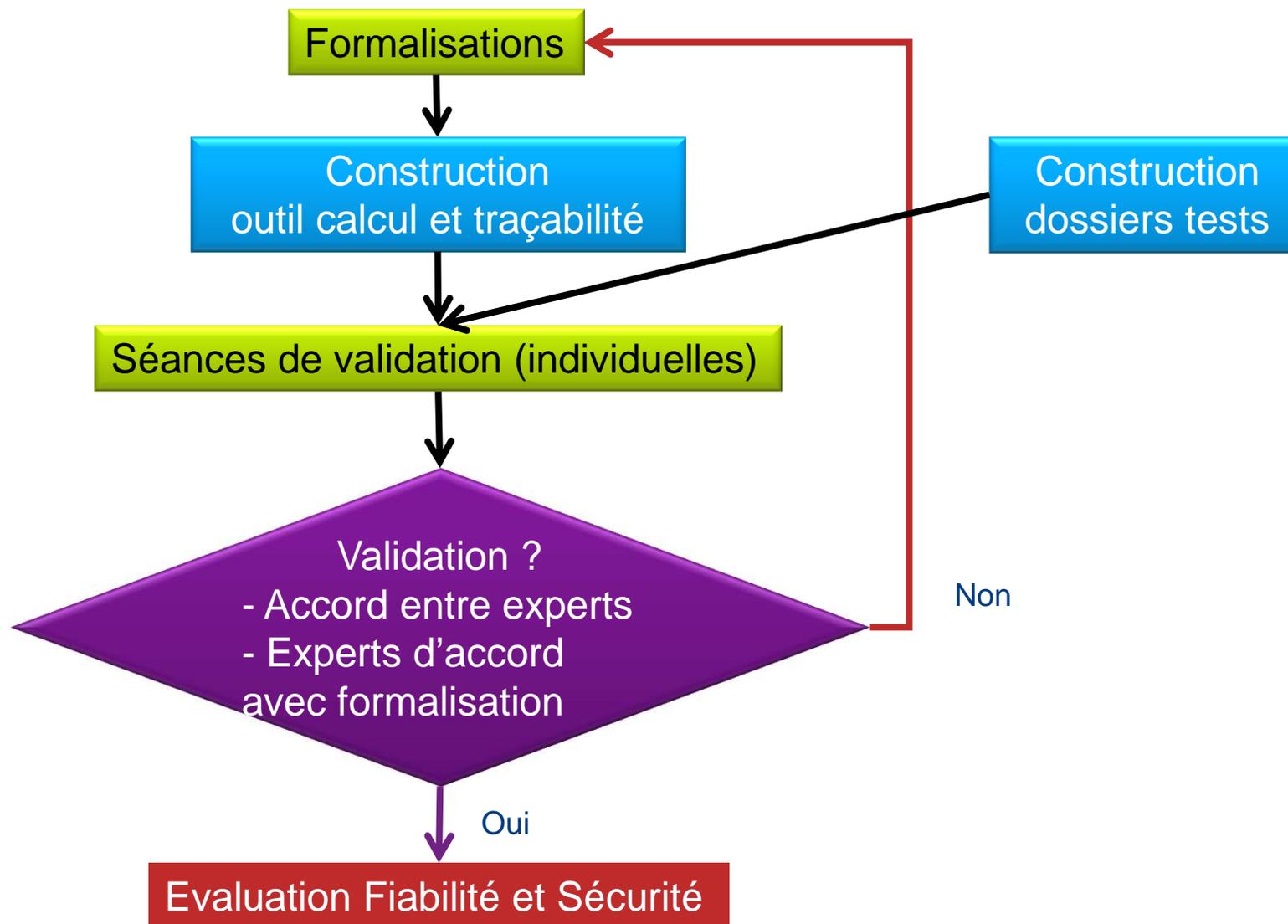
Evaluation de la performance : Erosion Interne



Evaluation de la performance : Evacuation crues



Validation – Méthode





Méthode multicritères – Analyse des Sites Sensibles aux Avalanches

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Des sites sensibles aux avalanches



Photo P Bégin

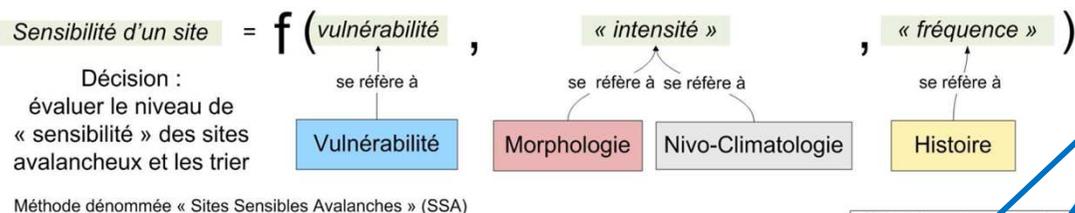


Photo F Valla



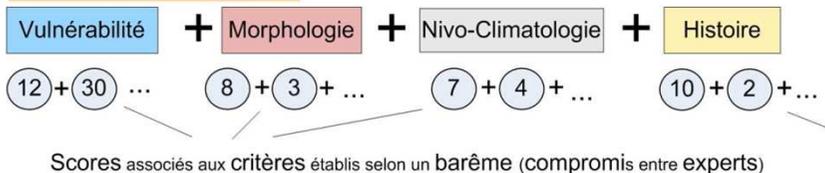
SSA : « Etablir une méthode permettant d'identifier les couloirs et de les hiérarchiser en fonction du risque qu'ils génèrent, afin de répartir ultérieurement au mieux les efforts de prévention » (Rapin, 2007)

Principe du modèle initial

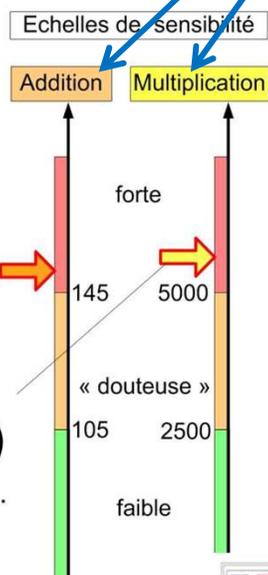
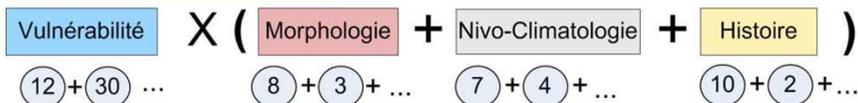


Choix de l'alternative la plus défavorable

Méthode « addition »



Méthode « multiplication »



3 niveaux sensibilité

- Fort
- Douteux
- Faible

« Indicateur »



Fiche d'utilisation Morphologie

Tableau 5 : Définition des différents critères et des scores du groupe « Morphologie »

Critère Morphologie	Élément	Classe	"Score"	
			possible	retenu (0 par défaut)
2.1 Emprise du passé : Surfaces (en projection, en ha)	2.1.1 Zone de départ avec accumulation (pente >53%=28° et <120%= 50°)	>= 10	10	
		5 =< < 10	6	
		2 =< < 5	2	
	2.1.2 Rapport Zone de départ / Zone d'arrivée (pente < 27%= 15°)	>= 3	7	
		1,5 =< < 3	4	



Limites et Objectifs

- Limites :

- Modèle non hiérarchique MAIS il existe une structuration explicite dans le descriptif des critères
- « éléments » (≈ indicateurs) pas mis en valeur pourtant ils constituent la base de l'évaluation

- Objectifs

- Explicitation des raisonnements :
 - ✓ Modifier structure modèle hiérarchique multicritères en conservant mêmes résultats en terme d'agrégation
 - ➔ Différentes structurations existent en fonction de l'objectif de la modélisation
 - ✓ Expliciter hypothèses de conception – en valider ou infirmer les principes pour améliorer le modèle
- Cadre méthodologique rigoureux

Du manuel de classification à la méthode multicritères AHP (Analytic Hierarchy Process)

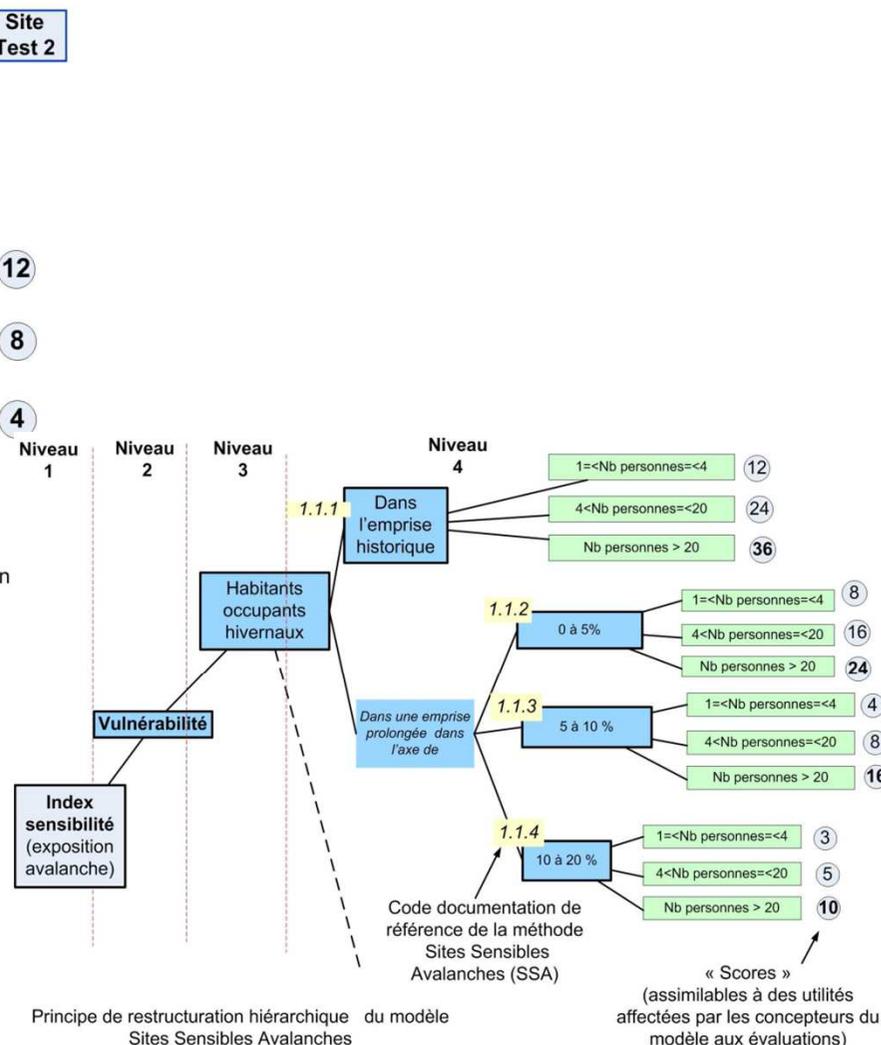
Fiche d'utilisation **Vulnérabilité**

Enquête : Date : Auteur : Site : **Site Test 1** **Site Test 2**
 Identification du couloir : Commune :

Tableau 2 : Définition des différents critères et des scores du groupe « Vulnérabilité »

Critère Vulnérabilité	Élément par rapport à l'emprise du passé	Classe	"Score"		
			possible	retenu (0 par défaut)	
1.1 Habitants : Nombre d'occupants hivernaux (ou de logements occupés l'hiver x 4)	1.1.1 à l'intérieur de cette emprise	> 20	36	24	
		de 5 à 20	24		
		1 à 4	12		
	dans le prolongement topographique de l'emprise, vis-à-vis de la longueur totale de l'avalanche, à une distance comprise (en projection horizontale) entre :	1.1.2 0 et 5%	> 20	24	8
			de 5 à 20	16	
		1.1.3 5 et 10%	> 20	16	4
	de 5 à 20	8			
	1.1.4 10 et 20%	> 20	10	5	
		de 5 à 20	5		
			1 à 4	3	

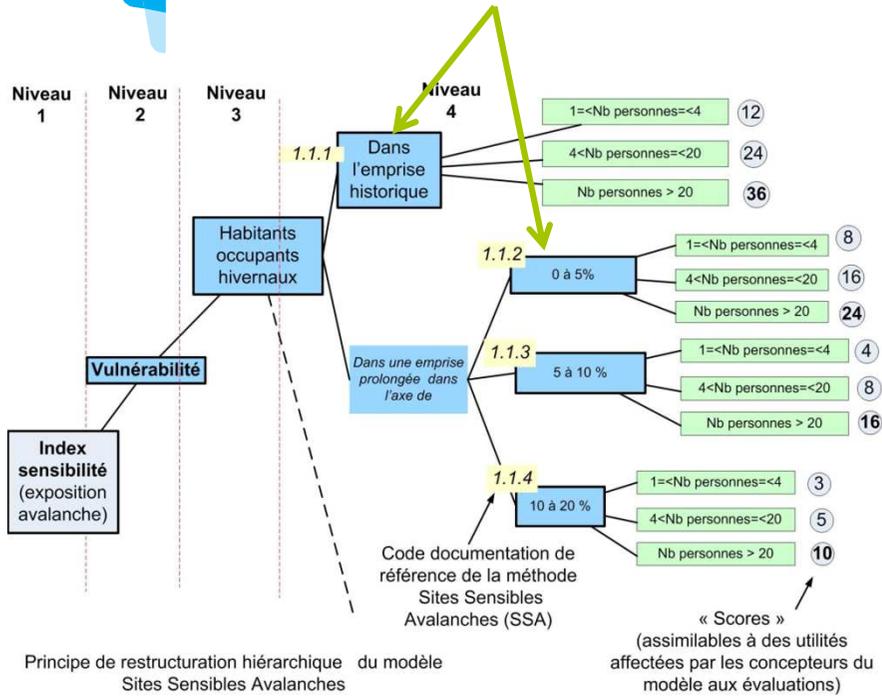
La structure globale de préférence et le mode de formulation s'apparente à un modèle analytique hiérarchique non exhibé
 Les scores sont les formes empiriques des utilités dans un modèle d'agrégation



Principe de restructuration hiérarchique du modèle Sites Sensibles Avalanches

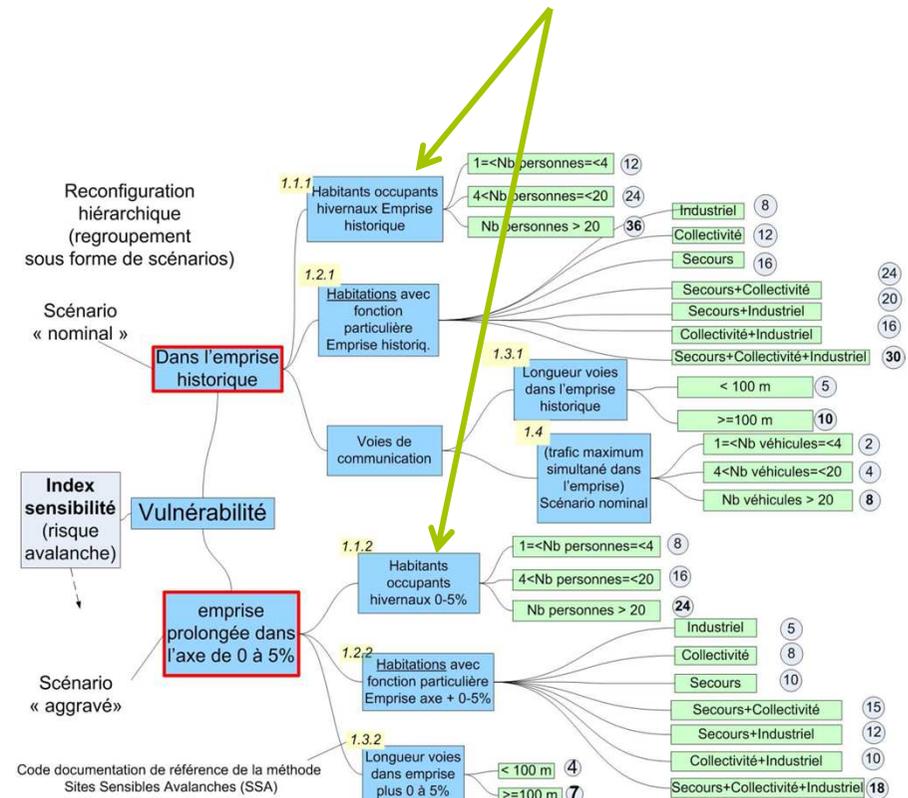
2 types de structures hiérarchiques / AHP

« Indicateurs »



Principe de restructuration hiérarchique du modèle Sites Sensibles Avalanches

« Indicateurs »





Intérêts et perspectives

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr



Intérêts du recueil et de la formalisation des connaissances

- Stratégiques

- Capitaliser les modes de raisonnement
- Regrouper
- Homogénéiser
- Tracer les raisonnements et les données (au sens large, photo, vidéos, données numériques, observations visuelles...) – coût de la donnée
- Transmettre

- Opérationnels

- Développement de systèmes d'aide à la décision

Intérêts des systèmes d'aide à la décision basés sur les connaissances

- La mesure, base de toute décision :

- Concept « indicateur » - positionné / Métrologie (NF ISO/CEI GUIDE 99)
- Agrégation d'indicateurs 1  Modèle1 / But 1



- Une modélisation pour expliciter des connaissances

- Modélisation « boîte blanche »
- Modèles hiérarchiques : représentation géométrique de concepts et leurs interconnexions
- Réduction de la complexité : 1 modèle par mode rupture pour les barrages
- Méthodes intuitives : règles SI-ALORS, comparaison par paires pour affectation préférences dans AHP



Perspectives

La mesure, socle de toute décision

- Indicateurs vulnérabilité bcp moins développés qu'indicateurs aléa
- Quid des données détenues par des non experts ?

Une modélisation pour expliciter des connaissances

- Aspect multirisques
- Quelle modélisation pour quels acteurs ?

Contexte de la maîtrise du risque

Risques gravitaires et liés aux ouvrages hydrauliques

➤ Essentiel de fournir méthodes et outils pour aider à la maîtrise du risque

■ Décision souvent basée sur

- informations provenant de sources hétérogènes et multiples (modèles numériques, évaluations expertes, SIG...)

- informations imparfaites :

- Incertaines
- Imprécises
- Incomplètes
- Conflictuelles

Exposé JM Tacnet



Comment décider et gérer les risques naturels et technologiques sans tout savoir ? Formaliser pour décider

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Corinne Curt ¹ – Jean-Marc Tacnet ²

¹ UR Ouvrages Hydrauliques et Hydrologie/ Equipe ADRET

² UR Erosion Torrentielle, Neige, Avalanches / Equipe ADRET

Journée Eccorev « Risques naturels et industriels » - 22/11/2013