



**PRÉFET  
DU BAS-RHIN**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Journées Techniques Modélisation**

*Mardi 10 décembre 2024*

# **Modélisation de la dynamique de crue**

# Qualification de l'aléa

Arrêté du 5 juillet 2019 relatif à la détermination, qualification et représentation cartographique de l'aléa de référence

Aléa		Dynamique		
		Lente	Moyenne	Rapide
Hauteur d'eau (m)	$H < 0,5$	Faible	Modéré	Fort *
	$0,5 < H < 1$	Modéré	Modéré	Fort
	$1 < H < 2$	Fort	Fort	Très Fort
	$H > 2$	Très Fort	Très Fort	Très Fort

Les **classes de hauteurs** sont définies explicitement



La **dynamique** est le croisement de la vitesse d'écoulement ( $v_e$ ) et la vitesse de montée ( $v_m$ )

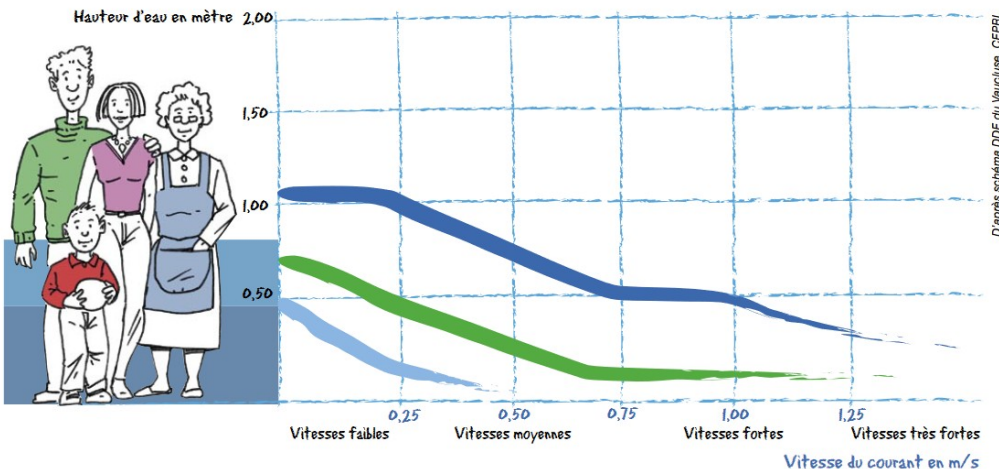
Oui mais....

Marge d'interprétation importante laissée sur la définition et la qualification de ces vitesses

# Qualification de la vitesse d'écoulement

Aléa		Dynamique		
		Lente	Moyenne	Rapide
Hauteur d'eau (m)	$H < 0,5$	Faible	Modéré	Fort *
	$0,5 < H < 1$	Modéré	Modéré	Fort
	$1 < H < 2$	Fort	Fort	Très Fort
	$H > 2$	Très Fort	Très Fort	Très Fort

La dynamique est le croisement de la **vitesse d'écoulement ( $v_e$ )** et la vitesse de montée ( $v_m$ )



- Limite de déplacement d'un enfant
- Limite de déplacement d'un adulte non-sportif
- Limite de déplacement d'un adulte sportif stressé

## Usages / PGRI / guide DGPR

- Faible :  $0 < v_e < 0,2$  m/s
- Moyenne :  $0,2 < v_e < 0,5$  m/s
- Élevée :  $v_e > 0,5$  m/s

# Qualification de la vitesse de montée

Aléa		Dynamique		
		Lente	Moyenne	Rapide
Hauteur d'eau (m)	$H < 0,5$	Faible	Modéré	Fort *
	$0,5 < H < 1$	Modéré	Modéré	Fort
	$1 < H < 2$	Fort	Fort	Très Fort
	$H > 2$	Très Fort	Très Fort	Très Fort

La dynamique est le croisement de la vitesse d'écoulement ( $v_e$ ) et la **vitesse de montée ( $v_m$ )**

*La vitesse de montée c'est quoi ?  
En quoi c'est dangereux ?*



Aujourd'hui (2024) le guide méthodologique DGPR propose

## Une analyse qualitative :

- à proximité des débordements en crue rapide
- à l'arrière des ouvrages
- dans les zones en cuvette

## Une analyse quantitative :

- appuyée sur les résultats de modélisation
- à calculer partout
- formule et seuil à définir

# En 2021 : PPRi sur les affluents de la Zorn

*Étude sous MO Collectivités (PAPI) & CCTP « ancienne grille »*

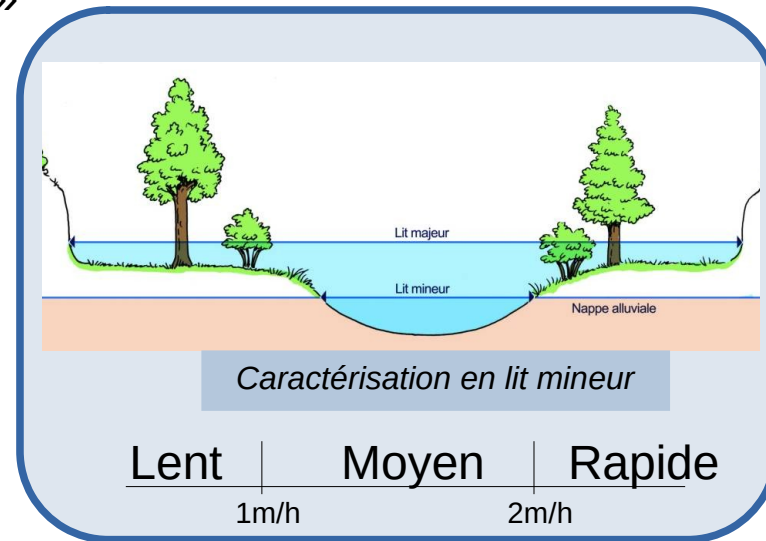
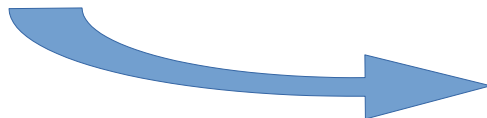


Commande spécifique d'une méthode exploratoire :

- identifications des données extractibles par le modèle (MIKE)
- proposition de variables reflétant la « dangerosité » liée à la montée rapide
- territoire principalement composé de lits en « V »

**=> Exploration peu concluante, mais...**

- notion de «durée» prime sur la «dérivée»
- variables «hybrides» à exclure
- ne pas mélanger «aléa» et «gestion de crise»



# En 2022 : PPRi sur Ehn-Andlau-Scheer

*Étude sous MO Etat & CCTP « nouvelle grille » sans précision*

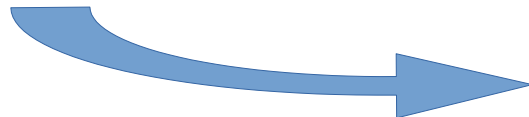


## De quoi dispose-t-on ?

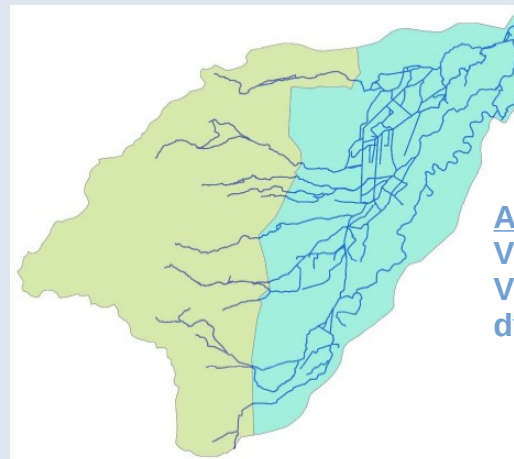
- toujours pas de calcul disponible dans chaque maille (Hydra)
- benchmark auprès d'autres études
- territoire mixte piémont / plaine

## Qualification topographique pour $V_m$ Abaissement du seuil sur $V_e$

	$V_e < 0,2 \text{ m/s}$	$0,2 < V_e < 0,5 \text{ m/s}$	$V_e > 0,5 \text{ m/s}$
Amont	Moyenne	Rapide	Rapide
Aval	Lente	Moyenne	Rapide



**A l'amont :**  
 $V_m$  forte  
dynamique  
rapide si  
 $V_e > 0,2 \text{ m/s}$

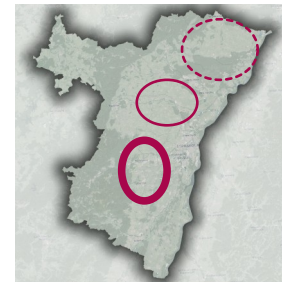


**A l'aval :**  
 $V_m$  faible  
 $V_e$  caractérise la  
dynamique

*Approche empirique*

# En 2023 : Commande de la direction

*2 Études PPRi finalisées, 1 en cours*



- Homogénéiser les approches => doctrine
- Savoir communiquer sur le choix retenu

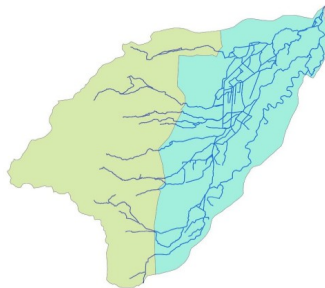
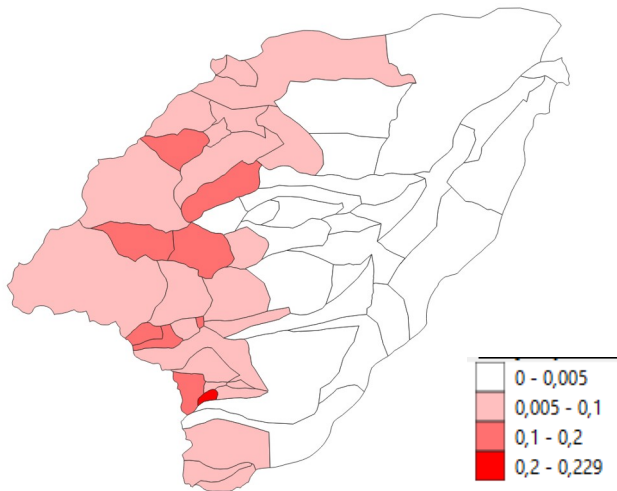
## Analyse topographique du territoire (pente et temps de concentration)

Est-ce un critère pertinent  
pour qualifier la vitesse de montée ?

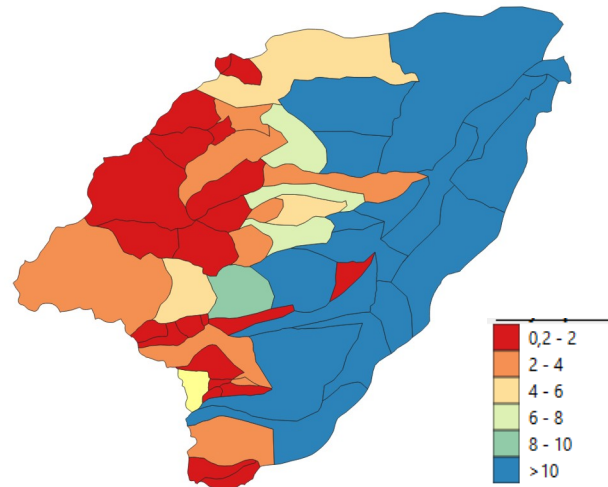


# Analyse topographique pour challenger le « dire d'expert »

*Pente*



*Temps de concentration*



Analyse topographique fine trop dépendante du découpage en sous bassins versants et de la méthode de calcul retenue

**=> non représentative de la réalité du territoire pour la vitesse de montée des eaux**

**Il est préférable de la calculer**

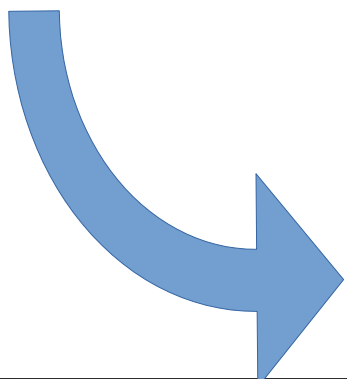


# Quelle formule pour $V_m$ ?



Contrairement à la **vitesse d'écoulement** qui peut générer une **situation dangereuse même un court instant**, c'est bien une **variation significative** de la **hauteur d'eau** en un **temps court** qui permet de caractériser une **vitesse de montée rapide**. Il convient donc de calculer une **valeur moyenne** entre deux temps de la phase de montée  $t_1$  et  $t_2$ .

La **dangérosité** n'a de sens que si le **delta en hauteur** est **suffisamment grand**


$$V_m = \frac{\Delta h}{t_2 - t_1}$$

# En 2023 : Investigations internes

*Instantanées horaires SIG sur 2 BV*

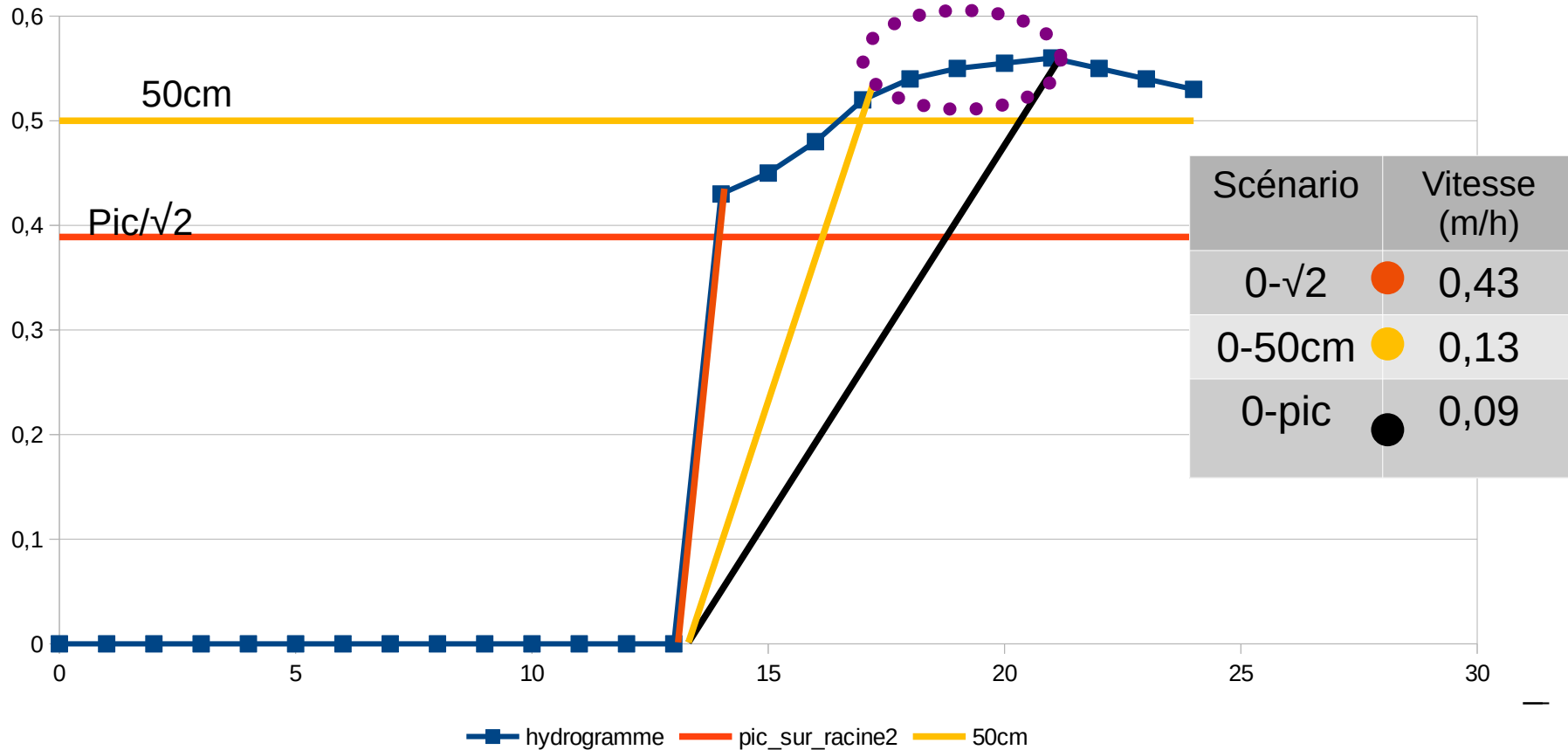


## Développements de scripts :

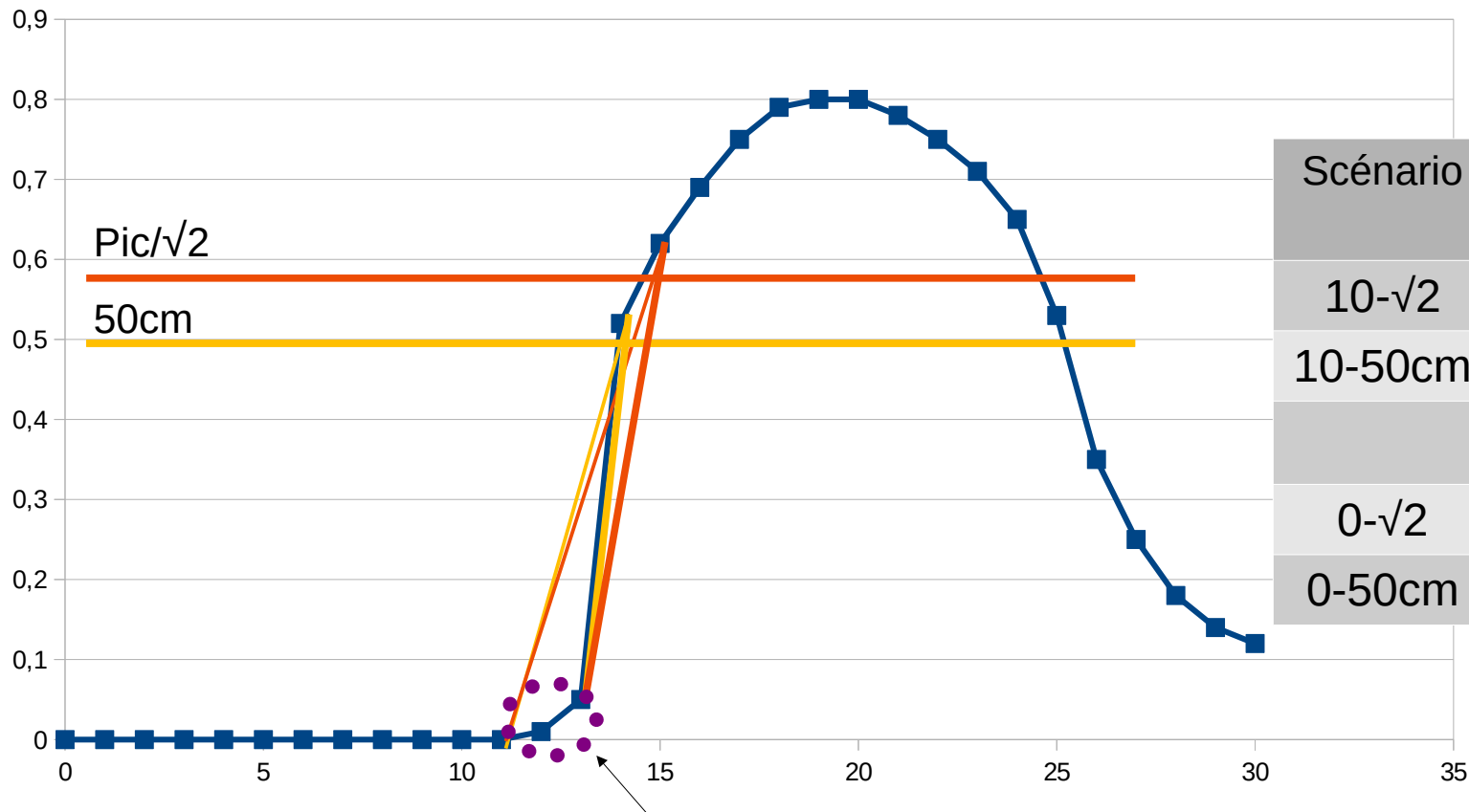
*analyse exploratoire approfondie qui pouvait difficilement être réalisée dans le cadre des études en cours*

- **Calcul des hydrogrammes à chaque point de calcul**  
toutes les mailles & tous les profils (phase débordante)
- **Analyse de sensibilité sur la vitesse de montée en fonction**  
du choix pour  $t_1$  : début de la montée ou un peu plus tard ?  
du choix pour  $t_2$  : fin de la montée ou un peu plus tôt ?  
du seuil de basculement en rapide

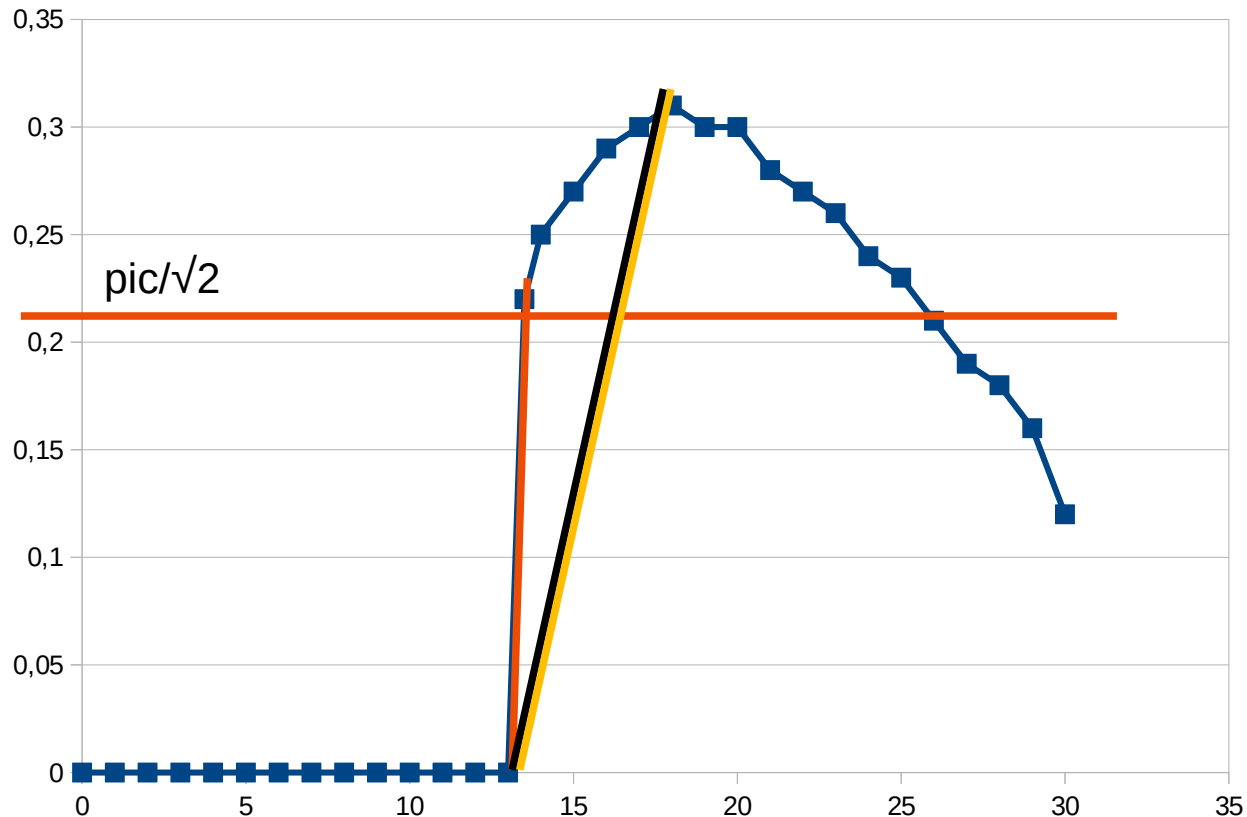
## Où l'intérêt d'intégrer une borne supérieure dans le calcul



# Où l'intérêt d'intégrer une borne inférieure dans le calcul

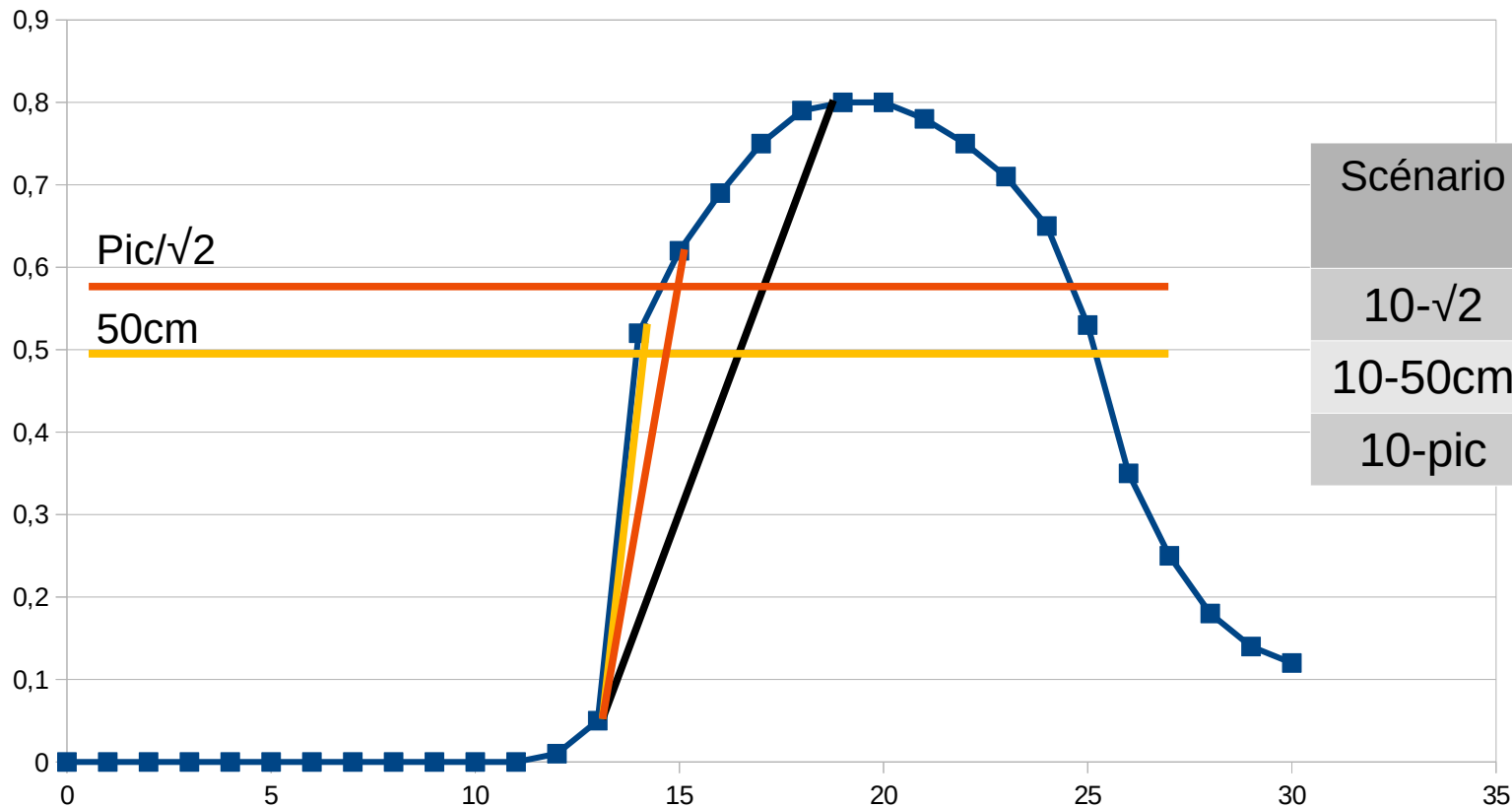


# Où l'intérêt de ne pas indexer la borne supérieure au pic pour de faibles hauteurs



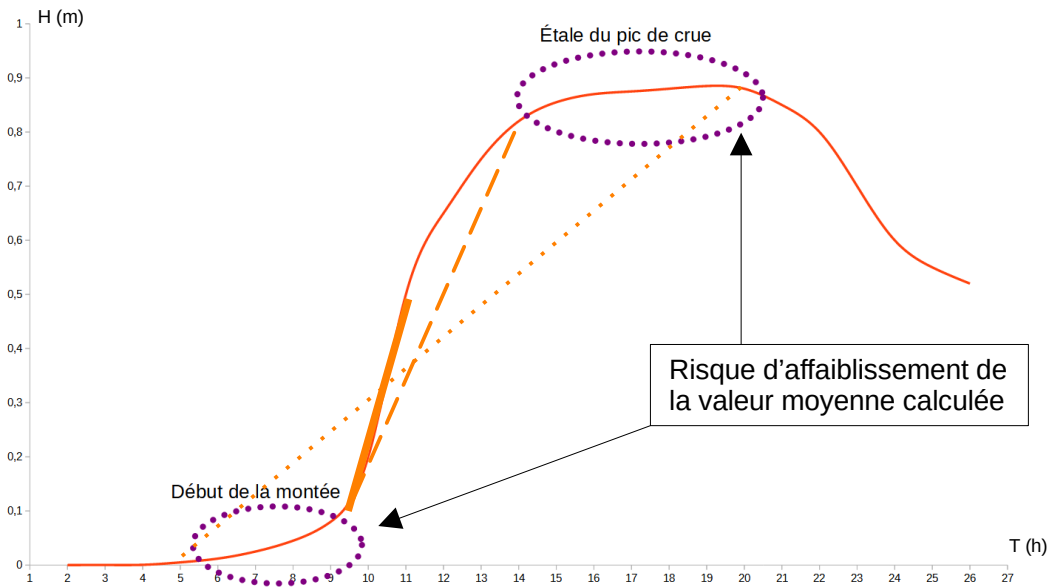
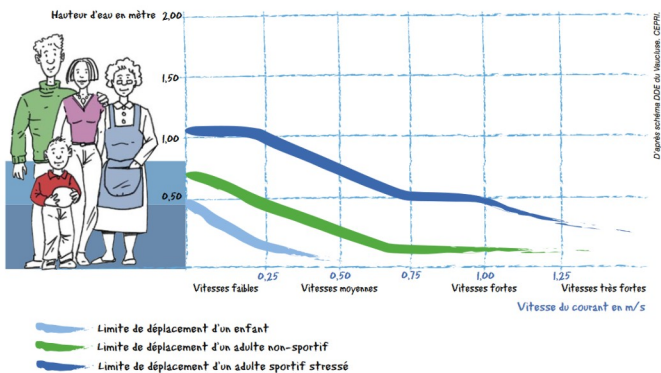
Scénario		Vitesse (m/h)
0- $\sqrt{2}$	<span style="color: orange;">●</span>	0,43
0-50cm	<span style="color: yellow;">●</span>	0,06
0-pic	<span style="color: black;">●</span>	0,06

## Où l'intérêt de ne pas indexer la borne supérieure au pic pour de fortes hauteur



# Quelles valeurs pour $t_1$ , & $t_2$ ?

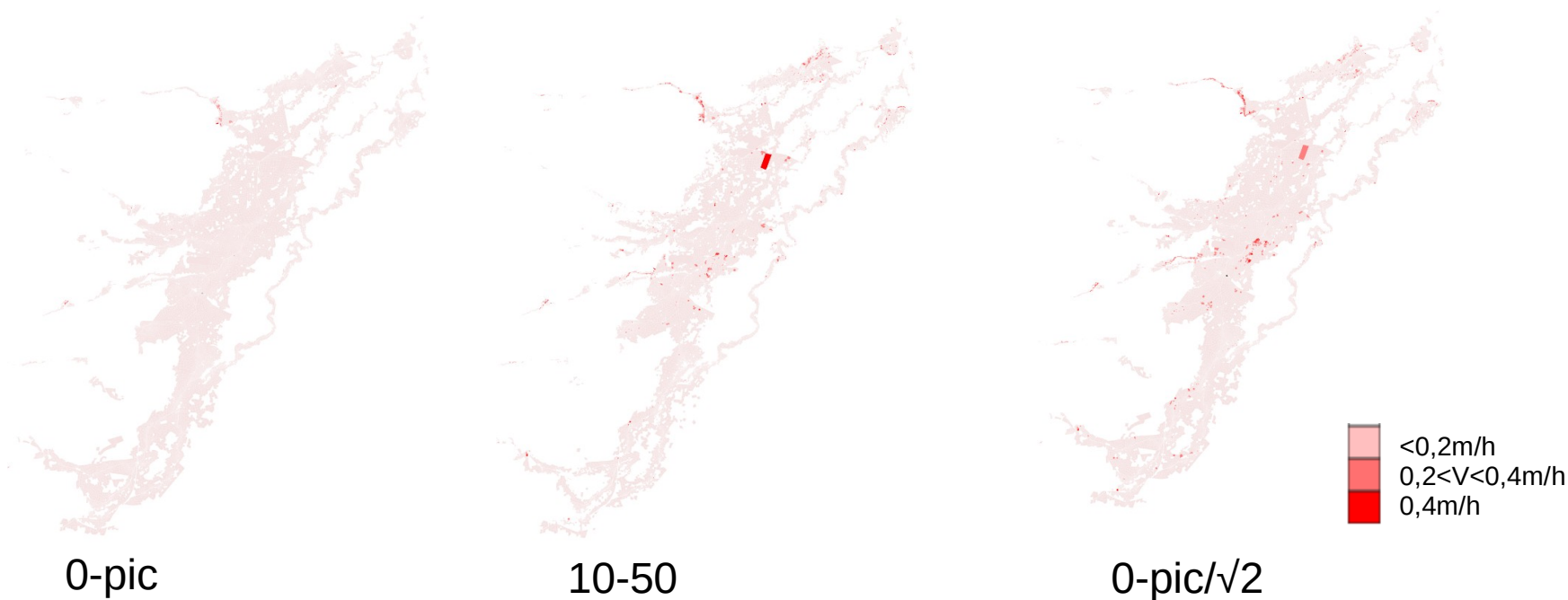
*Importance de concentrer le calcul sur la phase critique de la montée*



$t_1$  :  $h=10\text{cm}$  (j'ai de l'eau aux chevilles, je suis autonome pour me déplacer)

$t_2$  :  $h=50\text{cm}$  (j'ai de l'eau jusqu'aux genoux et mon enfant ne sait plus se déplacer tout seul)  
ou pic de crue

# Analyse spatiale de la répartition des valeurs



La valeur du seuil est subjective, dépendante de la méthode de calcul  
et une valeur trop basse a tendance à surestimer la dangerosité



# En conclusion

Aléa		Dynamique		
		Lente	Moyenne	Rapide
Hauteur d'eau (m)	$H < 0,5$	Faible	Modéré	Fort *
	$0,5 < H < 1$	Modéré	Modéré	Fort
	$1 < H < 2$	Fort	Fort	Très Fort
	$H > 2$	Très Fort	Très Fort	Très Fort

DYNAMIQUE		Vitesse de montée (m/h)	
		Lente $V_m < 0,4$	Rapide $V_m > 0,4$
Vitesse d'écoulement (m/s)	Lente $V_e < 0,2$	Lente	Rapide
	Moyenne $0,2 < V_e < 0,5$	Moyenne	Rapide
	Rapide $V_e > 0,5$	Rapide	Rapide

$$V_m = \frac{\Delta h}{t_2 - t_1}$$

**$t_1$  : h=10cm**

*j'ai de l'eau **aux chevilles**,  
je suis **autonome** pour me déplacer*

**$t_2$  : h=50cm**

*j'ai de l'eau jusqu'**aux genoux**  
et mon **enfant** ne sait **plus se déplacer** tout seul*

Le message est parlant :

**« l'eau monte de 10cm à 50cm en moins d'une heure »**

*c'est pas grave*

*c'est grave*

*et c'est rapide !*

### *Témoignages...*

#### *Crue de l'Eichel à Diemeringen (67) Mai 2024*

Du jamais vu aussi pour Didier, qui habite depuis 50 ans à Diemeringen : "J'ai vu beaucoup d'inondations. Dans les années 80-90, il y en avait beaucoup, mais l'eau montait très doucement et donc on avait le temps de monter les meubles et tout. Et en fait, **l'eau est montée tellement vite, j'ai jamais vu ça**. Et elle continue à monter. Je ne crois pas avoir vu ce niveau d'eau. Et aussi, il y a du courant. Ça c'est du jamais vu non plus".

### *Témoignages...*

#### *Inondations Liane (62) Novembre 2023*

**"La nuit a été courte (...) On est venu nous chercher vers 23h30 pour nous évacuer", confie Karine. 50 centimètres d'eau avaient déjà rempli sa maison au petit matin.**

### *Témoignages...*

#### *Ruffey-lès-Beaune (21) Octobre 2024*

**En quelques heures, les eaux ont submergé plusieurs zones clés du village. 20 à 40 centimètres d'eau recouvraient alors les entrées de la mairie, de la boulangerie, des habitations voisines, ainsi que l'accès au lotissement.**

# Merci de votre attention

# Des questions ?

---