

# Le risque inondation dans le Pays de Montbéliard

LIVRET POUR L'ENSEIGNANT



PROJET PÉDAGOGIQUE 2007-2011



Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.

Handwritten text in the upper middle section of the page.

Main body of handwritten text, appearing to be a list or series of entries.

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a footer or concluding remarks.

# Edito

Le Pays de Montbéliard connaît régulièrement des inondations, dont les deux derniers épisodes, en mars et août 2007, ont démontré la nécessité de protéger les riverains. Toutefois, quel qu'ils soient, les travaux entrepris ne pourront jamais éradiquer totalement les inondations, ils ne peuvent qu'en limiter, dans une certaine mesure, les conséquences. Les habitants et acteurs des territoires situés dans les zones exposées doivent donc développer une culture du risque et de l'anticipation.

Cette intégration du risque, moteur de la prévention et de la conscience passe par une sensibilisation permettant à la population d'en saisir les enjeux et mécanismes.

Ce projet éducatif, soutenu par la DIREN Franche –Comté et porté par la Communauté d'Agglomération du Pays de Montbéliard, se veut donc un outil pour éduquer à la prévention et à l'anticipation des risques d'inondations.

Il s'agit de développer une démarche d'information préventive et d'accompagner pédagogiquement les travaux de terrain relatifs à la gestion des inondations.

Etre informé, c'est mieux participer à la vie de son territoire et mieux le comprendre.

Pierre Moscovici  
Président de la Communauté d'Agglomération du Pays de Montbéliard

*Pierre Moscovici*



# Mode d'emploi

Ce livret fait partie d'un programme réalisé par l'EPTB Saône et Doubs à la demande de la CAPM et co-financé par la Diren Franche-Comté. Il a pour objectif de développer la connaissance du risque inondation chez les habitants de l'Agglomération du Pays de Montbéliard et plus particulièrement chez les riverains des rivières qui la traversent. Le programme propose, outre le livret, des interventions pédagogiques en collèges et lycées de 2007 à 2011, un DVD réalisé par des collégiens et destiné au grand public, une exposition itinérante et une journée « portes ouvertes » en juin 2009.

Le présent livret s'adresse aux enseignants des collèges qui voudraient aborder avec leurs élèves la question du risque inondation dans le Pays de Montbéliard. Le sujet se prête particulièrement bien aux programmes de SVT en 5e et d'Education Civique en 5e et 4e, mais d'autres disciplines peuvent y trouver également du grain à moudre.

On trouvera en première partie, pages 9 à 42, des chapitres courts qui synthétisent les différents aspects de la question. Chacun d'eux est identifié par des couleurs qui lui sont propres et par un numéro. Le plus souvent, la première page présente des notions générales sur le sujet abordé et les pages suivantes un aperçu sur le contexte local. De nombreuses illustrations peuvent être directement réutilisées en classe : cartes, tableaux, photos, schémas.

En seconde partie, l'enseignant trouvera quelques exemples d'activités pour prolonger ou approfondir son cours. Ces exemples témoignent d'une pratique, dans un groupe précis, dans un contexte particulier : elles ne sont que des pistes de travail ! A chacun de les adapter à ses objectifs, à ses méthodes... Plusieurs types d'activités sont proposés : expériences, sorties terrain, travaux pratiques, enquête.

Enfin, un glossaire reprend les principales notions et une bibliographie simplifiée rassemble les principaux sites web et ouvrages dans lesquels les rédacteurs ont puisé.

# SECRET

1. The purpose of this document is to provide a comprehensive overview of the current state of the project and to outline the key objectives and milestones for the next phase of development.

2. The project has made significant progress since the last report, with several key milestones being achieved. The development team has successfully completed the initial design phase and is now moving forward with the implementation of the core functionality.

3. The primary focus for the next phase is to ensure that the system is robust, scalable, and secure. This will involve a thorough review of the existing codebase and the implementation of a comprehensive testing strategy to identify and address any potential issues.

4. The project team is committed to maintaining open communication and providing regular updates to all stakeholders. This will ensure that everyone is kept informed of the latest developments and can provide valuable input and feedback throughout the process.

5. The project is on track to meet the target completion date, and the team is confident that the final product will meet or exceed the expectations of all stakeholders.

# Sommaire

	Edito.....	3
	Mode d'emploi.....	5
Ressources		
	Le cycle de l'eau.....	9
	Un système complexe : la rivière.....	11
	Le risque inondation.....	15
	Les formes d'inondation.....	19
	Le bassin versant.....	23
	Impact des activités humaines sur les crues.....	29
	Les aménagements dans le Pays de Montbéliard.....	35
Activités		
	Activité 1. Expériences - Érosion.....	44
	Activité 2. Expériences - Maquette d'une rivière.....	45
	Activité 3. Sortie terrain - Fonctionnement d'une rivière.....	47
	Activité 4. Travaux pratiques - De la carte au terrain.....	49
	Activité 5. Débat - Quels aménagements contre les inondations?...	51
	Activité 6. Enquête - perception du risque chez les riverains....	53
	Glossaire.....	55
	Bibliographie.....	59

0910/11/12



# Le cycle de l'eau



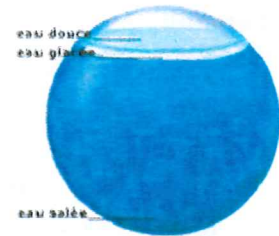
notions

notions

## Les réservoirs de la planète

L'eau est présente partout autour de nous et constitue un des éléments principaux de notre planète. Elle est présente sous différentes formes :

- les océans et les mers, composés d'eau salée, (environ 97%) ;
- les glaciers et la banquise, composés de glace (environ 2 %) ;
- les lacs, les rivières, les zones humides, les eaux souterraines, composés d'eau douce (moins de 1%) ;
- les nuages, la vapeur d'eau de l'atmosphère (0.001%).



## Le cycle de l'eau

Toute l'eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, à la surface et dans le sous-sol.

### Evaporation

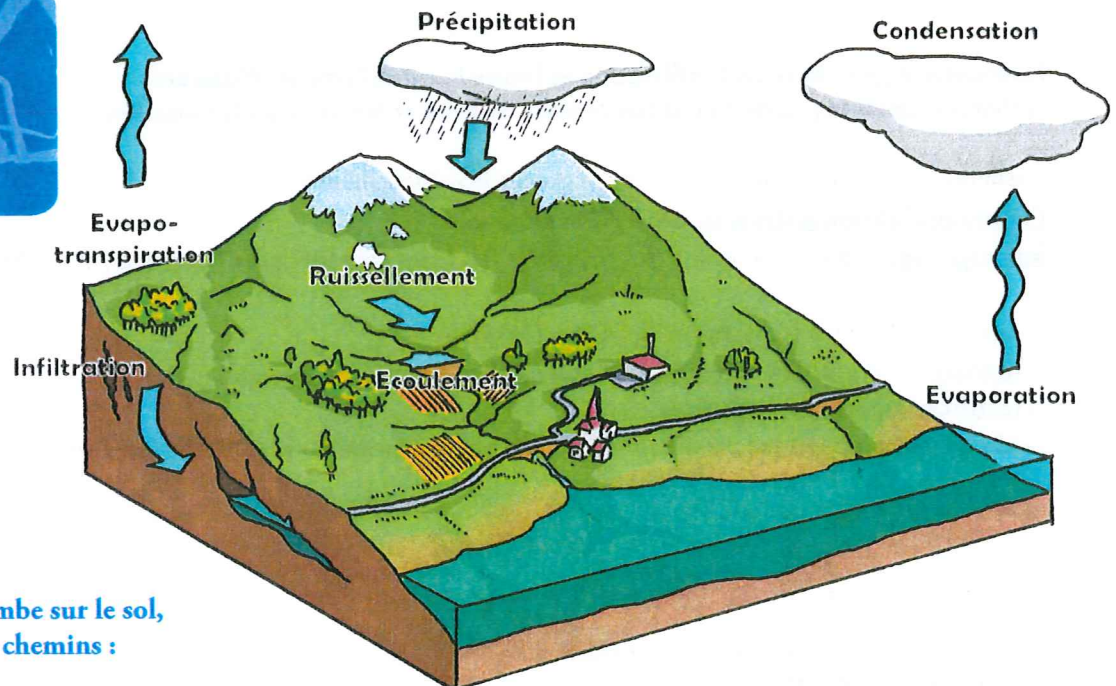
Elle provient de la surface des océans, des lacs et rivières, des sols.

### Condensation

En altitude, la vapeur d'eau se refroidit et se condense. L'eau reste en suspension sous forme de nuages.

### Evapotranspiration

Evaporation qui provient de la respiration / transpiration des végétaux et des animaux.

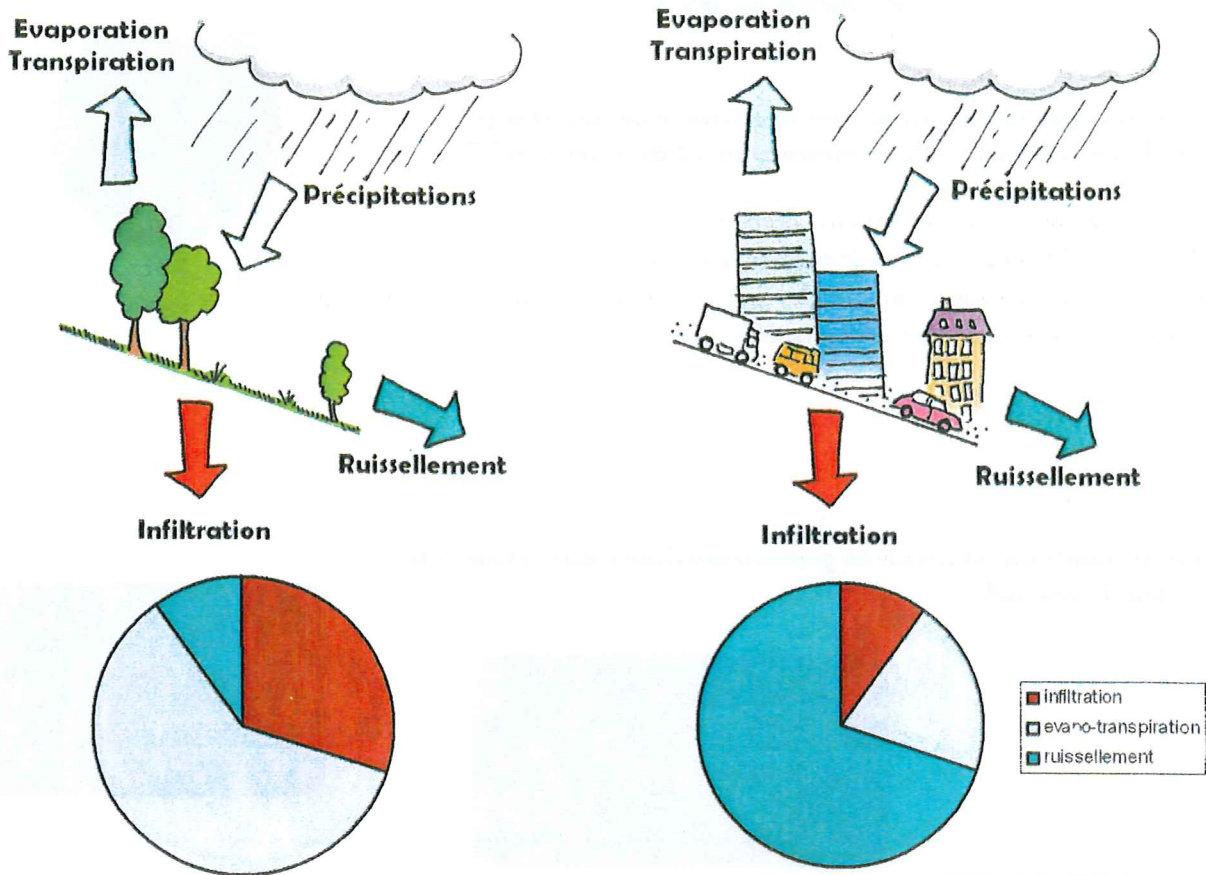


Lorsque l'eau de pluie tombe sur le sol, elle peut suivre différents chemins :

- une partie s'évapore,
- une partie s'infiltré et rejoint les eaux souterraines, qui sont reliées aux rivières,
- une partie enfin ruisselle en surface jusqu'à la rivière : c'est cette partie qui est la principale responsable des crues.



La végétation et les hommes modifient le cycle de l'eau :



**Le couvert végétal favorise l'infiltration et limite le ruissellement. Plusieurs activités humaines peuvent modifier le cycle de l'eau et favoriser les inondations.**

Certaines diminuent l'infiltration et augmentent le ruissellement :

**l'imperméabilisation des sols**, liée à l'urbanisation,

**les usages agricoles** : suppression des prairies et des haies qui retiennent l'eau, sols nus en hiver ;

D'autres accélèrent le transport de l'eau vers la rivière :

le **drainage** et la création de **réseaux de collecte** des eaux (fossés, égouts),

la **rectification des lits de rivières**.

Le dérèglement climatique a pour conséquence l'augmentation du nombre d'événements météorologiques violents.

## Ressources

[http://www.prim.net/education/espace\\_education.html](http://www.prim.net/education/espace_education.html)

**Site de l'Agence de l'Eau :**

<http://www.eaurmc.fr/juniors/cahiers-pedagogiques/cycle-eau.php>

# Un système complexe : la rivière



notions

notions

## Débit

Chaque rivière collecte les eaux de pluie tombées sur le territoire de son **bassin-versant\***. Lorsque les pluies sont abondantes ou durables, les volumes d'eau arrivant dans la rivière sont plus importants, ce qui provoque l'augmentation du débit\*, accélération de la vitesse d'écoulement et de la hauteur d'eau.

L'**hydrologie\*** des principales rivières est suivie dans les nombreuses stations qui mesurent leur débit en continu. Les mesures permettent d'établir les hydrogrammes de la rivière, qui traduisent l'évolution de son débit au cours du temps, nous renseignent sur les périodes de **crue\*** (hautes eaux) et d'**étiage\*** (basses eaux). Les périodes de hautes eaux (crues) les plus efficaces pour le façonnement des lits sont celles qui façonnent le plus le lit des cours d'eau.



*Débordement de la Feschotte près de sa confluence avec l'Allan en mars 2006*

### Débit

*Volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau en un temps déterminé ; Il est donc déterminé par la vitesse, la section transversale et la hauteur d'eau dans la rivière, et s'exprime en m<sup>3</sup>/s.*

### Nappe phréatique

*Réserve d'eau souterraine située à faible profondeur dans les roches meubles du sol et du sous-sol : les interstices entre les grains solides sont entièrement remplis d'eau. Son niveau varie selon les précipitations, et peut atteindre la surface, provoquant alors une inondation par remontée de nappe.*

### Nappe alluviale

*Cas particulier de nappe phréatique : elle se situe dans la plaine alluviale d'un cours d'eau et s'écoule dans la même direction que celui-ci, mais plus lentement, l'eau étant freinée par les sables et graviers qu'elle traverse. Son niveau est relié à celui de la rivière et peut réguler celui-ci : en période d'étiage, la nappe alimente la rivière, tandis qu'en période de crue, elle peut absorber une partie de l'eau de crue et ainsi atténuer son intensité.*

## Régime hydrologique

Le **régime hydrologique\*** d'un cours d'eau est défini par les variations de son débit au cours d'une année. Il dépend des conditions climatiques (*pluviométrie et enneigement*), mais aussi de la nature du sol et du sous-sol, qui détermine les conditions de ruissellement et d'infiltration de l'eau.

Les grandes familles de régimes sont dénommées d'après la cause climatique du débit maximum (*nival, pluvial, glaciaire, méditerranéen, etc*) et se déclinent en fonction de la latitude (*régions polaires, tempérées, tropicales, équatoriales*) et de l'altitude (*régions de montagne et de plaine*).

Un bon indicateur du régime hydrologique est l'hydrogramme du débit moyen mensuel, qui indique la moyenne de chaque mois, d'autant plus fiable qu'elle est établie sur de plus nombreuses années de mesures. On visualise ainsi les périodes habituelles de crue et d'étiage. Selon le climat de la région considérée, elles peuvent être réparties différemment sur l'année et caractérisent ainsi le régime hydrologique de la rivière.



10 mars 2006

## Hydrosystème

La rivière est la partie la plus visible d'un système complexe dont les éléments sont tous reliés (*au moins dans les conditions naturelles*).

Il est constitué de la rivière et de ses affluents, des **nappes\*** souterraines, des lacs, mares, marais et zones humides du bassin versant.

Dans le **lit majeur\***, la rivière et les zones humides sont reliées par l'intermédiaire des nappes souterraines. En période d'étiage, dans certaines conditions, les nappes peuvent réalimenter la rivière ou limiter l'assèchement des zones humides. En période de crue, quand les rivières peuvent déborder dans leur lit majeur, elles rechargent les nappes.

Une partie de la crue peut être régulée par l'expansion du trop plein d'eau dans les zones de débordement (*si elles existent encore*) qui constituent le lit majeur.

Quand la rivière est empêchée de déborder, par des digues ou d'autres aménagements, les éléments de l'hydrosystème sont isolés ; l'eau des mares et marais, non renouvelée, s'eutrophise.

La préservation des circulations de l'eau dans le lit majeur entre les différents éléments de l'hydrosystème est donc essentielle pour réguler le stockage de l'eau dans le bassin versant et limiter ainsi la sévérité des périodes de sécheresse ou la gravité des crues.

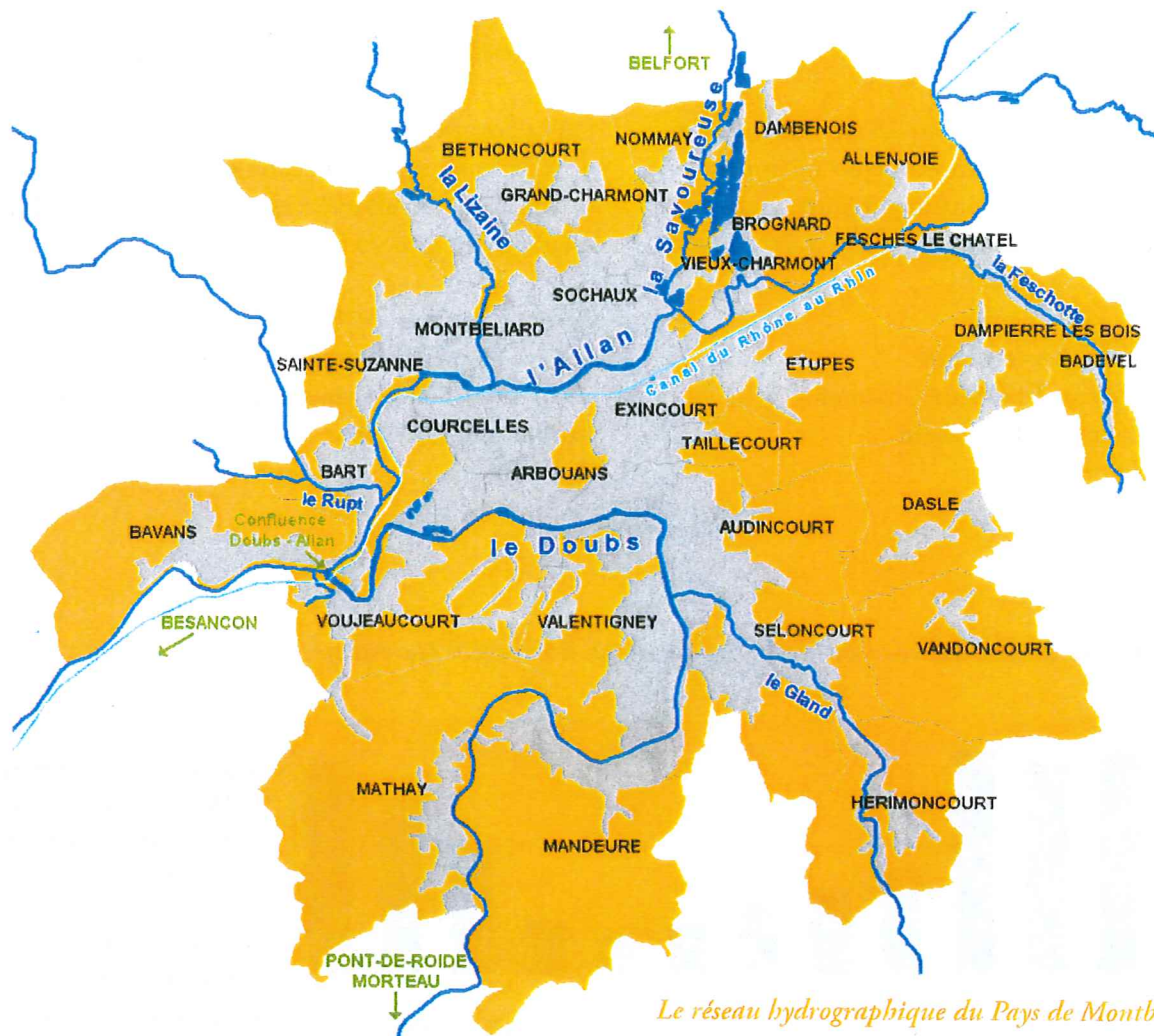
### Les crues sont bénéfiques pour les milieux naturels

Les crues déposent dans le lit majeur des limons fertiles. Elles rechargent en eau les nappes\* souterraines, les méandres déconnectés et les zones humides proches de la rivière, qui constituent un refuge et un lieu de reproduction pour de nombreuses espèces aquatiques et terrestres. Celles-ci sont adaptées à la variation du niveau de l'eau dans la rivière et dans les sols. Leur écosystèmes sont, dans une certaine mesure, adaptés aux variations de niveau d'eau.

# Nos Rivières



Le Pays de Montbéliard est à la confluence de plusieurs rivières.  
Les trois principales sont le Doubs, l'Allan et la Savoureuse.



Le réseau hydrographique du Pays de Montbéliard

## Le Doubs

Le Doubs (453 km) prend sa source dans le Val de Mouthe à près de 950 m d'altitude. Après un parcours de 200 km, le Doubs arrive dans le Pays de Montbéliard où il n'est rejoint que par deux affluents : l'Allan au niveau de la commune de Voujeaucourt et le Gland à Audincourt.

Le Doubs est une rivière abondante (*son débit moyen annuel est de 81 m<sup>3</sup>/s à Voujeaucourt*) puissamment alimentée par les fortes précipitations du massif du Jura. Mais, comme beaucoup de cours d'eau de l'est de la France, le Doubs est une rivière très irrégulière. La nature karstique du sous-sol de son bassin versant en est

la raison principale : en période de pluie, l'eau circule très rapidement par les fractures et cavités creusées dans le calcaire, et rejoint des rivières souterraines ; en cas d'absence prolongée de pluies, il n'y a pas beaucoup de réserves d'eau dans les plateaux calcaires pour alimenter le cours aérien de la rivière.

## L'Allan

L'Allan prend sa source à Charmoille au nord du canton du Jura en Suisse, à une altitude de 605 mètres. Elle se jette ensuite dans le Doubs en France, en aval de Voujeaucourt. En Suisse et jusqu'à ce qu'elle reçoive la Bourbeuse (40 km) en aval de Morvillars, son cours est baptisé Allaine.

Sa longueur est de 65 km, dont 28 en Suisse. Le débit moyen annuel de l'Allan est de 23 m<sup>3</sup>/s mais les fluctuations saisonnières sont importantes. Dans notre agglomération, l'Allan reçoit un certain nombre d'affluents :

la Feschotte à Fesches-le-Chatel  
la Savoureuse en aval de Vieux Charmont  
la Lizaine (31 km) à Montbéliard  
le Rupt (15 km) à Bart

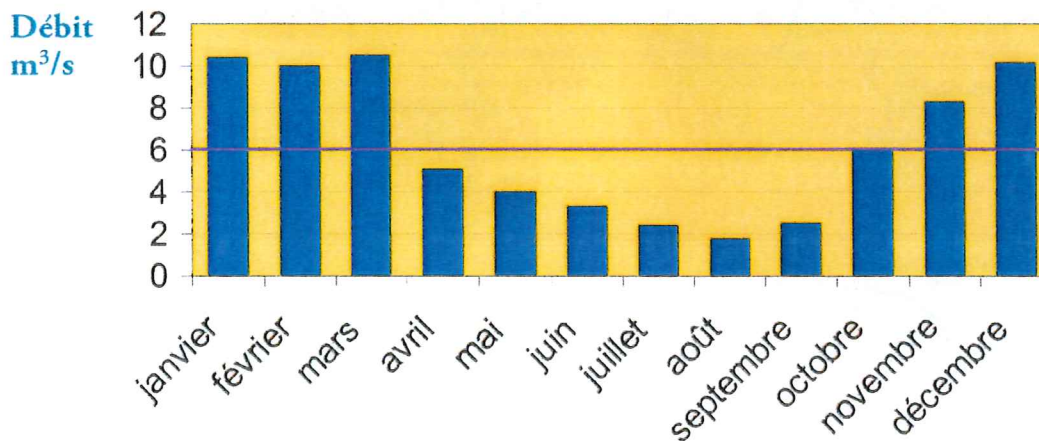
## La Savoureuse

La Savoureuse prend sa source à 1 248 m d'altitude. C'est d'abord un torrent de montagne qui dévale les pentes raides et boisées du Ballon d'Alsace (*la pente y est supérieure à 10 %*). L'endroit est un des plus arrosés de France avec 2400 mm d'eau par an (*3 fois la moyenne nationale*), dont une partie sous forme de neige.

Les caractéristiques contribuent au fait que les crues de la Savoureuse sont violentes et redoutées. Même si son débit moyen annuel n'est que de 6 m<sup>3</sup>/s, ses fluctuations sont importantes et brutales.

Après un parcours de 40 km, la Savoureuse entre dans notre agglomération et se jette dans l'Allan en aval de Vieux Charmont en empruntant un chenal contournant les usines Peugeot, situé sur un ancien méandre de l'Allan.

### Débit mensuel et annuel moyen de la Savoureuse à Vieux-Charmont.



*Bien que leur débit moyen annuel soit très différent, le Doubs, l'Allan et la Savoureuse présentent la même répartition saisonnière de leurs débits, caractéristique d'un régime pluvio-nival dans nos régions tempérées, avec un étiage d'été, et des hautes-eaux de décembre à mars, provoquées par des précipitations importantes en hiver, auxquelles peut s'ajouter la fonte des neiges en période de redoux...*

## Ressources

Cosandey Claude, 2003, Les eaux courantes - géographie et environnement, Ed. Belin  
[http://www.prim.net/education/espace\\_education.html](http://www.prim.net/education/espace_education.html)

**Site de l'Agence de l'Eau :**

<http://www.eaurmc.fr/juniors/cahiers-pedagogiques/cycle-eau.php>

**Site Hydroreel du bassin Rhône-Méditerranée**

<http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/index.html>

**Rapport des PPRI Savoureuse et Doubs Allan :**

[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id\\_rubrique=59](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=59)

[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri\\_Doubs\\_Allan\\_note\\_presentation\\_cle55b1a2.pdf](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri_Doubs_Allan_note_presentation_cle55b1a2.pdf)

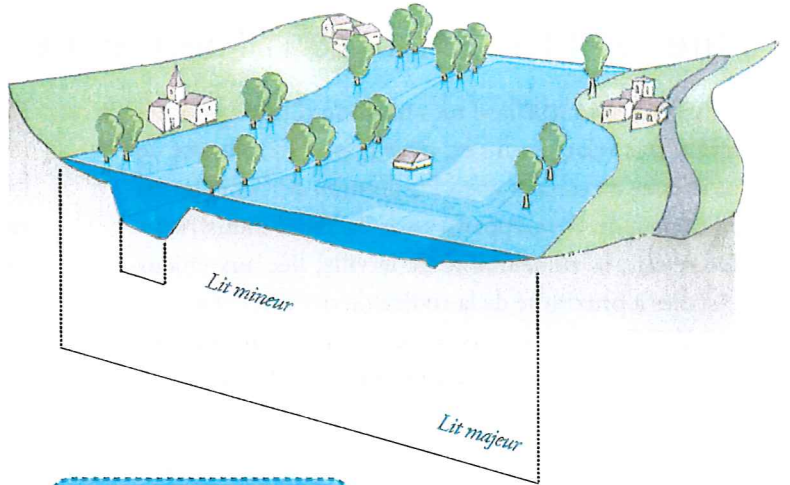
# Le risque inondation

3

notions

notions

Les inondations dans le monde provoquent 20 000 morts par an et touchent en moyenne 250 000 personnes (déplacement, privation d'eau potable, etc.), dont 8 500 en France.



## Crue ou inondation?

L'inondation est la submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'un espace terrestre habituellement hors d'eau.

La crue d'une rivière est un phénomène naturel : un apport d'eau (par exemple un orage, ou la fonte des neiges) se traduit par l'augmentation du débit, et la montée du niveau des eaux.

Ceci peut se traduire par un débordement dans le lit majeur. Les crues font partie de la vie normale d'un cours d'eau, au même titre que les étiages en période sèche.

### Lit mineur

Partie du lit de la rivière située entre les berges, occupée par les écoulements «habituels».

### Lit majeur

Espace inondable, défini historiquement et/ou par des modèles hydrauliques.

## Alea, enjeu, risque, vulnérabilité

**ALEA**  
± fort

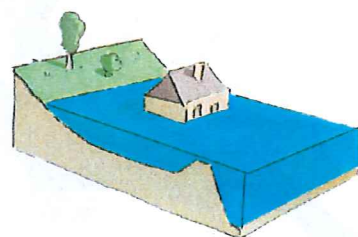
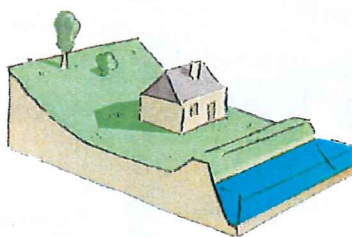
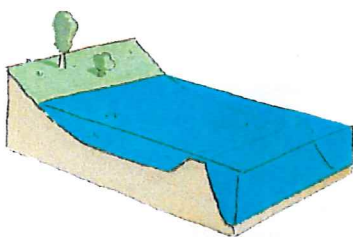
+

**ENJEU**

± vulnérable

=

**RISQUE**  
± critique



Lorsque l'activité humaine s'exerce dans le lit majeur (habitations, cultures, activités commerciales ou industrielles, réseaux ou infrastructures de transport), l'inondation peut provoquer des dégâts.

On peut considérer qu'un **risque\*** provient donc de l'existence, dans un même lieu, de 2 éléments distincts :

- la présence d'un **alea\*** (débordement d'une rivière) naturel ou artificiel, dont la survenue est aléatoire;

- la présence d'un **enjeu\*** (activités humaines), qui est plus ou moins vulnérable et peut subir des dommages plus ou moins graves selon l'intensité de l'alea.

### Période de retour

La période de retour\* d'une crue (quinquennale, decennale, centennale) est calculée à partir de l'analyse des crues historiques, quand elles sont connues, de modèles hydrauliques, et de la surveillance du débit des cours d'eau.

### Crue centennale

Crue qui a, chaque année, une chance sur cent de se produire.

# 3 La vulnérabilité de notre agglomération face aux inondations

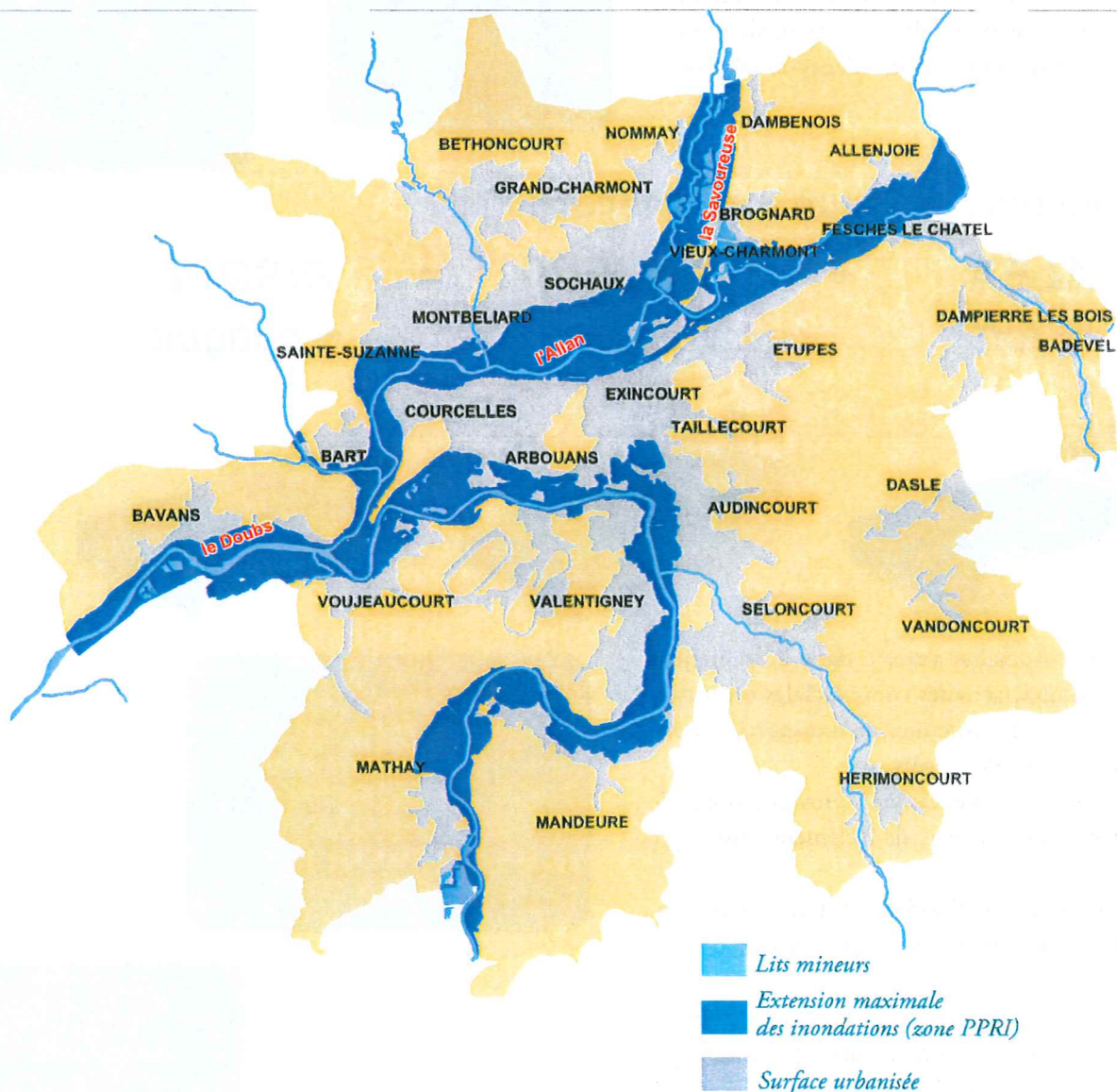
contexte local

## Une ville à la confluence de trois cours d'eau

La ville de Montbéliard est au centre d'une agglomération très éparpillée qui s'est développée à proximité de rivières et de canaux dont l'utilisation de l'énergie est à l'origine du développement de l'activité industrielle. De ce fait, la vulnérabilité de la ville, liée aux enjeux installés à proximité de la rivière (*activités économiques et habitations*), a toujours été importante. Au cours des siècles, elle a connu de nombreuses inondations.

En 1910, une inondation exceptionnelle, considérée comme centennale\*, a provoqué des dégâts très lourds (5,62 m à Voujeaucourt quand la cote d'alerte\* est à 3,60 m). À la fin du 20ème siècle, un Plan des surfaces submersibles puis des Plans de protection contre le risque inondation ont été établis pour tenter de mieux anticiper et gérer les inondations. Toutefois, entre deux crues importantes, la vigilance des habitants baisse ; pourtant l'agglomération grossit !

## Les zones inondables dans le Pays de Montbéliard





## L'urbanisation aggrave la vulnérabilité

La vulnérabilité a considérablement augmenté dans les quarante dernières années. La croissance de l'urbanisation s'est traduite par une variation de l'alea sur nos rivières (*causée par les aménagements et difficile à mesurer, voir fiche n°6*) et par l'augmentation des enjeux dans le lit majeur : les grands ensembles collectifs, l'habitat

pavillonnaire et les grandes emprises industrielles ont colonisé tous les terrains, y compris des zones connues pour être inondables.

Plusieurs secteurs de notre agglomération sont particulièrement vulnérables au risque d'inondation.

Par exemple :

### Feschés-le-Châtel

Ce bourg est régulièrement inondé par la Feschotte. Des aménagements (zones de rétention des eaux) ont été réalisés afin de ralentir l'écoulement des eaux.

### La basse vallée de l'Allan

(communes de Bart, Courcelles-lès-Montbéliard et Ste Suzanne).

Ce secteur connaît des inondations récurrentes depuis une vingtaine d'années. Situé en aval de l'agglomération, il subit les conséquences de l'endiguement progressif des rivières depuis le 19<sup>e</sup> siècle et de l'augmentation plus récente des surfaces imperméables.

D'importants travaux de protection sont aujourd'hui prévus (voir ressource 7 « Les aménagements »).

### Le site des usines Peugeot à Sochaux.

Ce secteur peut être inondé par l'Allan mais également par la Savoureuse qui emprunte, dans certaines conditions, son ancien cours à travers l'usine. Le site est correctement protégé pour les fortes crues et son inondation reste exceptionnelle. La vulnérabilité d'un tel site tient surtout de l'importance économique de PSA pour la région toute entière.

### Le quartier des Blancheries à Montbéliard :

Ce secteur est bordé par l'Allan. Il est inondable avec un aléa fort sur sa plus grande partie. Le site est occupé principalement par des habitations, des entrepôts et des serres. Un projet de restructuration du quartier, intégrant le risque d'inondation, est à l'étude. (voir ressources).



Bart, un appartement dévasté, 9 mars 2006



Montbéliard, 15 février 1990



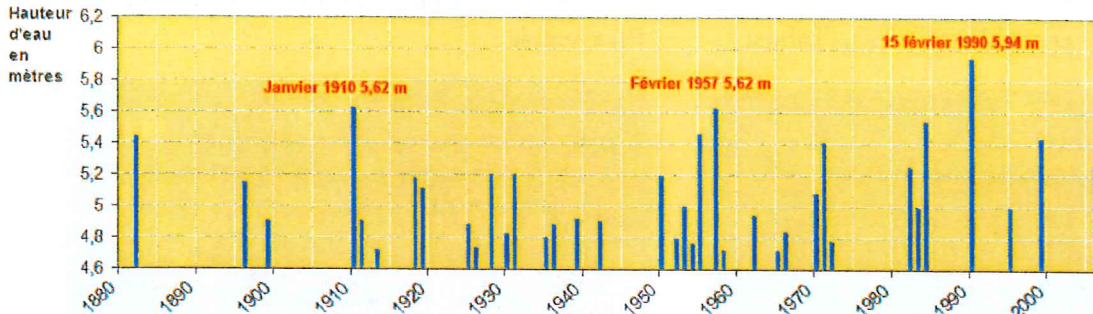
Bart, 9 mars 2006

L'endiguement au plus près de la rivière a longtemps été préféré pour protéger les zones densément urbanisées. Ce faisant, on ne laissait que peu d'espace de liberté à la rivière pour les périodes de crue. Aujourd'hui, on essaie de tenir compte des crues dans les aménagements : en créant des zones d'expansion de crues en amont des agglomérations ; en construisant les endiguements, quand c'est possible, au plus près des bâtiments.

La gestion du risque inondation sur l'agglomération est complexe, mais elle ne peut notamment se faire qu'en tenant compte des autres enjeux, tout aussi importants, qui existent à l'aval.

## Principales inondations depuis 1882

### Les 42 plus fortes crues à Voujeaucourt entre 1882 et 2006



Ces inondations ont été relevées à la station de Voujeaucourt, seule station du territoire pour laquelle on a des relevés avant 1983. Pendant la période, on a relevé 174 crues dépassant la **côte d'alerte\***(3,60 m). Les 42 plus fortes crues ont dépassé 4,70m.

**Côte d'alerte !**  
Elle est définie localement selon des critères variables. Habituellement, c'est celle à partir de laquelle la 1<sup>ère</sup> habitation est touchée.



Audincourt, 20 janvier 1910

### Crues relevées à la station de Vieux Charmont sur la Savoureuse

Depuis trente ans, on prend comme référence les débits\* et non plus les hauteurs d'eau.

Crue quinquennale\* : 100m<sup>3</sup>/s

Crue decennale\* : 110m<sup>3</sup>/s

**Pour mieux comprendre le rôle de l'urbanisation, des aménagements et des activités humaines sur les inondations, voir deux autres fiches : « Impact des activités humaines sur les crues » et « Les aménagements actuels ».**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)
15 fév 90	146*
22 déc 91	98,2
20 déc 93	82,9
26 janv 95	111
22 fév 99	95,5
19 déc 99	87,7
30 déc 01	102
14 janv 04	105
09 mars 06	95,9

\* Plus les crues sont fortes, plus la fiabilité des mesures de débit baisse.

## Ressources

### Requalification du quartier des Blancheries à Montbéliard :

<http://www.prim.net/professionnel/documentation/ppr2006/monographie/montbeliard.pdf>

### Cartographies Aléa Enjeux du PPRI Doubs Allan :

[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id\\_rubrique=59](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=59)

### Rapport des PPRI Savoureuse et Doubs Allan :

[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri\\_Doubs\\_Allan\\_note\\_presentation\\_cle55b1a2.pdf](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri_Doubs_Allan_note_presentation_cle55b1a2.pdf)

### Données hydrométriques en temps réel du bassin RMC :

<http://www.rdbrmc.com/hydroreel2//index.html>

### DIREN Franche-Comté : risques naturels

<http://www.franche-comte.ecologie.gouv.fr/spip.php?rubrique79>

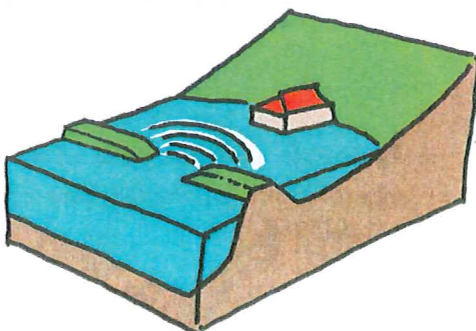
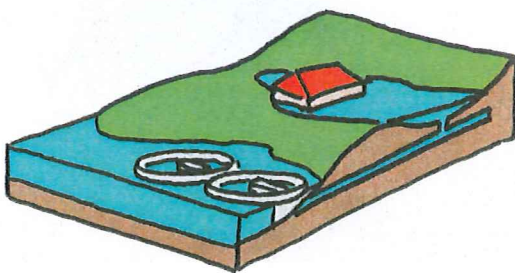
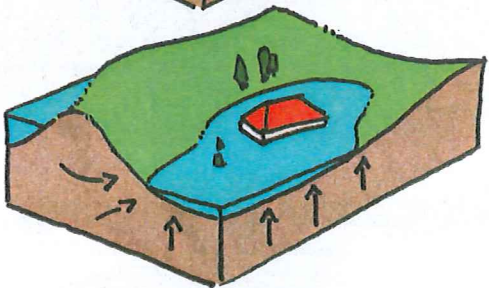
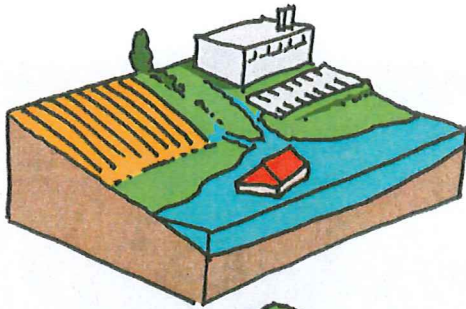
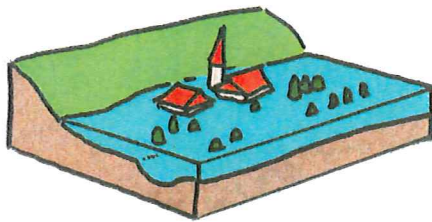
# Les formes d'inondation



notions

notions

L'inondation est la submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'un espace terrestre habituellement hors d'eau. Elle peut avoir plusieurs origines :



## Inondation par crue et débordement d'une rivière

Une crue fait déborder la rivière hors de son lit mineur. Cette **crue\*** peut être lente, sur de grandes rivières alimentées par de vastes bassins versants (*inondations de plaine*) ou courte et rapide (*inondations torrentielles*) sur de petits cours d'eau alimentés par un bassin versant réduit, lors d'un orage.

## Inondation par ruissellement (*urbain - agricole*)

Lors d'orages très importants sur des sols imperméables (champs labourés, sols gelés, sols urbains), les eaux de **ruissellement\*** peuvent se rassembler et provoquer des écoulements boueux en surface, avant même de rejoindre la rivière.

## Inondation par remontée de nappe

Les eaux infiltrées et stockées dans le sous-sol (nappes souterraines) sont en relation permanente avec les rivières. L'infiltration des eaux de pluie et la remontée soudaine du niveau de ces rivières, peuvent provoquer un remplissage et une saturation des espaces souterrains, faisant ressortir l'eau en surface au niveau des points bas.

## Inondation par remontée de réseaux

Lors d'une inondation par ruissellement ou par débordement de rivière, certains points bas peuvent être inondés par la remontée d'eau dans les réseaux habituellement destinés à leur évacuation (eaux usées ou eaux de pluie).

## Inondation par rupture de digues ou barrages

Certains points, parfois même situés en dehors de zones naturellement inondables, peuvent être atteints par l'eau lors de rupture soudaine de barrages ou de digues. Ce genre d'événement peut aggraver la situation par rapport à une inondation naturelle, à cause des vitesses importantes d'écoulement qu'il peut occasionner.

# Caractéristiques des crues dans le pays de Montbéliard

## Le régime hydrologique de nos rivières

Les crues importantes du Doubs et de l'Allan se produisent le plus souvent en hiver (*de novembre à mars*) lors d'épisodes pluvieux généralisés sur l'ensemble des bassins versants. Les crues locales ont deux origines : soit des pluies longues qui saturent les sols, soit des pluies liées à un redoux et qui participent à la fonte du manteau neigeux.

Les étiages sont souvent sévères en période estivale.

## Des crues de plaine à propagation rapide

Dans notre agglomération, les crues principales sont liées aux trois cours d'eau majeurs que sont le Doubs, l'Allan et la Savoureuse, les crues les plus importantes sont dues à la concomitance des crues de ces rivières.

Notre agglomération connaît des crues de plaine ayant une propagation assez rapide et ce pour plusieurs raisons :

- > La superficie réduite de notre bassin versant (Allan + Savoureuse) et des pentes assez élevées : les eaux se concentrent rapidement en direction du Doubs.
- > La proximité de reliefs conséquents (Vosges et Jura karstique) qui apportent un caractère plus montagnard à nos cours d'eau par rapport à un fleuve de plaine comme la Seine par exemple.



*Avant et pendant la crue, mars 2006*



*Bart, 10 mars 2006*

En règle générale, une crue passe en 48 heures sur notre agglomération, les crues les plus lentes se produisent sur le Doubs.

## La Savoureuse, une rivière capricieuse

Le relief et la pluviométrie donnent à la Savoureuse les caractères d'un torrent jusqu'à Belfort.

Le débit instantané peut varier de pratiquement zéro jusqu'à 209 m<sup>3</sup>/s à Belfort comme lors de la crue du 15 février 1990 provoquant des dégâts considérables notamment dans les usines Peugeot à Sochaux.

Les versants qui s'appuient sur le massif des Vosges sont particulièrement bien arrosés.

La pluviométrie annuelle est comprise entre 1000 mm à Montbéliard et 2400 mm sur les crêtes (moyenne française : 900 mm).

En outre, le bassin versant de la Savoureuse est régulièrement enneigé dès que l'altitude augmente, ce paramètre peut avoir une importance considérable : il peut arriver qu'une montée des eaux se déclenche sans précipitation car, en hiver, il suffit d'un fort radoucissement pour faire fondre le manteau neigeux.

Si le redoux s'accompagne de fortes pluies, une crue peut se produire en quelques heures, suivie d'une décrue presque aussi rapide dès que les intempéries diminuent d'intensité.

*Allenjoie, 22 février 1999*

*L'inondation par l'Allan se complique : au premier plan, une plaque d'égout est prête à se soulever par refoulement des eaux usées dans le réseau d'assainissement.*



*Montbéliard, 10 mars 2006*

*Allan débordant sur le stade au Près La Rose en amont de Courcelles. L'immeuble a été construit sur un remblai en prévision des crues.*

## Des crues par ruissellement

De petits cours d'eau (le ruisseau Rouge à Audincourt ou le ruisseau du Charme à Etupes) peuvent réagir très rapidement suite à un orage par exemple. Souvent le ruissellement urbain, c'est-à-dire l'écoulement de l'eau de pluie sur des surfaces imperméabilisées (routes, toits...) aggrave la situation : les égouts débordent, les caves sont inondées. Cela peut se produire presque n'importe où, notamment dans des parties de l'agglomération qui ne sont jamais touchées par les crues de plaine de nos rivières principales, d'où des difficultés à gérer ce risque.



*Montbéliard, route en amont de Courcelles, 22 février 1999 L'Allan est prêt à déborder dans le canal qui se déverserait alors sur la route à gauche.*



## Ressources

*Guide du MEDAD : Dossier d'information « les inondations »*

[http://www.prim.net/professionnel/documentation/dossiers\\_info/nat/low/inondation.pdf](http://www.prim.net/professionnel/documentation/dossiers_info/nat/low/inondation.pdf)

<http://www.prim.net/> et notamment

[http://www.prim.net/citoyen/definition\\_risque\\_majeur/dossier\\_risque\\_inondation/pageintroduction.htm](http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/dossier_risque_inondation/pageintroduction.htm)

*Rapport du PPRI Doubs Allan :*

[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri\\_Doubs\\_Allan\\_note\\_presentation\\_de55b1a2.pdf](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri_Doubs_Allan_note_presentation_de55b1a2.pdf)

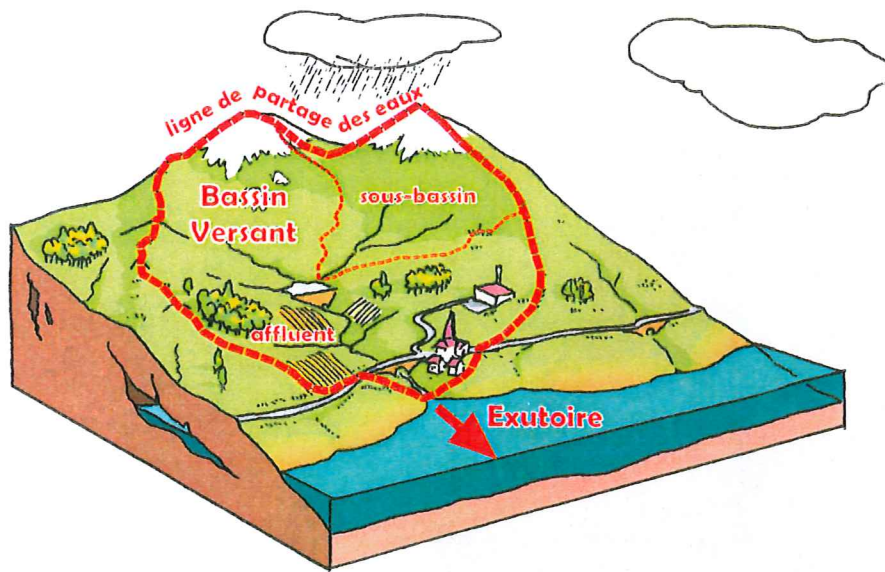
# Le bassin versant

5

## notions

### Définitions

Le bassin versant est généralement la surface d'alimentation d'un cours d'eau ou d'un lac.



Il peut être défini plus précisément, à partir d'un exutoire\* donné, comme le territoire à l'intérieur duquel se rassemblent les eaux de pluie qui s'écoulent vers cette sortie. Ses limites correspondent aux lignes de partage des eaux.

Cette notion est donc relative : on peut considérer autant de bassins versants qu'on peut placer de points « de sortie » (ou d'exutoires) le long d'un axe d'écoulement ou d'une rivière. On peut également diviser un bassin versant principal (exemple le bassin versant du Rhône) en plusieurs sous-bassins imbriqués (dont celui de la Saône, du Doubs, etc).

Il est également possible de distinguer le bassin versant superficiel, dont la limite correspond aux lignes de partage des eaux superficielles, du bassin versant souterrain, dont les contours peuvent être différents, en raison des écoulements souterrains qui ne suivent pas les pentes du terrain. C'est très fréquemment le cas dans les zones karstiques\* ou les fractures des roches souterraines offrent des parcours d'écoulement privilégiés.

### Les caractéristiques du bassin versant

Elles jouent un rôle prépondérant dans le type de crues et d'inondations qui se produisent sur son cours d'eau principal :

**La taille** du bassin versant détermine le temps que met l'eau pour atteindre son exutoire. Plus ce temps est court (petite taille), plus le bassin réagira à des épisodes pluvieux courts (orages), et donc statistiquement plus intenses. Les grands cours d'eau, issus de bassins versants de plusieurs milliers de km<sup>2</sup> réagissent plutôt à des pluies plus longues (plusieurs jours).

**La forme** du bassin versant est également déterminante dans le type de crues : si le bassin est très allongé, le cours d'eau principal aura plus d'influence que tous les affluents, alors que pour un bassin et un réseau hydrographique « en étoile » les caractéristiques de tous les affluents possèdent la même importance.

**La pente du terrain** intervient localement sur la quantité d'eau qui ruisselle. A l'échelle du bassin, la pente des cours d'eau agit sur la vitesse d'écoulement et donc les vitesses de propagation de la crue et de montée des eaux.

**La répartition des altitudes, l'exposition et la position géographique** du bassin sur le continent ont une influence sur le type de pluies rencontrées (longues pluies océaniques, orages cévenols...) et éventuellement sur la composante « nivale » des crues (importance de la fonte des neiges)

**L'occupation des sols et la composition du sous-sol** déterminent en partie la quantité d'eau non infiltrée ainsi que la rapidité des écoulements souterrains.

# Le bassin versant Doubs-Allan en amont de Montbéliard

## D'où vient l'eau qui coule à Montbéliard ?

L'eau des rivières de notre agglomération vient de deux secteurs géographiques différents : la Savoureuse, la Lizaine ou le Rupt sont des rivières du bassin versant de l'Allan.

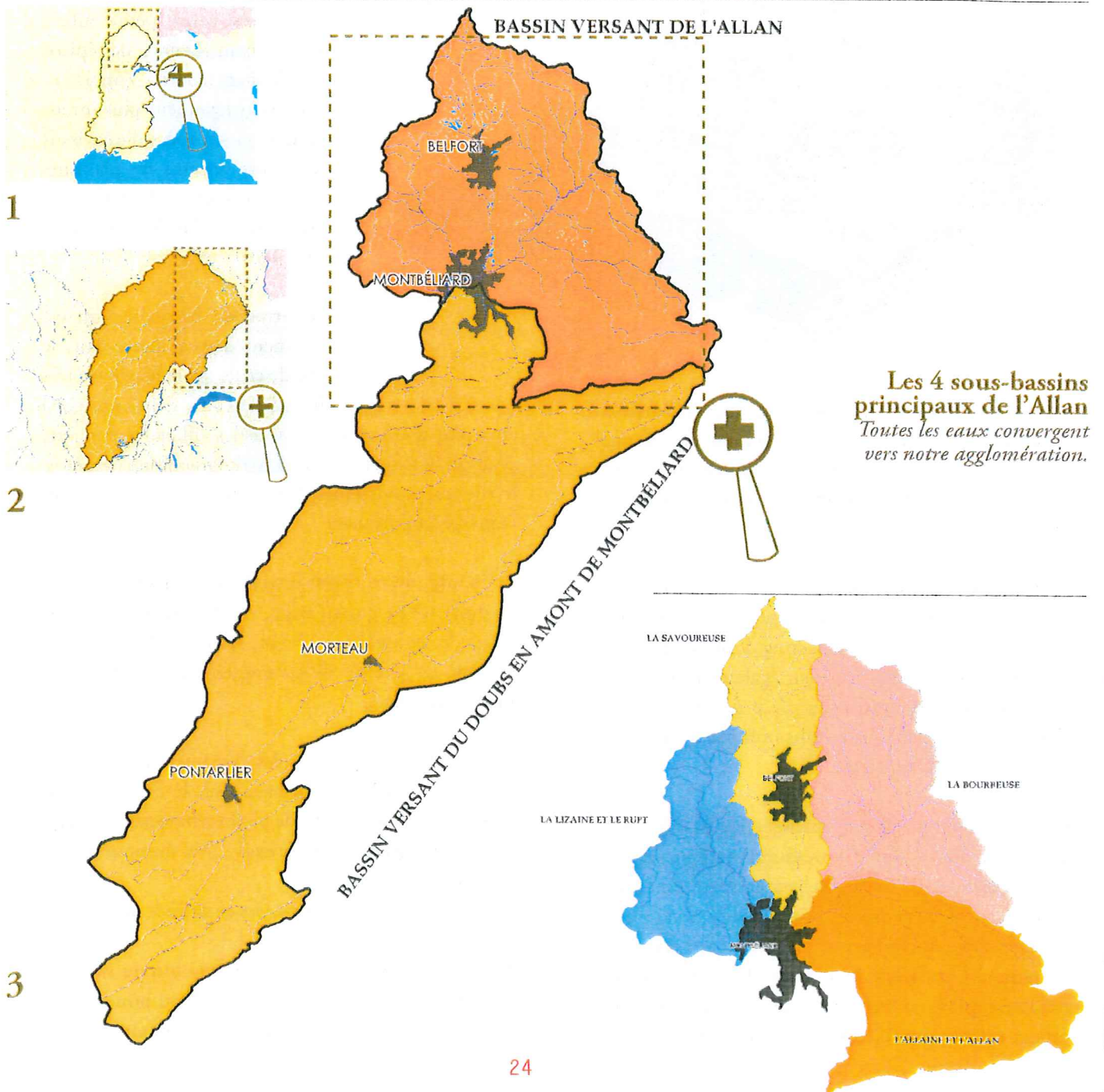
Ces rivières drainent les eaux du Nord-Est de la Franche-Comté et d'une petite partie de la Suisse.

L'eau qui coule dans le Doubs vient du sud : Haut Doubs et Suisse.

Cependant, ces deux bassins versants se ressemblent par la présence de la montagne, donc de pentes et de précipitations abondantes.

## Localisation de notre bassin versant dans les bassins du Rhône et de la Saône

### Le bassin versant du Doubs et de l'Allan



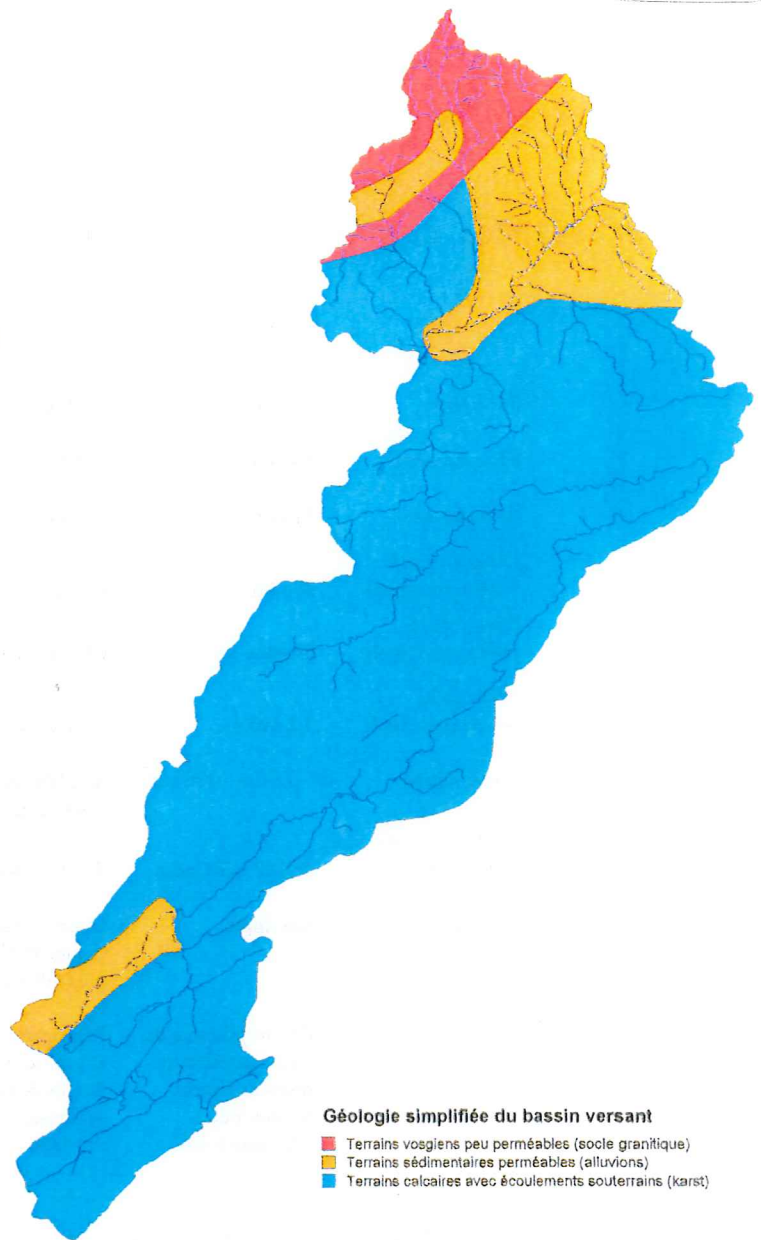


## Caractéristiques du bassin-versant Doubs-Allan

	Doubs en amont de Montbéliard	Allan
Superficie	2240 km <sup>2</sup>	1130 km <sup>2</sup>
Altitude maxi	1463 m	1247 m
Altitude mini	310 m	310 m
Longueur de la rivière principale	200 km	65 km
Source de la rivière principale	Mouthe 935 m	Chamoille (CH) 605 m
Pente de la rivière principale	3,1 m/km	4,5 m/km
Précipitations	de 1800 à 1000 mm	de 2400 (haut bassin vosgien) à 800 mm (Suisse)
Nombre de jours de neige au sol	de 140 à 30 jours	de 110 à 30 jours
Géologie	Karstique	Granite vosgien (hauts bassins vosgiens) puis alluvions en plaine
Occupation du sol	Part importante de forêts (feuillus et résineux) et de prairie. Peu d'urbanisation	Principalement culture et prairie. De la forêt au dessus de 600 . Forte urbanisation de dessous de 400m.

## Caractéristiques des 4 sous-bassins de l'Allan

	La Savoureuse	La Bourbeuse	L'Allaine/ Allan	La Lizaine et le Rupt
Superficie	237 km <sup>2</sup>	330 km <sup>2</sup>	421 km <sup>2</sup>	150 km <sup>2</sup> (Lizaine) et 41 km <sup>2</sup> (Rupt)
Altitude maxi	1247 m	1075 m	909 m	590 m
Altitude mini	322 m	328 m	310 m	319 m
Longueur de la rivière principale	40 km	40 km	65 km (58 pour l'Allaine)	31 km (Lizaine)
Source de la rivière principale	Ballon d'Alsace 1220 m	2 sources : la Madeleine (1070m) la St Nicolas (1020m)	Chamoille (CH) 605 m	Frahier 400 m
Pente de la rivière principale	22,5 m/km (200 m/km en amont de Malvaux)	18,5 m/km	4,5 m/km	2,5 m/km
Précipitations	de 2400 à 1000 mm	de 2000 à 1100 mm	de 1500 à 800 mm	de 1300 à 1000 mm
Nombre de jours de neige au sol	de 30 à 110 jours	de 30 à 90 jours	de 30 à 70 jours	de 30 à 50 jours
Occupation du sol	Forestier en amont très urbanisé à l'aval	Peu urbanisé, prairies et cultures, forestier à l'amont	Moyennement urbanisé sauf à l'aval. prairies et cultures	Très urbanisé à l'aval, forêts et prairies à l'amont



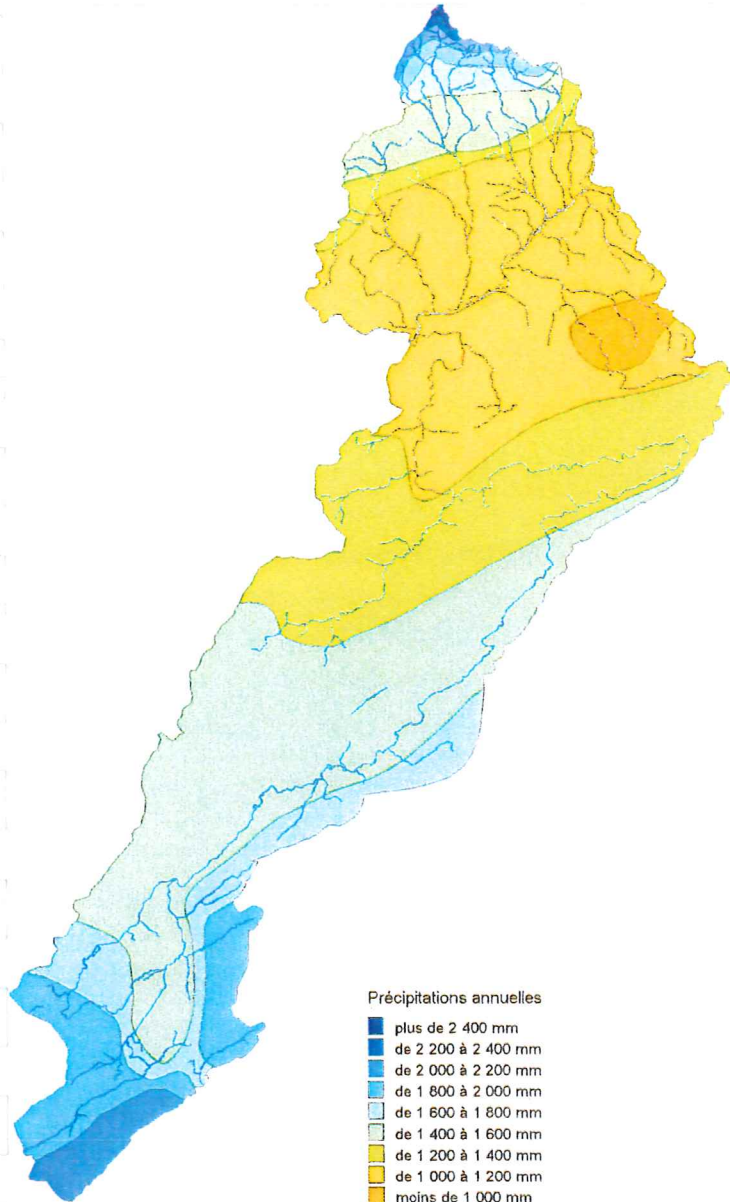
## Le relief

Deux massifs montagneux d'altitude moyenne composent notre bassin versant : les Vosges au nord (1247m au *Ballon d'Alsace*) et le Jura au sud (1463m au *Mt d'Or*). Entre les deux, notre agglomération se trouve dans une dépression à 320 m d'altitude dans ce qu'on appelle la « *Trouée de Belfort* », qui marque le passage entre la Franche-Comté et l'Alsace mais aussi la ligne de partage des eaux entre la Méditerranée (par le *Rhône*) et la Mer du Nord (par le *Rhin*).

Plus de 60 % de notre bassin versant se trouve à une altitude supérieure à 600 m, c'est-à-dire en zone de montagne. Près de 15 % se trouve au dessus de 1000 m où les caractères montagnards se font réellement sentir tout au long de l'année (*enneigement important en hiver, orages fréquents en été...*). C'est de ce relief que nos cours d'eau tirent leur caractère et leurs spécificités hydrologiques.

## La géologie

Le sous-sol du bassin versant est principalement composé de roches calcaires (*massif du Jura*). En surface, sur les plateaux, il n'y a quasiment aucune rivière : une très grande partie des écoulements sont souterrains. Ces rivières souterraines court-circuitent parfois le cours aérien de la rivière en vallée (*pertes*) et drainent l'eau de manière très rapide (*plusieurs km / heure*) vers l'aval où elle ressort sous forme de *résurgence* (ex : *le Dessoubre*). Les alluvions ou le granite des Vosges n'ont, quant à eux, pas d'influence sur les crues : ils sont trop peu perméables. Les nappes alluviales ont des pentes fortes, ce qui évite les inondations par remontée de nappes.

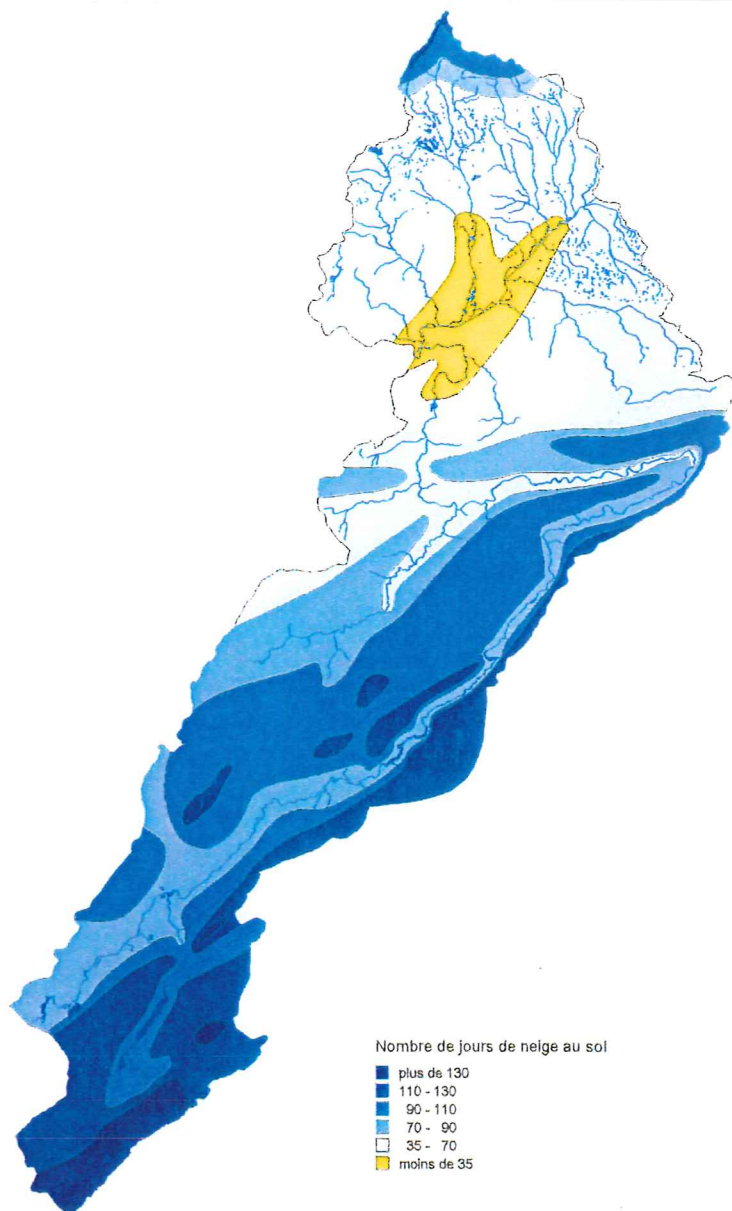


## Les précipitations

La pluie et la neige fondue cumulées sont souvent la cause de crues.

Notre bassin versant se caractérise par une très forte pluviométrie\*. La partie vosgienne au Nord détient même le record national avec 2400 mm d'eau par an au Ballon d'Alsace. La partie Suisse de l'Allaine, plus abritée des vents d'ouest, est la zone la plus sèche du bassin versant, avec la région de Montbéliard.

Mais ces valeurs moyennes ne doivent pas faire oublier l'irrégularité due au climat continental : des périodes sèches, n'excédant jamais quelques semaines en plaine, alternent avec des épisodes pluvieux, donnant lieu à des cumuls de pluie parfois très importants, particulièrement en montagne (300 mm en 3 jours en 1990 au Ballon d'Alsace). Ces épisodes peuvent causer des crues particulièrement s'ils surviennent en période de redoux et de fonte du manteau neigeux.



## La neige au sol

Les versants exposés aux précipitations océaniques et / ou à un bon ensoleillement subissent en hiver et au printemps des périodes de redoux qui accélèrent la fonte de leur manteau neigeux.

Le nombre de jours de neige au sol est proportionnel à l'altitude et à l'exposition.

La durée de l'enneigement est très variable entre les secteurs exposés aux vents océaniques particulièrement sensibles aux redoux (les hautes crêtes des Vosges ou les plateaux du Jura) et les secteurs abrités ou encaissés (les fonds de vallée ou les hautes combes du Jura).

Sur notre bassin versant, la palme de l'enneigement revient aux massifs forestiers des sommets de la haute vallée du Doubs avec localement jusqu'à 140 jours de neige au sol par hiver (moyenne sur plusieurs années). Plus exposés au redoux, les sommets des Vosges sont, en moyenne, moins enneigés à altitude égale que ceux du Jura alors qu'ils reçoivent plus de précipitations.



# Impact des activités humaines sur les crues



notions

Pendant les deux derniers siècles, les sociétés humaines ont fortement progressé dans leurs capacités d'aménager leur environnement. Depuis quelques années, nous prenons conscience des impacts de nos aménagements sur les milieux naturels, et nous tentons de les réduire, tout en préservant certains choix de développement.

notions

## Activités et aménagements aggravant les crues

### Fonctionnement des crues en conditions "naturelles"

La végétation freine les pluies et en stocke une partie, qui ainsi s'infilte mieux dans les sols ; elle réduit l'eau qui ruisselle, et ralentit l'érosion des sols, particulièrement dans les terrains en pente.

La forme sinueuse du lit des rivières (*méandres, lits en tresses*) ralentit la crue (*la pente est diminuée*) et dissipe son énergie : l'eau est freinée par le frottement contre les bords et les fonds des cours d'eau.

Les milieux humides (*mares, lacs, marais, tourbières*), ralentissent les crues en stockant une partie de l'eau de ruissellement ou d'inondation.

Les usages et aménagements des sociétés peuvent avoir différentes formes d'impact sur le cycle de l'eau et sur la forme de la rivière, et donc sur les crues et inondations : ils peuvent augmenter le ruissellement et accélérer l'onde de crue.

### Augmentation du ruissellement

#### Urbanisation

Sols imperméables : les sols bitumés des villes et des routes augmentent et accélèrent le ruissellement.

Constructions et terrassements :

les engins lourds tassent ou enlèvent les couches superficielles des sols, les terrassements modifient l'organisation des micro-écoulements, la pluie sur la terre laissée nue provoque des coulées boueuses et des glissements de terrains.

*L'Étang des Saules est un ancien méandre le long de la Savoureuse.*





*Les sols cultivés ont une capacité d'infiltration de l'eau bien inférieure aux forêts et aux pâturages. Or, au cours de l'histoire, l'expansion agricole s'est faite aux dépens de ces derniers.*



*Les sols dégradés, tassés superficiellement, infiltrent mal l'eau de pluie.*



*La végétation sur les berges atténue le ruissellement en provenance des champs alentours.*

## Accélération de l'onde de crue

**Accélérer l'onde de crue aggrave la violence de la crue en aval et les risques de rupture des digues**

Le développement de la navigation, les usages artisanaux et industriels de l'eau, les pratiques agricoles, l'urbanisation, ont provoqué :

- > la suppression des milieux humides, étangs, mares ;
- > la construction de digues et autres remblais : l'eau ne peut plus s'épandre dans les milieux humides alentours ;
- > le drainage : l'eau des pluies parvient plus vite à la rivière par les canaux de drainage et les réseaux d'assainissement ;
- > la chenalisation des cours d'eau et la construction de canaux pour la navigation : l'eau n'est plus freinée par la forme sinueuse de la rivière.



*Fossé de drainage.*



*Rivière chenalisée ou canal.*

# Les hommes et les rivières dans le pays de Montbéliard



Les aménagements réalisés dans le pays de Montbéliard pour utiliser l'eau, ont eu un impact sur les trois rivières qui s'est aggravé depuis 1950. Cependant, le Doubs, l'Allan et la Savoureuse restent des rivières relativement préservées par rapport aux grandes plaines fluviales.

## Les aménagements historiques : des rivières peu à peu chenalisées et endiguées

### Usages et aménagements historiques des rivières

L'eau et l'énergie des rivières ont été utilisées dans de nombreuses activités agricoles et artisanales, puis industrielles. Ces usages de l'eau ont été une des causes du développement des villes installées au bord des cours d'eau.

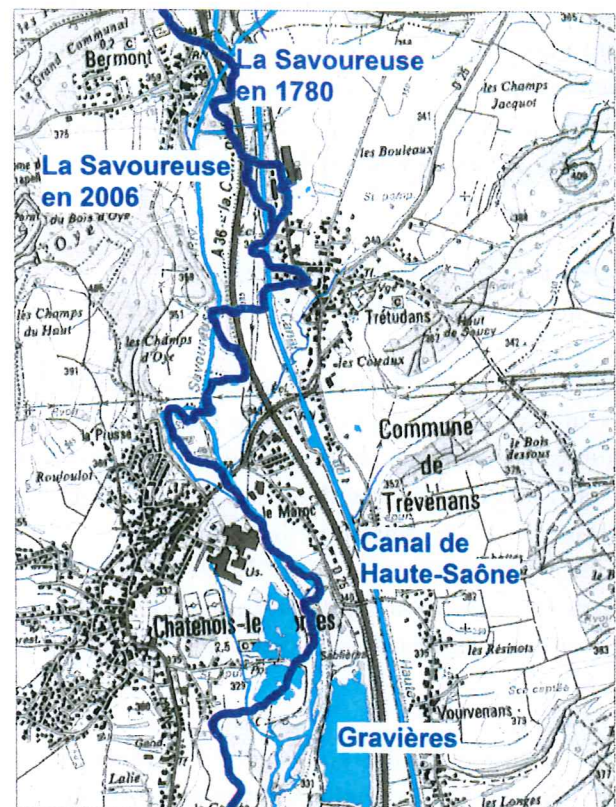
La construction de canaux de 1811 à 1926, les installations hydrauliques au fil de l'eau, puis la chenalisation de la Savoureuse elle-même, enfin l'aménagement de l'autoroute en 1972, ont radicalement transformé le lit et les conditions d'écoulement de la rivière, ce qui a eu un impact important sur les crues à Montbéliard, situé en aval (voir carte ci-contre).

En Franche-Comté, le développement artisanal et industriel, dense et ancien, a été très tôt un grand utilisateur de l'eau comme force motrice : moulins hydrauliques pour de nombreux métiers dont les scieries, forges, tissages, filatures, fermes-ateliers... Ces installations nécessitent des petits canaux de dérivation, des **seuils\*** dans le lit mineur, des remblais, etc.

La population étant dense, grâce aux industries développées, la plus grande partie des terres disponibles a été mise en culture dès avant le XVIII<sup>e</sup> siècle. Les céréales, dominantes au XVIII<sup>e</sup> siècle, ont cédé progressivement la place aux pâturages. Les aménagements d'irrigation, de drainage, seuils, remblais d'endiguement, rectifications, étaient déjà nombreux au XVIII<sup>e</sup> siècle.

Au XX<sup>e</sup> siècle, et plus fortement à partir des années 50, deux évolutions majeures transforment l'agriculture : la moyenne montagne est peu à peu délaissée (*au profit du reboisement*), pendant que les exploitations des piémonts et plaines se mécanisent progressivement et réduisent leur main-d'œuvre.

Faute de bras, les agriculteurs ne peuvent plus entretenir les réseaux d'irrigation et abandonnent l'entretien des ouvrages en lit mineur.



La Savoureuse en amont de Montbéliard

Dans les villes, l'électricité remplace l'eau comme force motrice dans les industries et les artisanats : les chutes, vannes, canaux de dérivation et ouvrages d'alimentation sont abandonnés. A titre d'exemple, la société Peugeot, installée à Sochaux depuis le début du siècle, utilisait des forges hydrauliques. Aujourd'hui, l'eau sert seulement dans les circuits de refroidissement.

Contrairement à d'autres bassins-versants montagneux (*Vosges et Alpes*), peu d'installations hydroélectriques ont été aménagées. Par contre, le canal du Rhône au Rhin et celui de la Haute-Saône ont été construits entre 1811 et 1930, modifiant radicalement les conditions d'écoulement.

## L'autoroute et l'urbanisation

Dans les années 1970, l'aménagement majeur a été celui de l'autoroute A36, tout au long de la vallée de la Savoureuse.

Outre les bouleversements des écoulements provoqués par les travaux de terrassement et de construction, plusieurs dizaines d'hectares de zones inondables ont été perdus. En plusieurs endroits, le lit a été recalibré et les méandres coupés.

Par ailleurs, entre 1950 et 2000, la surface de sols imperméables, conséquence de l'urbanisation, a été multipliée par 3 à 3.5 (*moyenne*) sur le bassin-versant Doubs Allan Savoureuse et par 5 à 8 dans certaines communes de l'agglomération de Montbéliard.

## Conséquence des aménagements : un impact important sur les crues

Les différents usages ont donc donné lieu à de nombreux aménagements : suppressions de méandres, rectifications, déplacements du lit mineur, constructions de seuils\*, berges enrochées, digues, modifications du profil en travers\*, modifications des débits.

Les aménagements ont accentué l'accélération des écoulements, donc la vitesse de propagation des crues et leur intensité en aval dans les communes autour de Montbéliard:

-----> L'extension urbaine comporte de nombreuses surfaces peu perméables (sols peu végétalisés) et imperméables, ce qui augmente le ruissellement ;

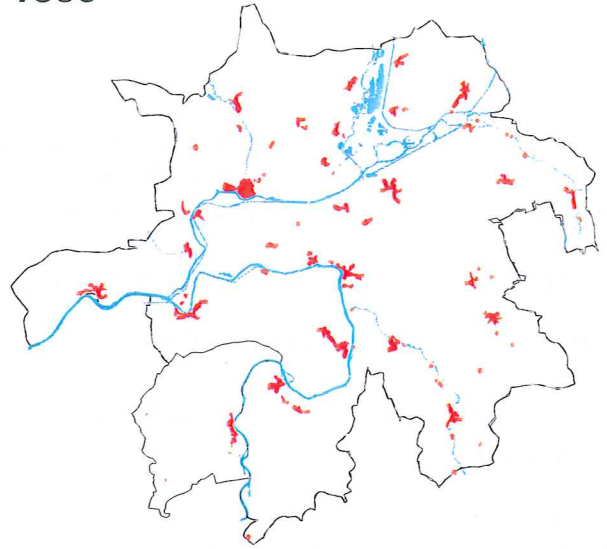
1 - les constructions (toit, création de parking...)

2 - l'extension des voiries associées (bitume)

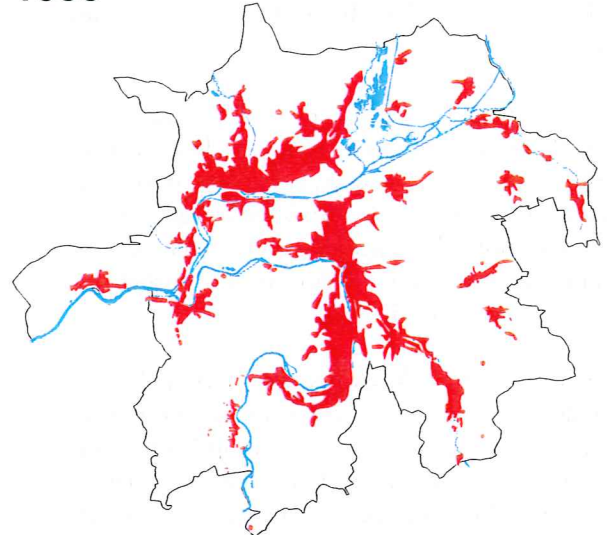
-----> L'autoroute joue en partie un rôle de digue pour la Savoureuse : elle empêche que les crues soient freinées par expansion\* dans le lit majeur, afin de protéger les nombreuses constructions installées entretemps.

-----> Localement, les crues peuvent être compliquées par refoulement dans le réseau pluvial.

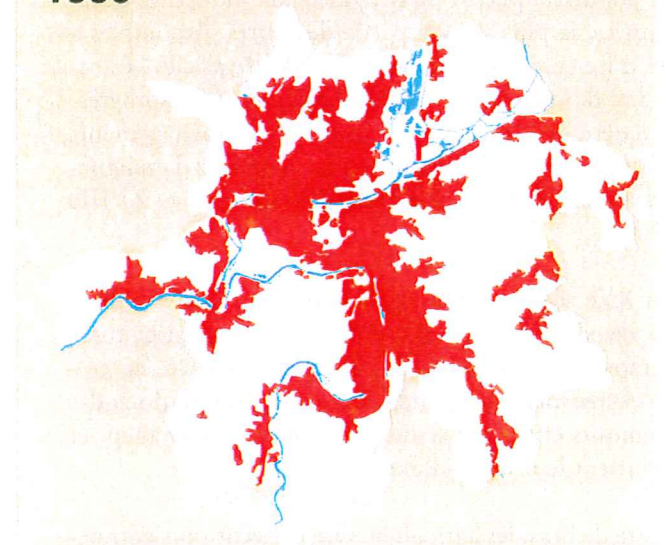
1835



1950

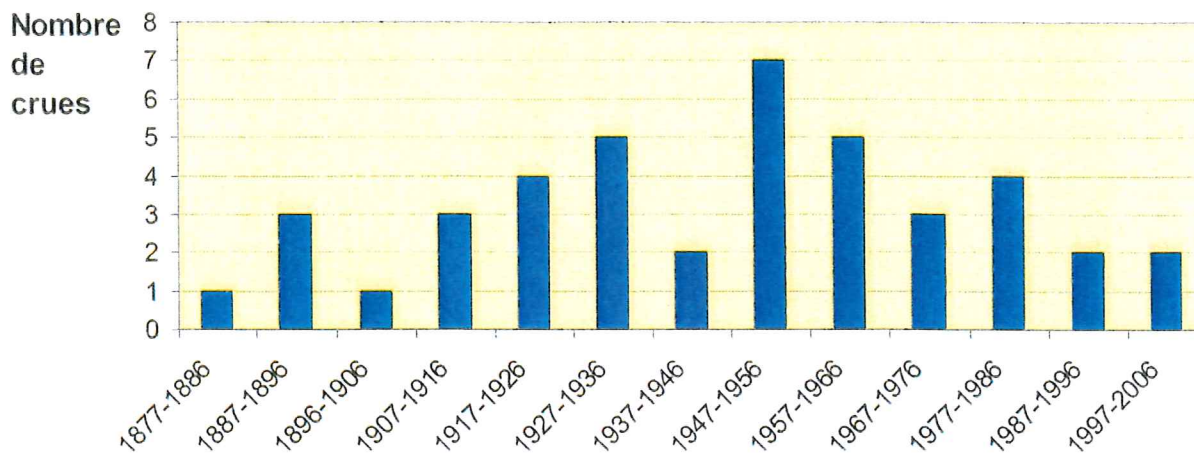


1999





### Voujeaucourt : fréquence des 42 principales crues de 1877 à 2006



*Les 42 principales crues ont été regroupées en périodes de 10 ans : on observe une grande variabilité de la fréquence des grandes crues, mais ce tableau ne montre pas une augmentation particulière ces 30 dernières années.*

Les aménagements des quarante dernières années ont très probablement eu un impact sur les crues, mais il est impossible de le prouver localement, faute de mesures suffisantes sur les 3 derniers siècles. Cependant, une des causes d'aggravation du risque inondation reste l'augmentation des constructions et des activités humaines dans les lits majeurs (voir fiche ressource n°2).

## Ressources

Amoros et Petts, Hydrosystèmes fluviaux, 1993

Bergeron L., 1984, Le cœur de la vallée, c'est son moulin..., « Les moteurs hydrauliques et leurs applications industrielles en France (XVIIIe-XXe siècle) », Terrain, n° 2, pp. 18-22.

Cemagref, Guide ralentissement dynamique, 2005, « Aménagements pour le ralentissement dynamique des crues du bassin de la Savoureuse : enseignements d'un des premiers projets réalisés ».

Hydratec, 1994, Etude hydraulique sur la propagation des crues de la Savoureuse et de ses affluents, analyse occupation du BV.

Pöyry – BHI, 2007, Etude hydrologique et hydraulique du BV Savoureuse et étude des aléas pour la révision des PPRI, rapport phase A

[www.cemagref.fr/Informations/DossiersThematiques/RisquesLiesEau/Enjeu.htm](http://www.cemagref.fr/Informations/DossiersThematiques/RisquesLiesEau/Enjeu.htm)

[www.arehn.asso.fr/dossiers/inondation/definition.php](http://www.arehn.asso.fr/dossiers/inondation/definition.php)

[fr.wikipedia.org/wiki/Inondation](http://fr.wikipedia.org/wiki/Inondation)

[www.prim.net/education/espace\\_education.html](http://www.prim.net/education/espace_education.html)

10/10/10

1. Introduction  
2. Methodology  
3. Results  
4. Discussion  
5. Conclusion

[Redacted content]

# Les aménagements dans le pays de Montbéliard



contexte local

Dans le cadre de l'évolution actuelle des politiques publiques de gestion des inondations (voir encart page suivante), la Communauté d'Agglomération du Pays de Montbéliard a engagé la réalisation d'aménagements destinés à atténuer l'impact des crues. Ces réalisations font partie d'un programme global de gestion des crues sur le bassin de la Savoureuse et de l'Allan.

## Des bassins de stockage en amont des agglomérations

A la suite de la crue de février 1990, de nombreux travaux d'aménagement ont été réalisés, les plus importants étant les systèmes de bassins de stockage sur la Savoureuse.

Afin de limiter l'impact des crues, on peut stocker l'eau temporairement. C'est le principe des bassins de rétention.

### Qu'est ce qu'un bassin de stockage ?

Un ouvrage limite la capacité de passage de l'eau et protège l'aval.

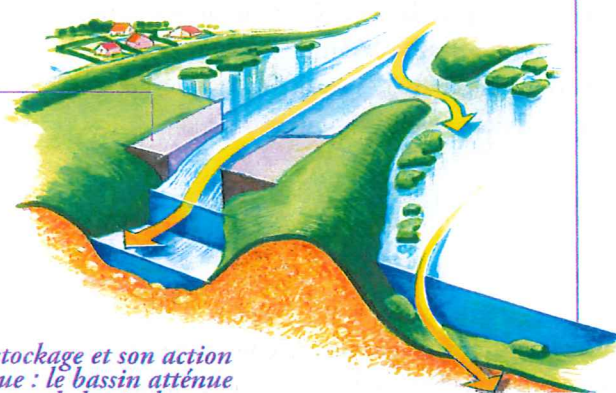
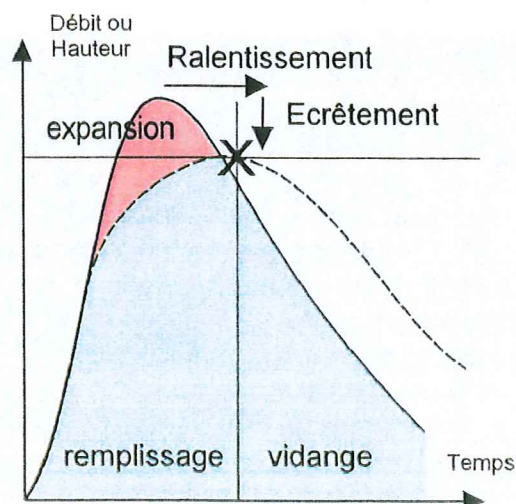
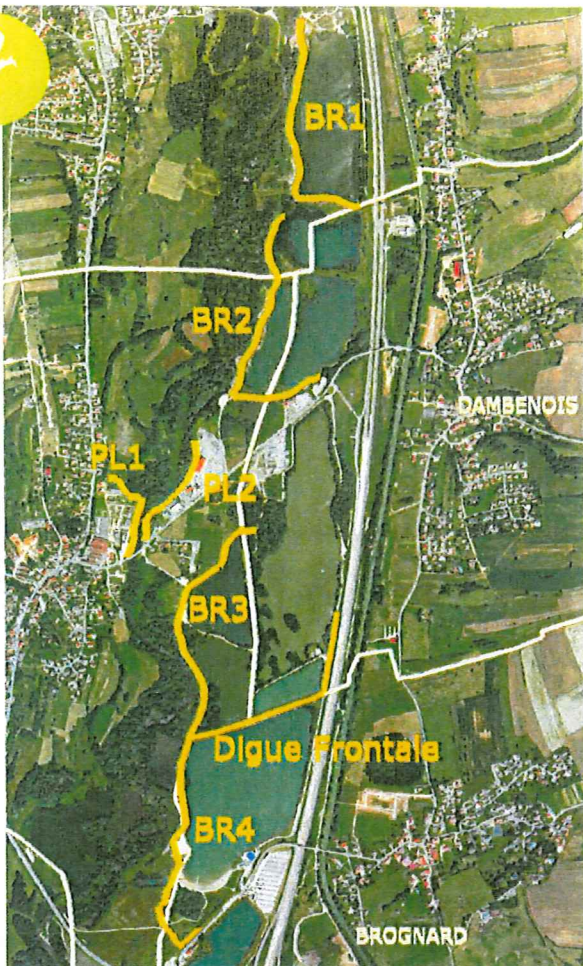


Schéma de principe d'un bassin de stockage et son action sur l'hydrogramme de crue : le bassin atténue et retarde le pic de crue.

Le bassin de stockage permet de stocker momentanément une partie de l'eau de la rivière en crue afin de limiter les inondations en aval. Ces bassins peuvent être, soit en série (série de barrages barrant directement le cours d'eau), soit en dérivation (on dérive de l'eau vers des zones annexes à la rivière avant de la renvoyer progressivement dans son lit habituel).

Les bassins sont en dérivation sur la Savoureuse ; par contre ils sont en série sur l'Allan et la Feschotte. Le principe est le suivant : grâce à un ouvrage qui limite le passage de l'eau dans le lit mineur de la rivière, une partie du débit est dirigée vers une série de bassins en cascade, communiquant entre eux par des déversoirs.





*Le système de bassins de rétention en amont de Montbéliard sur la Savoureuse*

Le volume prélevé puis stocké est restitué progressivement à la rivière après la crue. Comme sur les autres digues, des déversoirs de sécurité sont installés afin d'éviter la rupture des digues en permettant un retour direct vers la rivière au-delà d'un certain débit.

## Une logique de bassin versant

Montbéliard est protégé par un système de bassins de rétention réparti sur l'ensemble du cours de la Savoureuse et de ses affluents.

Il est important qu'une logique de bassin versant soit respectée dans le plan général des aménagements.

### Gestion des inondations : nouvelles méthodes

De nouveaux concepts prennent de l'importance dans l'esprit des décideurs :

1. restaurer les champs d'expansion des crues, c'est-à-dire laisser l'eau se répandre là où elle ne fait pas de dégâts, afin de ralentir les crues en aval ;
2. réduire la vulnérabilité des enjeux ;
3. développer la culture du risque (repères de crue) ou l'information préventive ;
4. maintenir une protection lorsque celle-ci est nécessaire.

Ainsi la protection du Pays de Montbéliard est un objectif pour les retenues de la haute vallée autant que pour ceux de la basse vallée.

## Contexte réglementaire

Jusque dans les années 80, la protection contre les inondations se faisait principalement afin de gagner des terres agricoles. L'urbanisation grandissante des années 70 et 80 gagna progressivement des zones inondables.

1992 : loi sur l'eau

On commence aussi à prendre en compte la préservation des milieux naturels et l'approche par bassin versant de la gestion de l'eau.

1995 : PPR

Pour enrayer le développement de l'urbanisation en zone inondable, la prévention réglementaire est initiée par les PPR.

2003

La loi Bachelot donne à la gestion du risque d'inondation de nouveaux outils : des programmes d'action de prévention, une amélioration de la prévision (SPC) ou une aide communale à la gestion de crise (PCS).

## Où sont les bassins de stockage qui protègent l'agglomération

8 bassins dans le Territoire de Belfort :

- 5 bassins se trouvent sur la Savoureuse
- 3 bassins sur la Rosemontoise.

Ces trois derniers bassins ont subi d'importants dommages lors de la crue de décembre 2001. Ils seront remis en service pour l'hiver 2009-2010.

Ces 8 bassins peuvent stocker 1,7 millions de m<sup>3</sup> d'eau et représentent une surface nouvellement inondée de 77 ha. En effet ils sont tous construits hors de la zone inondable. En cas de crue centennale, ils permettent, en dérivant un débit de 20 m<sup>3</sup>/s, d'abaisser le niveau de l'eau d'environ 20 à 30 cm dans l'agglomération belfortaine et dans une moindre mesure à Montbéliard.

En dehors des périodes de crues, ces bassins sont vides : il s'agit simplement de hautes digues qui ceinturent des zones de prairie ou de forêt.

#### 4 bassins sur la basse Savoureuse

Le système de protection de la Savoureuse en amont de Montbéliard comporte 4 grands bassins en cascade. Certains d'entre eux sont décomposés en petits sous-bassins. Ils sont situés en rive gauche de la Savoureuse, dans la zone des anciennes gravières transformées en étangs de loisirs (base nautique de Brognard). Contrairement aux bassins situés en amont de Belfort, ceux de Montbéliard sont en eau toute l'année. Des digues permettent de rajouter 1 à 2 m d'eau selon les bassins, soit 1,5 millions de m<sup>3</sup> d'eau sur 74 ha. Pour une crue centennale, ils permettent, en dérivant un débit de 30 m<sup>3</sup>/s, d'abaisser le niveau de l'eau dans l'agglomération de Montbéliard d'environ 30 cm.



*Vue aérienne de l'extrémité sud du système de bassins de rétention en amont de Montbéliard sur la Savoureuse : la base nautique de Brognard*

#### 1 bassin sur l'Allan

Afin de compenser les remblaiements faits dans le lit majeur pour l'aménagement de la zone d'activité de Technoland, on a réalisé un bassin d'une capacité de 410 000 m<sup>3</sup>, identique au volume perdu. Un procédé expérimental de « digue fusible » a été mis en place avec des éléments autonomes qui basculent les uns après les autres (pour éviter l'effet de vague) selon le niveau d'eau dans le bassin.



*La digue fusible sur le bassin de l'Allan : une première européenne*



*Submersion du chantier le 09 aout 2007 au droit de la digue fusible en construction*



## Ont-ils déjà fonctionné ?

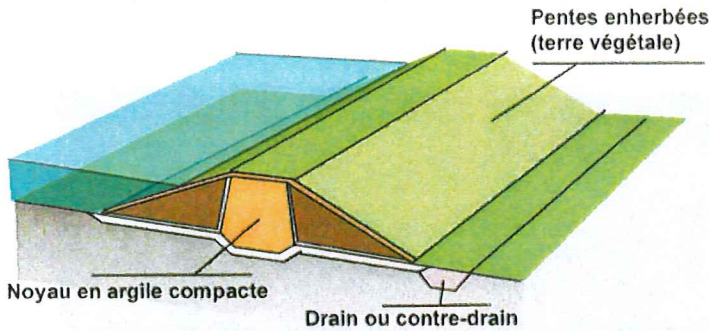
Les bassins d'écrêtement des crues de la Savoureuse en amont Montbéliard sont opérationnels depuis août 2000. Ils n'ont, jusqu'ici, jamais fonctionné, aucune crue n'ayant atteint le débit minimum de 120 m<sup>3</sup>/s, correspondant à la crue décennale, qui

marque le début de remplissage des ouvrages.

A la suite des importants dommages subis par les bassins du Territoire de Belfort lors de la crue de décembre 2001, les bassins de Montbéliard ont été renforcés et améliorés.

# Les protections locales par endiguement

Au niveau des principaux lieux habités inondables de notre agglomération, la CAPM a fait réaliser des digues de protection.



Coupe type d'une digue

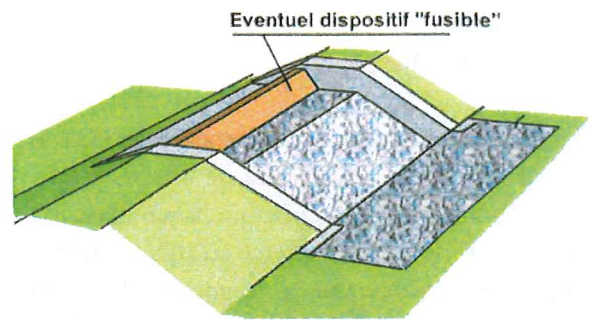


Schéma d'un déversoir (en cas de surverse)

## Comment sont conçues ces digues ?

Constituées de levées de terres de hauteur variable situées dans le lit majeur du cours d'eau, elles empêchent l'eau de passer, jusqu'à un certain niveau. Les digues de la CAPM sont généralement conçues pour contenir une crue décennale (voire centennale pour les zones les plus à risque).

Au-delà de ces niveaux, une submersion générale non contrôlée causerait une rupture. C'est pourquoi des déversoirs de sécurité, c'est-à-dire un abaissement local de la digue, sont prévus.

Ainsi, la surverse se fait de manière contrôlée à des endroits où les risques sont réduits et où les maté-

### Deversoir

**Un déversoir est une structure construite, visant à dériver ou évacuer, à partir d'un niveau défini, l'eau retenue derrière une digue, afin d'éviter la rupture de celle-ci..**

riaux sont conçus pour supporter le passage de l'eau et dissiper son énergie (béton, enrochements).

Enfin, lorsque l'espace est insuffisant pour l'emprise d'une digue au sol et que la hauteur d'eau est faible, des murs spécifiquement conçus peuvent contenir l'eau.

## Endiguement et protections rapprochées : quelles différences ?

Les digues sont parfois situées le long du lit mineur de la rivière (comme à Arbouans sur le Doubs), car cela permet généralement de réduire le linéaire à construire et donc le coût, ainsi que l'impact visuel et les risques en cas de rupture.

Cependant, pour préserver au maximum le champ naturel d'expansion des crues, certaines sont proches des enjeux à protéger, on parle ainsi de protections rapprochées.

Parfois même, elles peuvent éventuellement entourer les bâtiments qu'elles protègent, comme à Vieux Charmont ou Nommay. Dans ce dernier cas, les enjeux ainsi protégés se retrouvent particulièrement isolés, ceinturés par l'eau, comme sur une île.

### Des fuites?

Pour gérer les eaux d'infiltration, de ruissellement ou les remontées de nappe ou de réseaux, des aménagements complémentaires sont souvent nécessaires, notamment des stations de pompage et des clapets anti-retour (système évitant les refoulements d'eau dans un tuyau).

Dans l'enceinte de l'usine Faurecia, dans le quartier de la Prairie à Montbéliard, une station de pompage a été installée en 2006. D'autres sont prévues dans les communes de la basse vallée de l'Allan.

### Des inconvénients et des contraintes ?

La protection d'une zone par endiguement, et de manière générale tout remblaiement dans le lit majeur d'un cours d'eau, concourt à réduire le champ d'expansion des crues\* et donc à augmenter le risque pour les zones non protégées en aval.

C'est pourquoi ces ouvrages sont aujourd'hui, conformément à la réglementation, toujours accompagnés de mesures compensatoires : création de nouveaux champs d'expansion.



*Une digue protégeant des usines Peugeot à Bart*

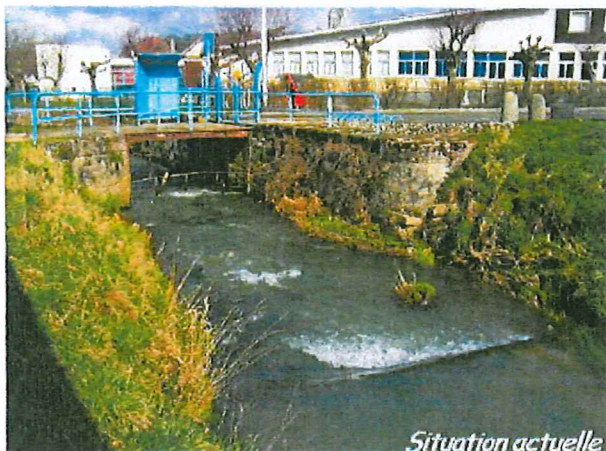


*Digue longeant la Savoureuse à Nommay*

#### *Protections rapprochées*

***Ouvrages (digue ou murs) ayant pour finalité la protection contre les inondations, et construit au plus près des enjeux à protéger afin de préserver au maximum le champ naturel d'expansion des crues.***

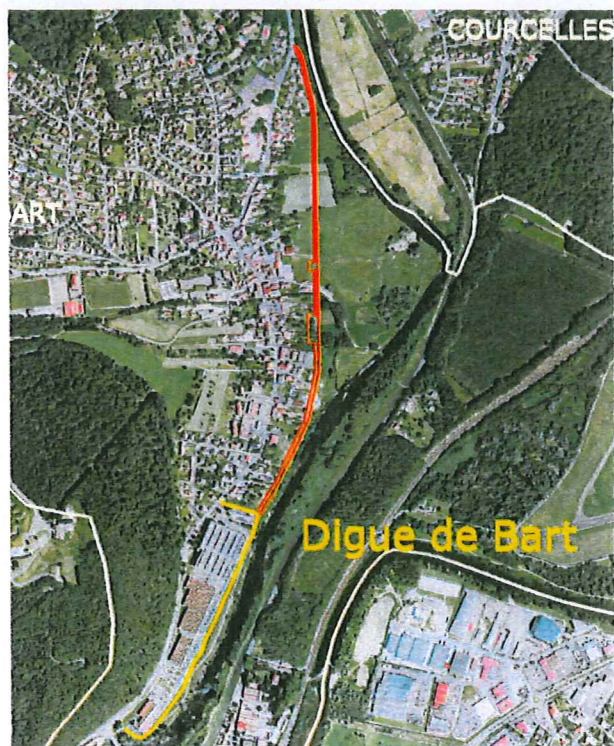
# D'autres aménagements pour une protection renforcée



Situation actuelle



Situation aménagée



Projet de digue au plus près des habitations afin de laisser un espace aux crues dans le lit majeur

## Une nouvelle Feschotte !

A Badevel et à Fesches-le-Chatel, les habitations en bordure de la Feschotte sont soumises à un risque d'inondation fréquent (parfois deux fois par an). Le lit a été élargi, remis à l'air libre quand il était recouvert, revégétalisé avec des passerelles et des ponts entièrement reconstruits.

Cette rivière est ainsi plus agréable et accessible aux riverains, et ses débordements seront limités aux crues importantes. A Dampierre-les-Bois, la création d'une retenue sèche de 17 000 m<sup>3</sup> permettra d'atténuer le pic de crue et de rendre le débit de la rivière compatible avec son nouveau lit. Il s'agit surtout d'une mesure compensatoire visant à conserver les volumes d'expansion des crues perdus en zone urbaine (cf. page 39).

*Le réaménagement de la Feschotte : comment réduire le risque inondation tout en rendant les berges plus agréables aux promeneurs.*

## La basse vallée de l'Allan : un grand programme de protection

Ce programme prévoit de créer des digues ou des murets de protection sur la commune de Courcelles ou de Sainte Suzanne, de compléter et d'améliorer les protections déjà existantes. Une digue de 1,3km sera également construite le long de l'Allan sur la commune de Bart et le Rupt (affluent) sera ponctuellement aménagé.

Ces digues sont conçues afin de laisser le plus de place possible à la crue dans le lit majeur. Plusieurs autres aménagements ponctuels sont prévus, permettant le bon fonctionnement de ces nouvelles digues.

Tous les ouvrages seront dimensionnés pour une crue décennale, occurrence à partir de laquelle les bassins de rétention, situés plus en amont, entrent en service.

Suite aux nombreux ruptures connues en France (Rhône, Savoureuse) et à l'étranger (Louisiane, USA) depuis 1990, les digues et barrages sont maintenant mieux surveillés et entretenus.



# Surveillance et prévention vont de pair avec la protection



## La prévision des crues

La prévision des crues est du rôle de l'Etat, par le biais de son Service de Prévision des Crues, qui s'appuie sur un réseau de mesures des rivières en temps réel (stations limnimétriques). Pour tout le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, ce service est basé à la DIREN Rhône-Alpes à Lyon.

Selon un schéma très encadré, l'annonce des prévisions, au-delà d'un certain seuil d'alerte, est transmise aux maires des communes concernées par le préfet de chaque département. Chaque maire doit ensuite prévenir sa population (affichage, bulletins d'information, téléphone, télé-alerte).

Les prévisions du SPC sont également disponibles en ligne sur <http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr>

## La surveillance des bassins

Sur le territoire de la CAPM, un réseau de télémétrie est développé afin de surveiller le fonctionnement des différents ouvrages. Ceci entre dans le cadre de la surveillance et de l'entretien des bassins dont la CAPM a la charge, et pour laquelle elle a développé un système de procédures très précises.

*Le Plan de Prévention des risques d'inondation (PPRI) C'est un outil de l'Etat qui vise à préserver les vies humaines et à réduire le coût des dommages qu'entraînerait une inondation. Le PPRI a deux objectifs :*

- interdire les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses
- réduire la vulnérabilité des installations existantes et, pour cela, de préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues.

*Sur notre agglomération, 26 communes sont impliquées dans deux PPRI.*



*Totems de crue*



## Le Plan communal de sauvegarde

Le Plan communal de sauvegarde (PCS) organise par avance toutes les mesures de secours et de sauvegarde à mettre en place lorsque survient une crise communale particulière, comme en cas d'accident majeur et notamment d'inondation. C'est un document à destination des élus communaux et de toutes personnes impliquées dans l'organisation de la crise communale couvertes par un PPRi. Il est obligatoire pour les communes en PPRi.

## L'information préventive

L'information préventive peut prendre différentes formes : documents communaux d'information (DI-CRIM), plaquettes, réunion publique, expositions... Toutes ont le même objectif : faire prendre conscience au citoyen de l'existence d'un risque, l'informer et l'éduquer afin qu'il connaisse les bons comportements à adopter.

## Education et sensibilisation à la culture du risque

Il s'agit d'organiser des actions de nature à maintenir une connaissance de l'aléa pour tous les riverains concernés : plaques de repère de crue, échelles et totem de crue...

Cela nécessite d'informer et de sensibiliser le grand public et les élus sur le risque d'inondation. Le présent programme de sensibilisation est un exemple d'opération de culture du risque.



*Afin d'éviter l'inondation de la commune de Voujeaucourt, on pratique une brèche volontaire dans la digue du Canal du Rhone au Rhin sur la commune de Bart. Celle-ci permet d'évacuer vers l'Allan l'eau qui rentre dans le canal légèrement plus en amont.*



### Gestion des eaux pluviales

Sur le territoire de la CAPM, l'augmentation des surfaces imperméables est maintenant maîtrisée grâce à une politique de gestion des eaux pluviales. Celle-ci propose aux propriétaires et aux aménageurs des solutions pour améliorer l'infiltration directe sur leur parcelle lorsque cela est possible. Quand l'infiltration est difficile ou non souhaitable, des aménagements de stockage permettent de retenir l'eau provisoirement. Ces mesures freinent ainsi les apports d'eau de ruissellement à la rivière et limitent la pollution à l'aval. Chaque année, 200 à 300 logements sont équipés, ainsi que plusieurs petits parkings. Ces aménagements sont obligatoires depuis 2001 et n'augmentent pas les coûts de construction.





## LES PARAMÈTRES DE L'ÉROSION



### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

S'initier aux méthodes expérimentales.

Mettre en évidence les paramètres qui font varier l'érosion.

Comprendre comment l'eau modèle le paysage.



### MATÉRIEL

Les mesures sont indicatives.

4 caisses plates (50 x 30 x 15 cm) imperméables ou imperméabilisées, percées de trous à une extrémité

4 cales (30 x 10 x 10 cm)

4 différents types de sol : terre argileuse, sable, carré de pelouse (ou mousse), sol imperméable

4 bouteilles d'eau de 2 litres

4 bacs pour récupérer l'eau

2 seaux de réserve d'eau

serpillères et éponges



### INSTALLATION

Préparer les 4 caissons et les installer sur une cale.

Installer un bac pour récupérer l'eau en bas de chaque caisson.

Remplir les seaux de réserve d'eau.



### DÉROULEMENT

Verser 2 litres d'eau dans chaque caisson simultanément et avec un débit faible et constant (qui reproduit une pluie fine).

**Comparer :**

- la vitesse avec laquelle l'eau ressort dans le bac d'évacuation

- la quantité de matériel transporté (donc érodé)

- la taille du matériel érodé (sable, particules fines ?)

Bilan : Ranger les différents sols selon leur résistance à l'érosion

On peut faire varier des paramètres supplémentaires : recommencer l'expérience avec un débit plus fort (pluie intense) ou une pente plus forte (relief).

Selon le niveau des élèves, ils peuvent utiliser une fiche d'expérience avec des questions guidant le raisonnement, dessiner un schéma des expériences, extrapoler à des situations réelles les résultats constatés, etc.



### COMPLÉMENTS

Des observations de terrain peuvent compléter et renforcer les paramètres observés en classe



# Expériences

2  
activités

## MAQUETTE D'UNE RIVIÈRE

La pente et le débit d'un cours d'eau déterminent la quantité de matériau solide transporté par la rivière, mais aussi les formes de la rivière.



### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES :

- Comprendre le fonctionnement d'une rivière.
- S'initier aux méthodes expérimentales.
- Construire une maquette simple pour modéliser les phénomènes de transport et d'accumulation des matériaux solides.
- Mettre en évidence les paramètres qui font varier ces formes.
- Modéliser un endiguement pour observer les conséquences.



### MATÉRIEL

- Les mesures sont indicatives.
- 1 caisse plate longue (150 x 30 x 15 cm) imperméable ou imperméabilisée et aménagée pour laisser passer l'eau à une extrémité.
  - sable, gravier, mousse
  - 2 réglottes (
  - 2 cales (30 x 10 x 10 cm)
  - 1 bouteilles d'eau de 2 litres
  - 1 bac pour récupérer l'eau
  - 1 seau de réserve d'eau
  - serpillères et éponges



### INSTALLATION

- Remplir la caisse de sable très humide et bien égalisé (5 cm)
- Installer la caisse sur une cale.
- Installer un bac pour récupérer l'eau en bas de la caisse.
- Remplir les seaux de réserve d'eau.



### DÉROULEMENT

A partir de ce montage, il est possible de modéliser différentes situations dans lesquelles la rivière forme son lit, transporte et déplace les matériaux solides. Pour comprendre les différences entre les rivières (montagne, plaine), on peut faire varier la pente. Pour comprendre le fonctionnement d'une rivière en crue, on peut faire varier le débit. Pour comprendre les effets de l'endiguement, on peut utiliser deux réglottes calées dans le sable.

- Dans chaque situation, observer, dessiner, noter :
- le chemin que trace l'eau
  - les endroits où le sable s'accumule
  - dans quelles conditions le sable et le gravier sont transportés



Après chaque scénario, égaliser à nouveau la surface de sable

Selon le niveau des élèves, ils peuvent utiliser une fiche d'expérience avec des questions guidant le raisonnement, dessiner un schéma des expériences, extrapoler à des situations réelles les résultats constatés, etc.



## COMPLÉMENTS

Des observations de terrain peuvent compléter et renforcer les paramètres observés en classe.

En particulier, on peut faire des mesures de vitesse, observer et expliquer les transects dans un méandre, etc. Voir activité « sortie terrain » (*fiche n°3*).



# Sortie terrain

## FONCTIONNEMENT D'UNE RIVIÈRE

Une sortie sur le terrain, et en particulier au bord de l'eau, demande une préparation particulière pour que les élèves et les accompagnateurs soient en sécurité. Il faut également prévoir des accompagnateurs en nombre suffisant, professeurs, parents, ou personnel de l'établissement. Se renseigner auprès du principal, ainsi qu'auprès de la MNEP et de l'Agence de l'Environnement.



### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES :

Comprendre le fonctionnement d'une rivière.

Rechercher, observer, analyser, déduire, proposer des hypothèses.

Selon le moment de la sortie dans la progression pédagogique, elle sera l'occasion de susciter des observations et des questions, ou bien de préciser certaines expériences déjà faites en classe (voir activités 1 et 2) et compléter leurs résultats.



### MATÉRIEL

3 décamètres

3 chronomètres

3 arrosoirs

Par élève :

1 fiche d'activité par atelier

1 planchette 22 x 32 pour la prise de notes

10 bâtonnets (10 cm maxi)



### INSTALLATION

La sortie peut se faire sous forme d'ateliers sur lesquels les élèves se succèdent par groupes. Chaque atelier est encadré par un adulte.

Préparer des fiches d'activité détaillées qui guideront le travail des groupes d'élèves sur les différents ateliers. Il est important que chaque élève remplisse ses fiches, mais bien sûr les élèves peuvent travailler en petits groupes.

#### Atelier : formes de la rivière

Identifier et repérer un secteur de méandre dont une berge soit assez accessible pour descendre au bord de l'eau.

#### Atelier : vitesse de l'eau

Prévoir au moins 4 points de mesure différents : intérieur d'un méandre, extérieur d'un méandre, secteur rectiligne rapide, secteur rectiligne calme (en amont d'un seuil par exemple)

#### Atelier : capacité d'infiltration des sols

Repérer sur le site de la sortie différentes couvertures de sol observables. Par exemple : un talus bien végétalisé, un autre en terre nue, un secteur de terre nue tassée ou compacté par le passage d'engins, un secteur enherbé, un endroit boisé même très restreint, etc.



## DÉROULEMENT

### Atelier : formes de la rivière

Repérer les limites des lits majeur et mineur.

Dessiner le méandre en plan et en coupe. Pour renseigner les dessins, faire observer aux élèves les traces éventuelles d'érosion ou de dépôt de matériaux, la forme du fond, la répartition des matériaux (sable, graviers, cailloux, rochers), la hauteur de l'eau en différents points, la forme et la pente des berges, la forme de leur végétation (herbacées, arbustes, arbres).

### Atelier : vitesse de l'eau

Mesurer 20 m de distance sur chaque secteur de mesure, avec un départ et une arrivée. Prendre soigneusement un repère visuel au départ et à l'arrivée.

Chaque groupe d'expérimentateurs se répartit entre les points de départ (lancement des bâtonnets » et d'arrivée (chronométrage).

Lancer quelques bâtonnets au point de départ et mesurer en secondes le temps qu'ils mettent à parcourir 20m. Il est probable que certains bâtonnets seront arrêtés par des obstacles, et que les autres auront des vitesses variables : seuls les temps des bâtonnets arrivés sans avoir été retenus par un obstacle seront pris en compte.

Établir la moyenne des temps obtenus.

Convertir cette moyenne-temps en vitesse (= distance / temps) exprimée en mètres/seconde.

Comparer les différentes vitesses obtenues et proposer des explications.

### Atelier : capacité d'infiltration des sols

Retrouver et photographier différentes formes de couverture du sol.

Pour chacune, tester la capacité d'infiltration / ruissellement en arrosant le sol.

Formuler une hypothèse pour expliquer les différences observées.



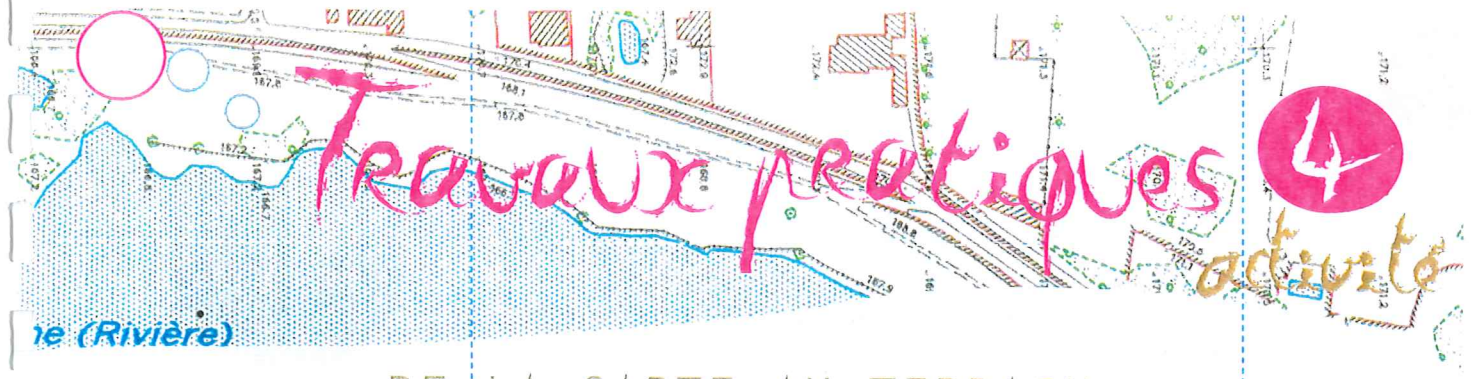
## RETOUR EN CLASSE

1. Synthétiser les observations et résultats. S'il y a des différences notables, les expliquer.

2. Imaginer et décrire ce qui se passerait en cas de pluie très intense ou très longue, et donc en cas de crue, pour tous les éléments et phénomènes observés sur le terrain. Les connaissances acquises sont ainsi appliquées immédiatement à une nouvelle question à résoudre.

Ne pas oublier la fonte des neiges...





## DE LA CARTE AU TERRAIN

Reporter sur le terrain les informations repérées sur une carte : identifier sur le terrain les zones inondables ou les inondations passées, à partir des points cotés des cartes de zones inondables.



### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Lecture de carte d'alea : comprendre l'adéquation entre les indications spatiales portées sur la carte (2 dimensions), et la réalité (3 dimensions).

Accentuer la prise de conscience du risque chez les élèves pour susciter leur réflexion sur les moyens de mieux prévenir ce risque ou de limiter les conséquences d'une inondation.



### MATÉRIEL

- 1) Carte des zones inondables (Atlas des Zones Inondables ou Plan de Prévention des Risques) comportant des indications sur le niveau de l'eau ou des laisses de crues (altitude en mètres NGF).
- 2) Plan d'un secteur, comportant des points cotés dont l'altitude est connue (plan photogrammétrique ou de géomètre) ou fiches des repères de nivellement de l'IGN à proximité de ce secteur (bornes dont l'altitude est connue sur [www.ign.fr](http://www.ign.fr))
- 3) Lunette ou « niveau de chantier »
- 4) Travail des élèves sur ordinateur ou sur cartes papier selon matériel disponible et objectifs pédagogiques de l'enseignant



### DÉROULEMENT

#### en classe : Lire et comparer

- la carte des zones inondables, hauteurs d'eau et altitude des laisses de crue ayant servi à sa réalisation (ou niveaux de l'eau sur les profils de calcul) et avec la carte du terrain :

Identifier des points du plan dont l'altitude est connue et des points remarquables du bâti.

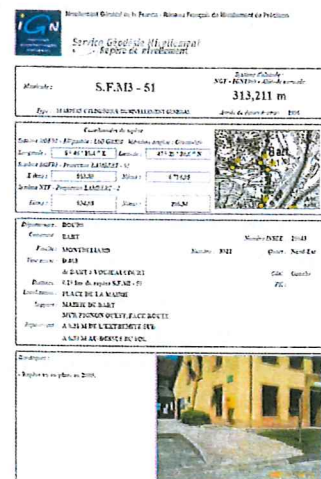
Identifier un lieu intéressant à observer, situé en zone inondable, aussi proche du collège que possible et possédant un ou plusieurs points d'altitude connue (ou un repère de nivellement) à proximité immédiate, ainsi qu'un édifice (si possible public).



Carte comportant des points cotés dont l'altitude est connue



Repère de nivellement de l'IGN



Fiche de repère de nivellement

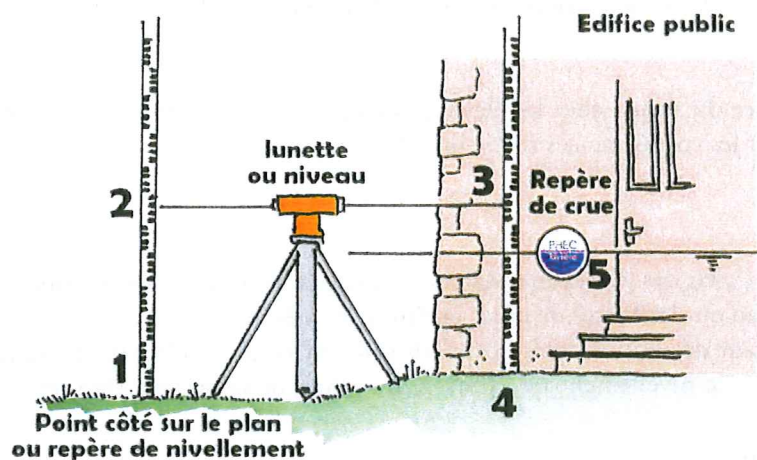


Préparer ces « marques » (pochoir semblable à l'arrêté du 16-03-06). Avec l'accord des autorités compétentes (mairie ?) on peut prévoir des marques plus pérennes afin de participer à la culture du risque inondation chez les habitants du quartier (pose de plaques en lave émaillée ou en métal par la mairie).

*Modèle de l'arrêté du 16-03-06*

### Sur le terrain

Sur le lieu choisi, chaque groupe repère un point sur la carte dont l'altitude au sol est connue (par rapport au niveau de la mer – niveau exprimé en mètres NGF) ou un repère de nivellement de l'IGN. Chaque groupe repère ensuite le bâtiment ou le support accessible situé à proximité, si possible sur le domaine public (appartenant à la mairie).



A l'aide d'un niveau ou d'une lunette de chantier placé entre ces deux éléments, et d'une mire, on part du point côté ou du repère de nivellement dont on connaît l'altitude exacte (1) et on calcule l'altitude de la lunette (2 et 3), puis le niveau du sol au pied du bâtiment (4). Enfin, on reporte la cote de l'eau (d'après la carte de la zone inondable) à partir du pied du mur. On marque provisoirement ou plus durablement ce dernier point (5).

Pour ces opérations, on peut prévoir des groupes de 3 : 1 à la visée, 1 à la mire, 1 qui supervise, trace le schéma et réalise les calculs de niveaux.

Il peut être intéressant de confronter le niveau ainsi obtenu aux témoignages, aux photos, ou au niveau calculé d'après un autre point. Discussion sur la précision des levés et des appareils.



### RESSOURCES

Atlas des zones inondables ou PPR du Doubs

Arrêté du 16 mars 2006 avec ses annexes

Site de l'IGN : <http://www.ign.fr>

Page sur les systèmes d'altitudes et le nivellement : [http://www.ign.fr/rubrique.asp?rbr\\_id=1744](http://www.ign.fr/rubrique.asp?rbr_id=1744)

Mode opératoire du nivellement géométrique à la lunette :

[http://www.ign.fr/telechargement/education/fiches/relief/Modes\\_operatoires.pdf](http://www.ign.fr/telechargement/education/fiches/relief/Modes_operatoires.pdf)

Fiches des repères de nivellement de l'IGN (géodésie) : <http://geodesie.ign.fr/fiches/Fiches.htm>

ou sur demande à l'EPTB Saône et Doubs



## QUELS AMÉNAGEMENTS CONTRE LES INONDATIONS ?



### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Comprendre selon quels critères on peut choisir entre plusieurs aménagements.

Accepter des points de vue différents du sien.

Permettre la confrontation de différents points de vue afin de comprendre le caractère complexe de la gestion du risque.



### MATÉRIEL

- Photos et articles de presse sur les aménagements existants et en projet,
- Fiche d'analyse des articles (voir préparation),
- Fiches de rôles simples pour le débat,
- Scénario initiant le débat : une nouvelle inondation oblige un conseil municipal à débattre pour décider quelles améliorations on peut apporter aux aménagements existants.



### PRÉPARATION

Chaque groupe de 3 à 4 élèves reçoit ou choisit un rôle, pour lequel il prépare des arguments en essayant de se mettre à la place du personnage, de comprendre ses motivations, ses intérêts, ses craintes.

Pour étayer ses arguments, chaque groupe analyse les aménagements inondations de la commune ou de l'agglomération à la lumière des connaissances acquises sur le fonctionnement des rivières, et en fonction du rôle :

- Chaque aménagement réduit-il ou aggrave-t-il l'intensité de la crue ? Comment ?
- Protège-t-il mieux ou moins bien certains habitants ? Lesquels et comment ?
- Quelles sont les conséquences pour le personnage ?



### DÉROULEMENT DU DÉBAT

Quand chacun est prêt, un élève est désigné dans chaque groupe pour porter le rôle. Il pourra être appuyé par ses coéquipiers, voire céder sa place.

Le Maire initie le débat en présentant la question à résoudre et, selon le niveau des élèves, en décomposant éventuellement la question en plusieurs sous-questions, à résoudre l'une après l'autre.

Pour faciliter le déroulement du débat, il est important que le rôle du Maire soit tenu par le professeur, ou un autre adulte présent, qui anime la séance : distribuer la parole, recentrer le débat, reformuler et souligner les arguments, aider le processus de synthèse et de décision.



## COMPLÉMENTS

Les rôles doivent être définis selon le contexte local. Cependant, voici, quelques exemples facilement adaptables :

- Trois riverains : un commerçant, un particulier, un directeur d'usine. La municipalité leur explique que les digues peuvent protéger de certaines crues mais jamais de toutes : il faut qu'ils fassent eux-mêmes certains aménagements dans leur maison, leur commerce, leur usine.
- Un agriculteur confronté à l'inondation volontaire de ses champs considérés par les aménageurs comme un « champ d'expansion des crues » : la nouvelle digue sera construite au plus près des maisons, donc ne protégera plus son champ, qui sera inondé presque tous les deux ans, à l'automne ou au printemps.
- Une association de protection d'un marais : elle craint que le marais se dessèche.
- Un conseiller municipal qui veut mettre tout le monde d'accord.

Si ce débat se fait en présence d'un intervenant extérieur sollicité par l'enseignant, service Infrastructures et Réseaux de la CAPM (contacter le secrétariat au 03.81.31.88.90) ; il peut jouer le rôle d'un hydrologue ou d'un technicien chargé par la municipalité de répondre aux questions techniques des participants au débat. Il doit s'efforcer de ne pas se servir de son autorité technique pour orienter le débat, mais seulement de répondre, le plus objectivement possible, aux questions posées.



## PERCEPTION DU RISQUE INONDATION CHEZ LES PARTICULIERS



### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- S'initier aux méthodes d'enquête
- Organiser une recherche et recueillir des informations
- Appliquer à une situation de terrain les connaissances acquises sur le risque inondation
- S'initier aux méthodes statistiques de traitement d'enquête



### DÉROULEMENT

#### Préparer l'enquête

##### en classe

- Définir ensemble ce qu'on veut connaître.
- Définir la « cible » du questionnaire (*les personnes et groupes à qui il s'adresse*).
- Les identifier précisément (*nom, fonction éventuelle, modalités de contact*)
- Rédiger le questionnaire à partir d'un exemple (*Plan Loire*) (*Ricochet*).
- Prévoir dans le questionnaire une place pour une ou deux questions ouvertes et pour des observations diverses.

##### en binôme

Tester le questionnaire : en classe, auprès de proches, pour vérifier qu'on obtient des réponses précises.

#### Traiter l'enquête

- Traiter le questionnaire en cours de mathématiques.
- Synthétiser et présenter les résultats.



### MATÉRIEL

Selon la forme d'administration du questionnaire, on peut utiliser un magnétophone, une caméra, etc...



### COMPLÉMENTS

- Autres sujets d'enquête complémentaire :
- Point de vue de différents professionnels sur la gestion du risque inondation
  - Point de vue d'un scientifique
  - Point de vue d'un élu
  - point de vue d'une association (thématique ou habitants)
  - Entretien avec un technicien sur les aménagements existants et leur rôle.



## RESSOURCES

2 exemples d'enquêtes réalisées sur le même sujet (disponibles sur le site de l'EPTB) :

Lycée agricole des Fondettes - Berthenay, sur la Loire

Questionnaire d'enquête DICRIM

## Exemples de questions pour construire votre questionnaire



### INFORMATIONS SUR LA PERSONNE INTERROGÉE

Homme ou Femme

Ecolier/Lycéen/Étudiant Actif (ou conjoint)      Retraité

Depuis combien de temps habitez-vous la ville ou l'agglomération ?

(Les personnes interrogées doivent habiter le quartier)



### QUESTIONS GÉNÉRALES SUR LA VILLE

Pensez-vous que votre ville puisse être inondée ? Si oui, comment l'avez-vous appris ?

Savez-vous si des inondations ont déjà eu lieu dans le passé ? Si oui, pouvez-vous les dater ?



### QUESTIONS SPÉCIFIQUES SUR LE QUARTIER

Savez-vous si vous habitez une rue qui peut être inondée ?

Vous rappelez-vous avoir reçu une information à ce sujet ?

Si oui, par qui ?

Pensez-vous que les autorités ont prévu les dispositions nécessaires en cas de danger (alerte, évacuation..) ?

Pensez-vous être mieux protégé aujourd'hui qu'hier ?

Pour vous, vous diriez que ce risque peut être : très grave ? assez grave ? pas grave ?

Y pensez-vous souvent ?

Cela vous inquiète-t'il ?

Connaissez-vous des moyens de vous en protéger ?

Lesquels choisiriez-vous ?

- déménager
- aménager la maison ou le sous-sol
- demander l'aménagement de digues et de protections

Habitez-vous une maison ?

Si oui, avez-vous déjà pris des mesures de protection ? Lesquelles ?

Souhaitez-vous recevoir plus d'information sur ce sujet ?

# glossaire

**Vous retrouverez dans ce glossaire les mots étoilés du texte. Certaines notions importantes, que nous n'avons pas eu l'occasion de développer dans le texte, sont définies ici un peu plus longuement.**

## Alea

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel par nature imprévisible. Dans notre sujet, les aléas sont, en règle générale, d'origine climatique (à l'exception des incidents dus à des ouvrages hydrauliques). Par exemple, l'aléa pour une parcelle inondée caractérise la submersion par sa durée, par la hauteur d'eau, par la vitesse du courant lors d'une crue de récurrence donnée.

## Atlas des Zones Inondables

Les Atlas des Zones Inondables sont des documents de connaissance des phénomènes d'inondations susceptibles de se produire par débordement de cours d'eau. Les méthodes utilisées pour délimiter les zones inondables peuvent être la recherche historique (PHEC), l'hydrogéomorphologie (étude du fonctionnement naturel des cours d'eau en analysant la structure des vallées) ou l'hydraulique (modélisation).

L'Etat a prévu de publier sur Internet l'ensemble des atlas réalisés. Les Atlas des Zones Inondables n'ont pas de valeur réglementaire en tant que tel, toutefois cet affichage porte à la connaissance des éléments qui ne peuvent être ignorés, notamment dans le cadre de l'élaboration des documents d'urbanisme des collectivités locales.

## Bassin versant ou bassin

Un bassin versant est une portion de territoire délimitée par des lignes de crête, dont les eaux alimentent un exutoire commun : cours d'eau, lac, mer, océan, etc. La ligne séparant deux bassins versants adjacents est une ligne de partage des eaux. Chaque bassin versant se subdivise en un certain nombre de bassins élémentaires, appelés sous-bassin, correspondant, pour chacun, à la surface d'alimentation des affluents se jetant dans le cours d'eau principal.

## Catastrophe Naturelle

Catastrophe déclenchée par des phénomènes naturels à l'origine de destructions matérielles importantes et ou d'atteintes à la santé ou à la vie de nombreuses personnes. Les principaux sont : les tempêtes, inondations, incendies de forêt, séismes, éruptions volcaniques, cyclones, tornades, invasions biologiques, épidémies....).

Les conséquences d'un nombre croissant de phénomènes naturels peuvent être aggravées par les activités et aménagements humains.

L'inondation est la catastrophe naturelle la plus fréquente dans le monde

## Champs d'expansion des crues

Espaces naturels ou aménagés où se répandent les eaux lors du débordement des cours d'eau (lit majeur). L'expansion momentanée des eaux diminue la hauteur maximale de la crue et la ralentit. Cette expansion participe à la recharge de la nappe alluviale et au fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres. En général, on laisse fonctionner des zones d'expansion des crues dans des secteurs peu ou non construits et sans enjeu agricole.

## Côte d'alerte

Habituellement, c'est la côte (hauteur d'eau) à partir de laquelle la première maison est touchée par l'inondation.

## Crue

Augmentation régulière ou exceptionnelle du débit d'une rivière. Elle peut se traduire par un débordement dans le lit majeur. Les crues font partie du régime d'un cours d'eau, au même titre qu'un étiage. Les crues et étiages font partie du fonctionnement normal des rivières. Dans notre région, les crues annuelles ont lieu le plus souvent d'octobre à mars : elles peuvent être la conséquence de précipitations importantes, de fonte des neiges, ou des deux combinés. Antonyme : étiage.

### Crue centennale

Crue dont la période de retour est évaluée à 100 ans, ce qui signifie qu'elle a, chaque année, une probabilité sur cent de se produire. Au cours du XIXe siècle par exemple, la plupart des grands fleuves français ont connu plusieurs crues centennales. En 1990, la Savoureuse a eu une crue centennale.

### Débit

Volume d'eau traversant la section transversale d'un cours d'eau : il est déterminé par la section transversale, la hauteur d'eau et sa vitesse. Il s'exprime en m<sup>3</sup>/s.

### Débit moyen mensuel

Moyenne mensuelle des débits mesurés. Elle est d'autant plus fiable qu'elle est établie sur de nombreuses années de mesures.

### Enjeu

Ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel : activités, bâtiments, infrastructures, dont la destruction ou la dégradation aurait un coût (économique, social) important.

### Etiage

Débit minimal régulier ou exceptionnel. Dans notre région, l'étiage annuel est généralement en été. Contraire : crue. Les crues et étiages font partie du fonctionnement normal des rivières.

### Exutoire

Se dit d'un cours d'eau qui sort d'une grande étendue d'eau ou d'un territoire donné. Synonyme : Émissaire.

### Déversoir

Dispositif prévu sur une digue pour favoriser localement la surverse et contrôler celle-ci, à un endroit où les risques sont réduits et où les matériaux sont conçus pour supporter le passage et dissiper l'énergie de l'eau (béton, enrochements...). En effet, une surverse générale et non contrôlée est la principale cause d'affaissement et de rupture de digue.

### Hydrogramme

Graphique représentant les débits d'un cours d'eau sur une année selon une périodicité moyenne (quotidienne ou mensuelle).

### Hydrologie

Science qui s'intéresse au cycle de l'eau et au fonctionnement général et particulier des rivières.

### Infiltration / ruissellement

L'infiltration désigne l'entrée de l'eau dans les couches rocheuses constituant le sol et le sous-sol.

Elle dépend des caractéristiques du sol et de l'intensité de la pluie.

Le ruissellement désigne en hydrologie le phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols.

Il s'oppose au phénomène d'infiltration.

### Inondation

Submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'un espace habituellement hors d'eau.

### Laisse de crue

Trace ou dépôt laissé par une crue sur un ouvrage ou d'autres supports, indiquant le plus haut niveau atteint.



### Lit en tresses

Forme sinueuse du lit des rivières, correspondant à des rivières de piémont, chargées en graviers et rochers.

Les lits en tresses sont formés de bras principaux et secondaires, qui occupent beaucoup plus de largeur qu'un seul chenal d'écoulement. Ils donnent des rivières très peu profondes et dont le cours principal varie à la moindre crue.

### Lit majeur

Partie du lit de la rivière habituellement hors d'eau. C'est l'espace inondable défini par le niveau des inondations historiques, quand elles sont connues, et / ou par des modèles hydrauliques.

La limite du lit majeur correspond au niveau de la plus grande crue historique enregistrée.

### Lit mineur

Partie du lit de la rivière située entre les berges, et recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.

Il peut être formé d'un chenal unique ou de chenaux multiples et de bancs de sables ou galets.

### Méandres

Formes sinueuses du lit des rivières, les méandres ralentissent la propagation des crues.

Le recouplement des méandres, effectué pour faciliter diverses installations et activités, augmente la pente de la rivière et accélère la propagation des crues.

### Nappe phréatique

Réserve d'eau souterraine située à faible profondeur dans les roches meubles du sol et du sous-sol : les interstices entre les grains solides sont entièrement remplis d'eau. Son niveau varie selon les précipitations, et peut atteindre la surface, provoquant alors une inondation par remontée de nappe.

### Période de retour

La période de retour d'une crue (quinquennale, décennale, centennale) est sa probabilité de retour. Elle est évaluée à partir de modèles hydrauliques, des crues connues, et de la surveillance régulière du débit des cours d'eau.

### Pluviométrie

Mesure de la hauteur des précipitations en un point donné. Elle est exprimée en mm.

### PPRI

Plan de Prévention du Risque Inondation.

Etablis par l'État, ils définissent des zones d'interdiction et des zones de prescription, constructibles sous réserve.

Ils peuvent imposer d'agir sur l'existant pour réduire la vulnérabilité des biens. La loi régit l'installation d'ouvrages susceptibles de provoquer une gêne à l'écoulement des eaux en période d'inondation.

L'objectif est double : le contrôle du développement en zone inondable jusqu'au niveau de la crue de référence, et la préservation des champs d'expansion des crues.

Le PPRI définit trois zones :

- la **zone rouge** où, d'une manière générale, toute construction est interdite, soit en raison d'un risque trop fort, soit pour favoriser le laminage de la crue ;
- la **zone bleue** où l'on autorise les constructions sous réserve de respecter certaines prescriptions, par exemple une cote de plancher à respecter au-dessus du niveau de la crue de référence ;
- la **zone blanche**, zone non réglementée car non inondable pour la crue de référence.

### Protections rapprochées

Ouvrages (digue ou murs) ayant pour finalité la protection contre les inondations, et construit au plus près des enjeux à protéger afin de préserver au maximum le champ naturel d'expansion des crues.

### Régime hydrologique

Ensemble des variations des caractéristiques d'un cours d'eau, souvent exprimé par les variations du débit au cours d'une année. Il dépend des conditions climatiques et de la nature du sol et du sous-sol, qui déterminent les conditions d'infiltration et de ruissellement de l'eau de pluie.

### Risque

Le risque est déterminé par l'existence d'un aléa sur un espace où sont installés des enjeux.  
La gravité du risque est proportionnelle à la force de l'aléa et à la vulnérabilité des enjeux.

### Seuil

Différence brutale de niveau dans une rivière. Il existe des seuils naturels (rocheux) et des seuils artificiels, installés pour faciliter différentes activités. En cas de crue, un seuil peut provoquer ou aggraver le débordement en amont en raison du remblaiement du lit (les matériaux solides s'accumulent en amont du seuil).

### Surverse

Submersion de la digue par une inondation, lors du dépassement de sa capacité de protection.  
Peut également désigner le déversoir prévu pour gérer ce phénomène.

### Vulnérabilité

La vulnérabilité exprime et mesure le niveau de conséquences prévisibles de l'aléa sur les enjeux. Il est en effet impossible, quels que soient les aménagements, d'empêcher toutes les inondations. Il est donc important de réduire la vulnérabilité d'un bâtiment ou d'une infrastructure en prenant par exemple certaines précautions de construction et d'aménagement. Ainsi, en cas d'inondation, les dommages et les coûts sur les enjeux seront diminués.

### Zones karstiques

Plateau constitué d'un affleurement calcaire plus ou moins compact. L'érosion spécifique des calcaires provoque la formation de gouffres, effondrements (dolines), et autres cavités souterraines, qui facilitent l'écoulement rapide des eaux de pluie, accélérant ainsi la propagation des eaux en aval et la formation d'une crue. Tout le Jura est karstique.

### Zone inondable

Dans les communes qui ont signé un Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI), la zone inondable est définie par le niveau des inondations historiques, quand elles sont connues, et / ou par des modèles hydrauliques.  
Elle permet d'identifier les bâtiments et infrastructures susceptibles d'être inondés.  
Elle correspond au lit majeur de la rivière.

# Bibliographie et Sources

## BIBLIOGRAPHIE : GÉNÉRALITÉS

### Ouvrages

Cosandey Claude, 2003, Les eaux courantes - géographie et environnement, Ed. Belin  
Amoros et Petts, 1993, Hydrosystèmes fluviaux

### Sites internet

#### **Agence de l'Eau, site des juniors**

<http://www.eaurmc.fr/juniors/>

<http://www.eaurmc.fr/juniors/cahiers-pedagogiques/cycle-eau.php>

#### **AREHN, Agence Régionale pour l'Éducation à l'Environnement en Haute-Normandie**

<http://www.arehn.asso.fr/dossiers/inondation/definition.php>

#### **Cemagref, dossiers thématiques , risques liés à l'eau**

<http://www.cemagref.fr/Informations/DossiersThematiques/RisquesLiesEau/Enjeu.htm>

#### **Portail Prim.net sur les risques Majeurs**

[http://www.prim.net/education/espace\\_education.html](http://www.prim.net/education/espace_education.html)

[http://www.prim.net/citoyen/definition\\_risque\\_majeur/dossier\\_risque\\_inondation/pageintroduction.htm](http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/dossier_risque_inondation/pageintroduction.htm)

[http://www.prim.net/professionnel/documentation/dossiers\\_info/nat/low/inondation.pdf](http://www.prim.net/professionnel/documentation/dossiers_info/nat/low/inondation.pdf)

#### **Prévention 2000 - Portail éducatif sur les risques naturels**

[http://www.prevention2000.org/cat\\_nat/index1.htm](http://www.prevention2000.org/cat_nat/index1.htm)

[http://www.prevention2000.org/cat\\_nat/risques/inond/accueil\\_inond.htm](http://www.prevention2000.org/cat_nat/risques/inond/accueil_inond.htm)

#### **Wikipedia**

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Inondation>

## SOURCES : DONNÉES SUR LE CONTEXTE LOCAL

### Ouvrages

- Bergeron L., 1984, «Le coeur de la vallée, c'est son moulin... Les moteurs hydrauliques et leurs applications industrielles en France (XVIIIe-XXe siècle) », Terrain, n° 2, pp. 18-22.
- Cemagref, 2005, Guide ralentissement dynamique, « Aménagements pour le ralentissement dynamique des crues du bassin de la Savoureuse : enseignements d'un des premiers projets réalisés »
- Hydratec, 1994, Etude hydraulique sur la propagation des crues de la Savoureuse et de ses affluents, analyse occupation du BV
- Pöyry – BHI, 2007, Etude hydrologique et hydraulique du BV Savoureuse et étude des aléas pour la révision des PPRI, rapport phase A.

### Sites internet

#### **DIREN Franche-Comté : risques naturels/ Historique Inondations**

<http://www.franche-comte.ecologie.gouv.fr/spip.php?rubrique79>

#### **Mesures hydrologiques Hydroreel du bassin Rhône-Méditerranée-Corse**

<http://www.rdbbrmc.com/hydroreel2/index.html>

#### **Rapport des PPRI Savoureuse et Doubs Allan :**

[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id\\_rubrique=59](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=59)  
[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri\\_Doubs\\_Allan\\_note\\_presentation\\_cle55b1a2.pdf](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Ppri_Doubs_Allan_note_presentation_cle55b1a2.pdf)

#### **Requalification du quartier des Blancheries à Montbéliard :**

<http://www.prim.net/professionnel/documentation/ppr2006/monographie/montbeliard.pdf>

#### **PPRI Doubs Allan : cartographies Aléa Enjeux :**

[http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id\\_rubrique=59](http://www.doubs.equipement.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=59)

#### **Etablissement Public Territorial du Bassin Saône et Doubs**

<http://www.smesd.com/>

#### **Agence de l'Environnement du Pays de Montbéliard**

[http://www.agglo-montbeliard.fr/environnement\\_agence.php?rubrique=environnement&page=agence](http://www.agglo-montbeliard.fr/environnement_agence.php?rubrique=environnement&page=agence)

## ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES

Les activités pédagogiques présentées dans ce livret sont inspirées du travail des organisations suivantes :

#### **Dispositif pédagogique Ricochets, édité par le Réseau Ecole et Nature.**

Les fiches pédagogiques sont consultables et téléchargeables :

<http://ecole-et-nature.org/fiches-eau>

#### **Programme Mémorisk initié par la Fondation Prévention 2000 :**

<http://www.prevention2000.org/memorisks/>

Des documents pédagogiques pour les activités sont disponibles sur le site de l'EPTB Saône et Doubs :

<http://www.smesd.com/>

**CONCEPTION, RÉDACTION :**  
EPTB Saône-et-Doubs

**CONCEPTION ET RÉALISATION GRAPHIQUE :**  
EPTB Saône-et-Doubs,  
Anne-Valéry Marchand

**IMPRESSION :**  
CAPM

**ILLUSTRATIONS :**  
Claude Nardin  
Préfecture du Doubs  
Communauté d'Agglomération du Pays de Montbéliard  
DIREN Franche-Comté  
Établissement Public Territorial du Bassin Saône et Doubs

