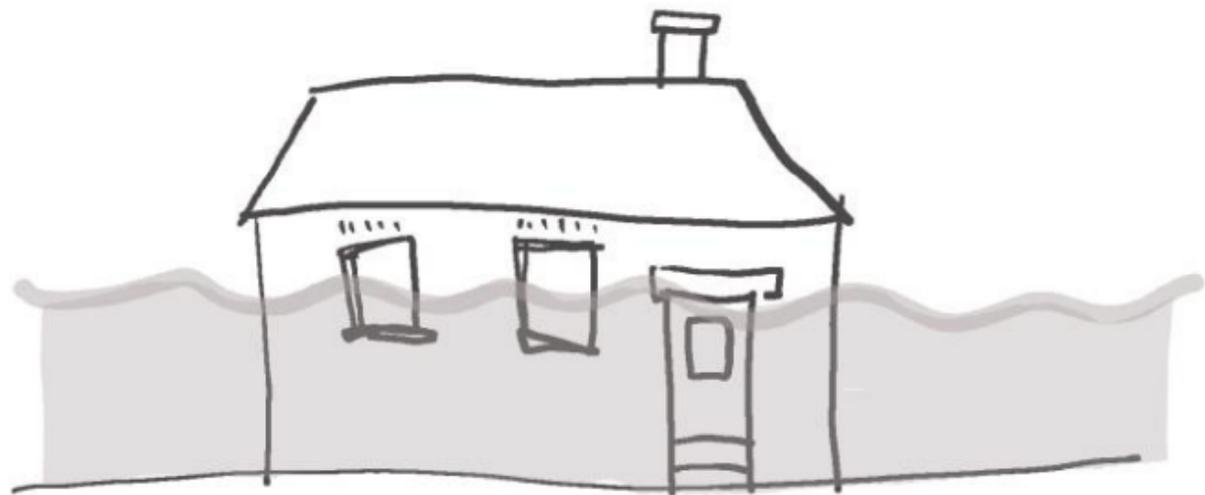


Précipitations



Suite à un évènement pluvieux, l'eau peut être retenue par la végétation ou atteindre le sol ; dans ce cas elle peut s'infiltrer pour ensuite être évapotranspirée ou alimenter les nappes, ou encore ruisseler vers le réseau hydrographique.

Submersion du bâti



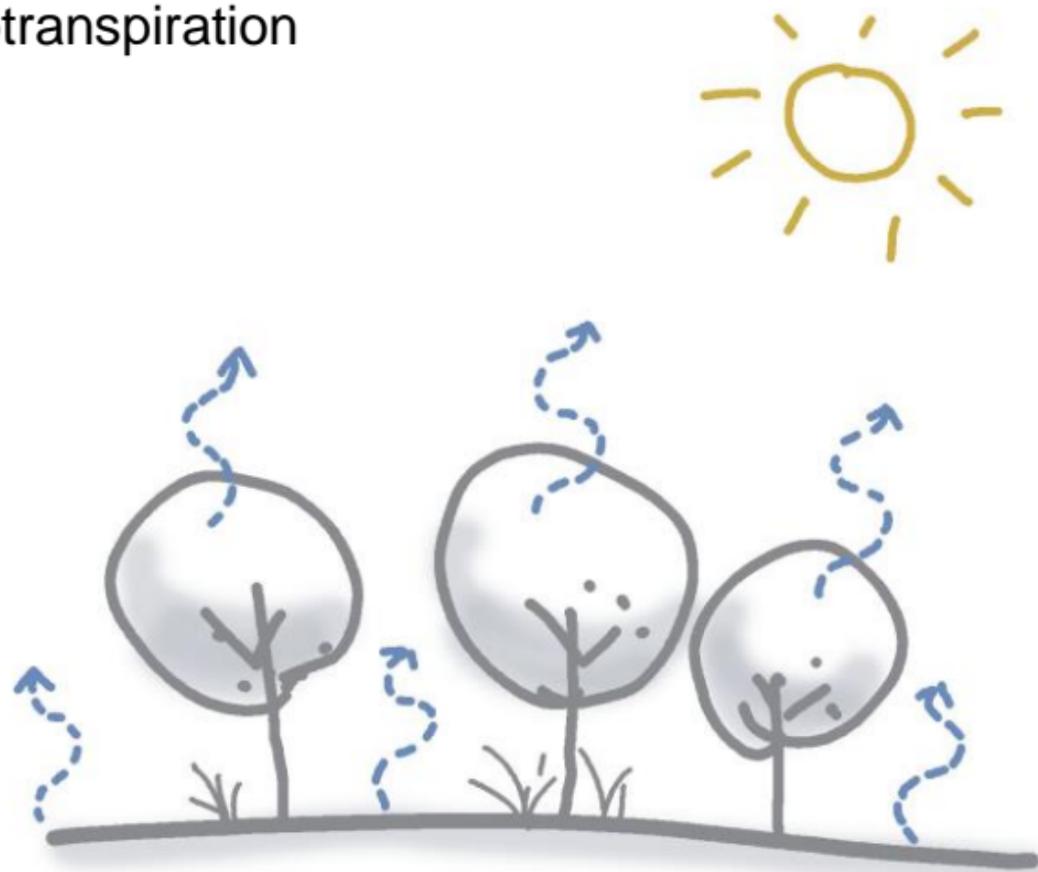
Suite à une quantité d'eau ruisselée trop importante, mais aussi parfois à une saturation des nappes et à une localisation du bâti dans une zone soumise à l'aléa, il peut y avoir une submersion du bâti.

Captation par la végétation



Partie des précipitations retenue par la végétation et qui n'atteint pas directement la surface du sol. Cette eau peut s'égoutter, s'évaporer ou être captée par la végétation.

Evapotranspiration

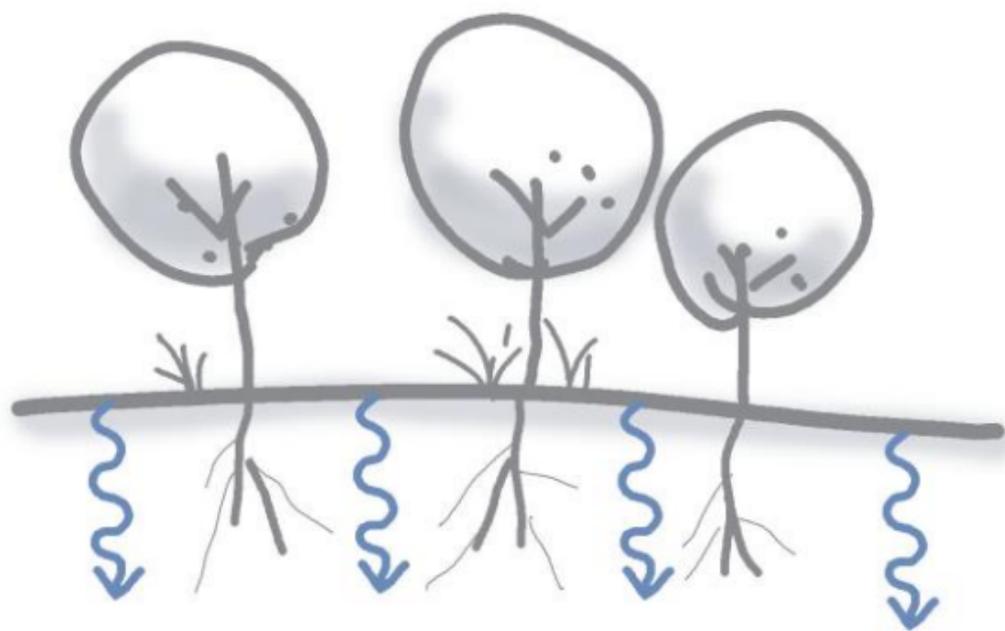


Eau restituée à l'atmosphère par l'action conjuguée de l'évaporation et de la transpiration des plantes.

Facteurs qui influencent l'évapotranspiration :

- le type de plante ;
- La stratification de la végétation ;
- Le taux de couverture végétale (ou paillage) du sol ;
- La composition du sol (argile, sable...) ;
- L'humidité et la température du sol et l'eau disponible dans le sol ;
- Le contexte météorologique : soleil, chaleur, humidité

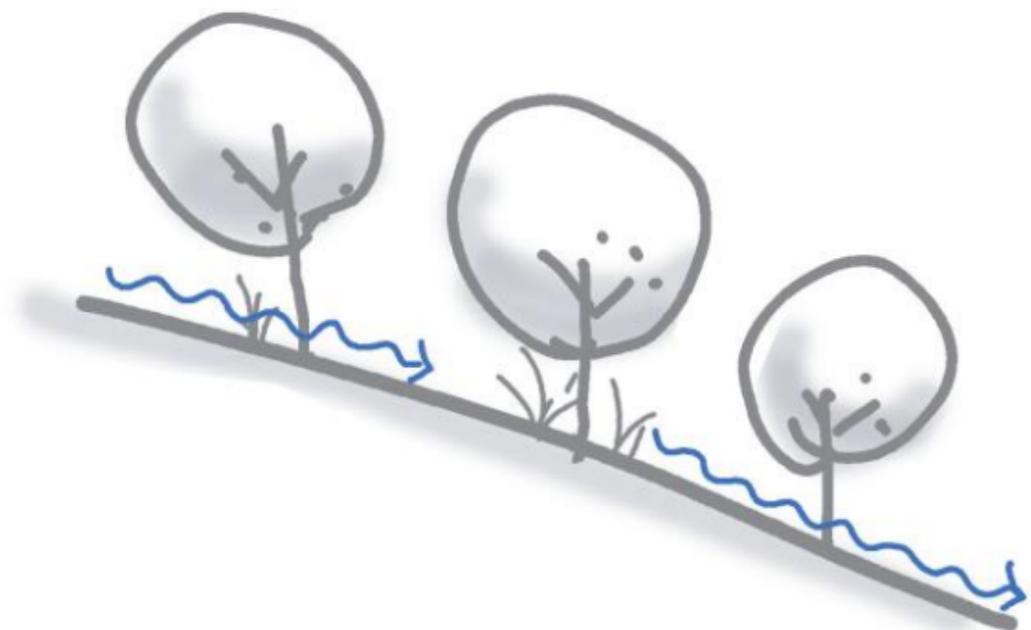
Infiltration



Eau de pluie qui pénètre le sol ou un autre substrat.

L'importance de l'infiltration dépend de la granulométrie du sol ou de la perméabilité du substrat.

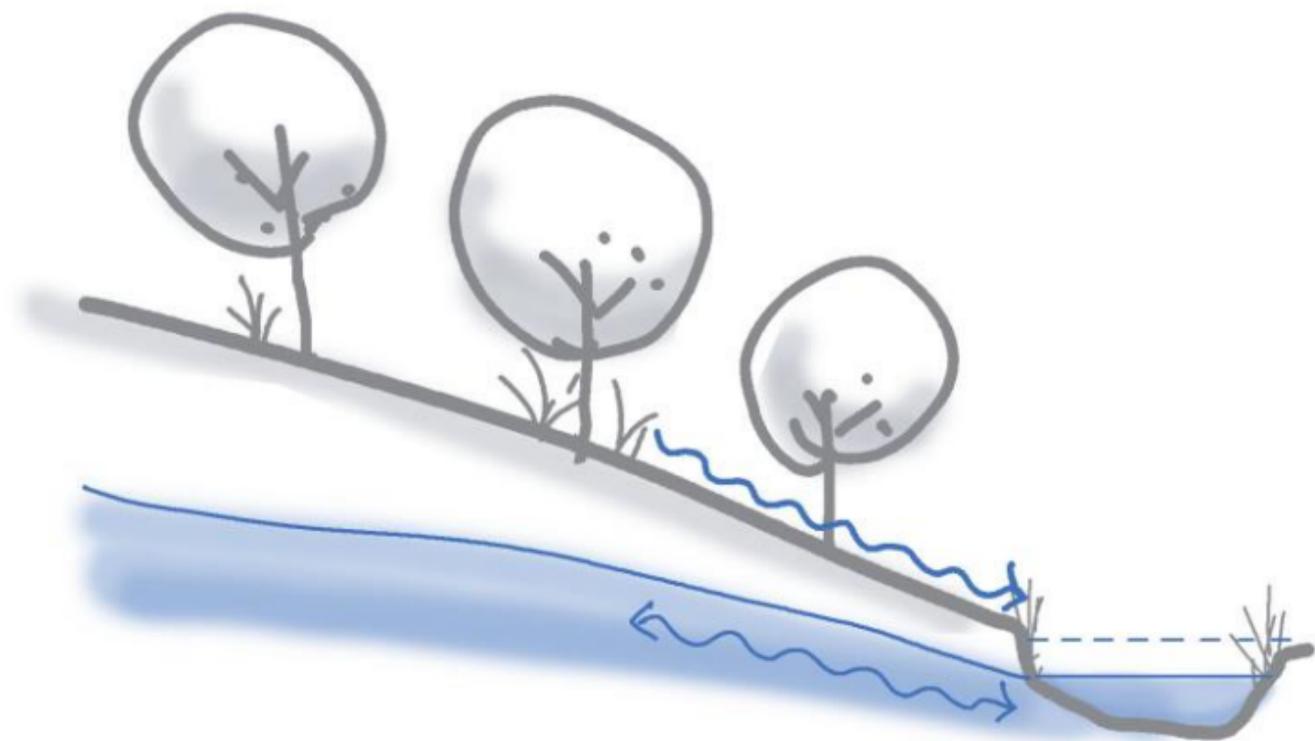
Ruissellement



Fraction de la pluie, ou de la fonte des neiges, qui s'écoule à la surface du sol sans s'infiltrer.

Cet écoulement peut être **diffus**, sans organisation bien définie. Mais, sur sol peu couvert, il finit rapidement par trouver des axes préférentiels le long desquels l'érosion plus forte va créer des creux et former un ruissellement **concentré**.

Alimentation des rivières

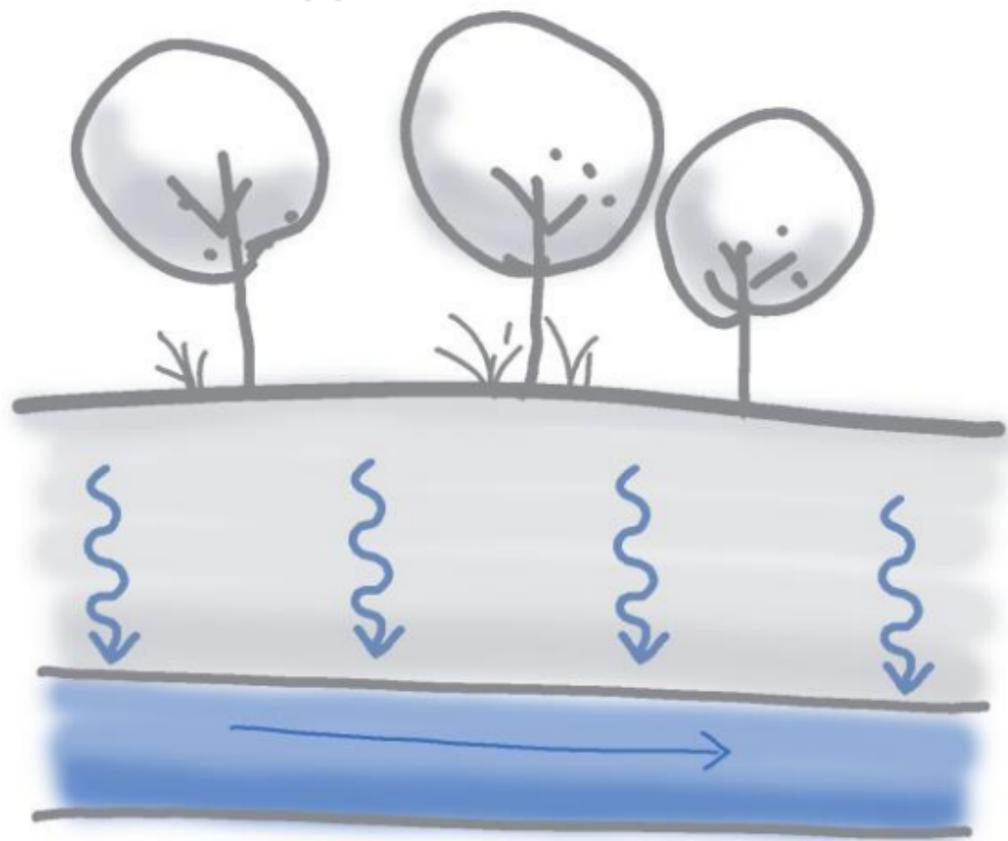


1 Cycle de l'eau

L'eau qui n'est pas absorbée par le sol, ruisselle le long des pentes jusqu'à se déverser dans les cours d'eau et les plans d'eau.

Suivant le niveau de la rivière et les saisons, la nappe alimente le cours d'eau ou est alimentée par celui-ci notamment lors des inondations.

Alimentation de la nappe souterraine



1 Cycle de l'eau

Les nappes d'eau souterraines sont alimentées par l'infiltration d'une partie de l'eau de pluie qui atteint le sol.

L'eau, qui s'infiltré dans le sol à travers une couche poreuse, s'accumule dans cette couche lorsqu'elle rencontre une couche imperméable.

Les nappes alimentent les sources et rivières, elles peuvent être exploitées pour des usages agricoles, industriels ou domestiques via des puits ou des captages.

Qualité des sols (Pédologie)



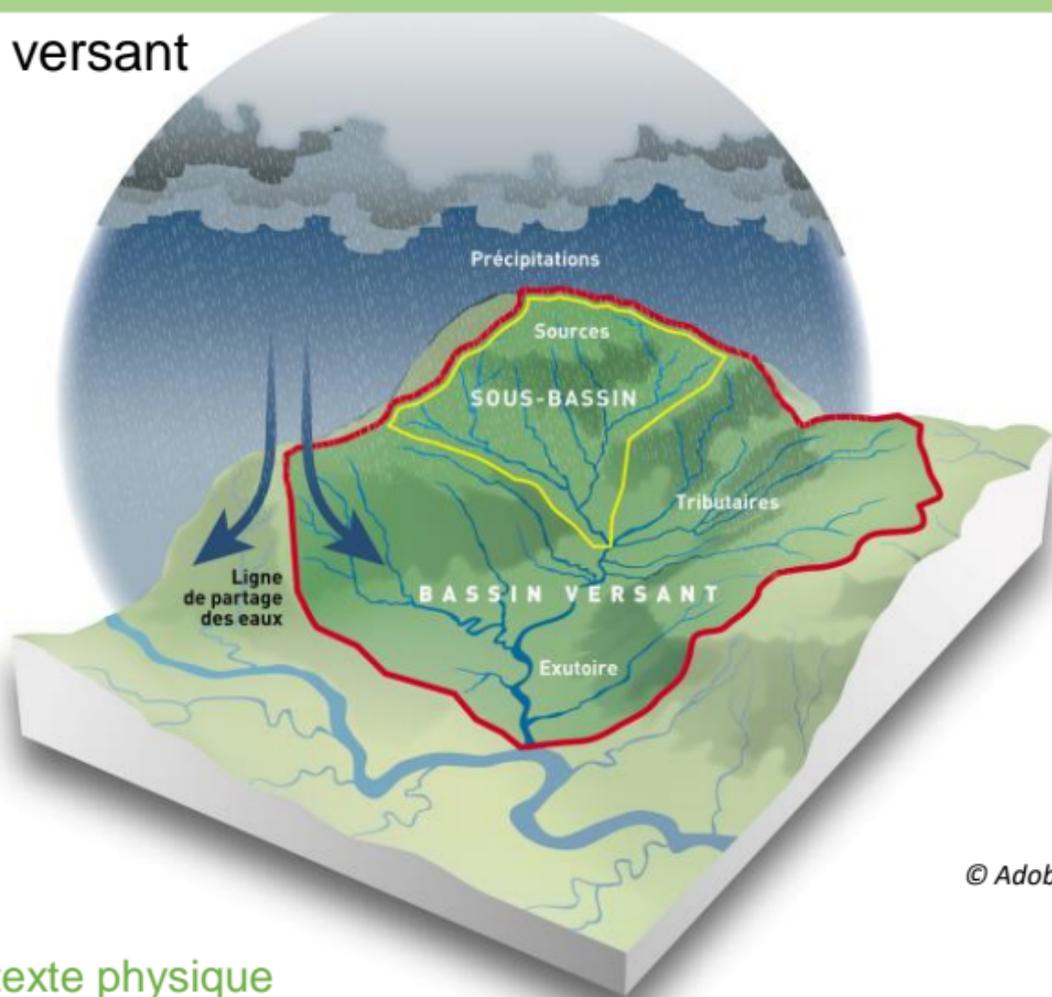
2 Contexte physique

Selon le type de sol, l'eau va pouvoir plus ou moins facilement s'infiltrer, être stockée et alimenter la nappe souterraine.

Les caractéristiques qui vont influencer la capacité d'infiltration et de stockage sont : la granulométrie du sol, sa structure, sa teneur en matière organique, son tassement et son humidité.

Un sol très sec aura tendance à former une croûte imperméable. Un sol gorgé d'eau voit également sa capacité d'infiltration diminuer.

Bassin versant



© Adobe Stock

Un bassin versant est une zone géographique de collecte des eaux par un cours d'eau et ses affluents.

En général, l'aléa d'inondation variera en fonction de la localisation dans le bassin versant, l'amont étant plus sensible au ruissellement et l'aval aux débordements.

Il est dès lors fondamental d'appréhender le cycle de l'eau à l'échelle du bassin versant, au-delà des limites administratives.

Axes de ruissellement concentré



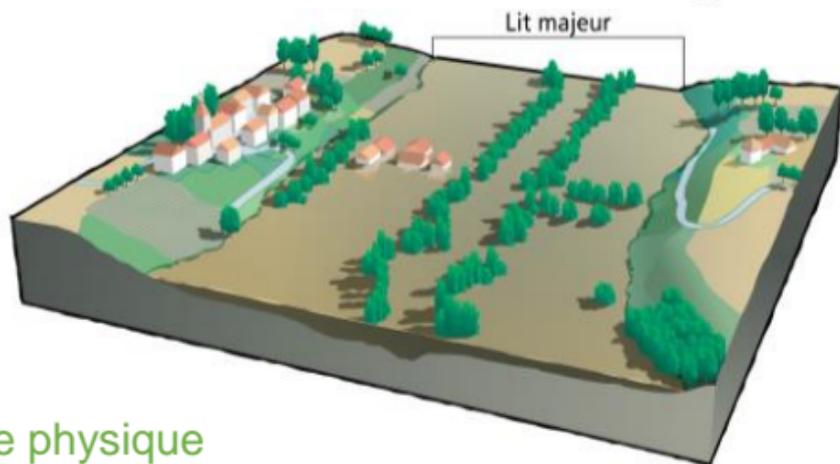
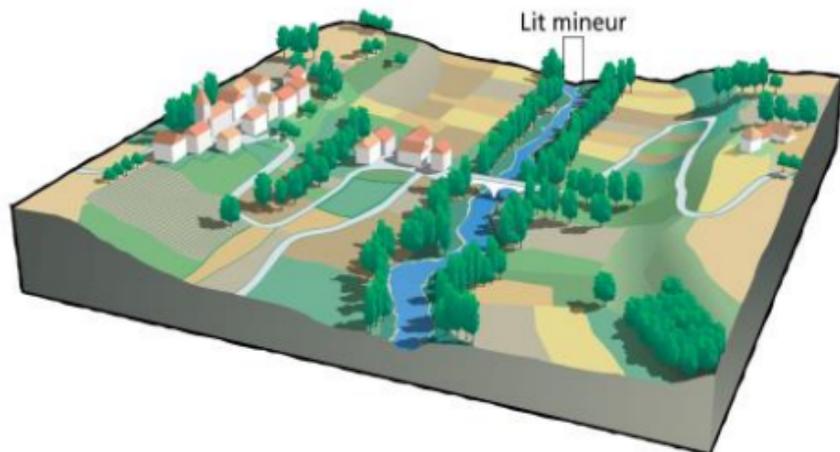
© <https://inondations.wallonie.be/>

Un axe de ruissellement se crée à l'endroit où les écoulements diffus à la surface du sol viennent se rejoindre, et couler de manière plus intense vers l'aval.

Il y a 105 000 km d'axes de concentration du ruissellement répertoriés en Wallonie (bassins versants d'un hectare et plus).

L'inondation par ruissellement est plus fréquente en Wallonie que l'inondation par débordement.

Structure du cours d'eau

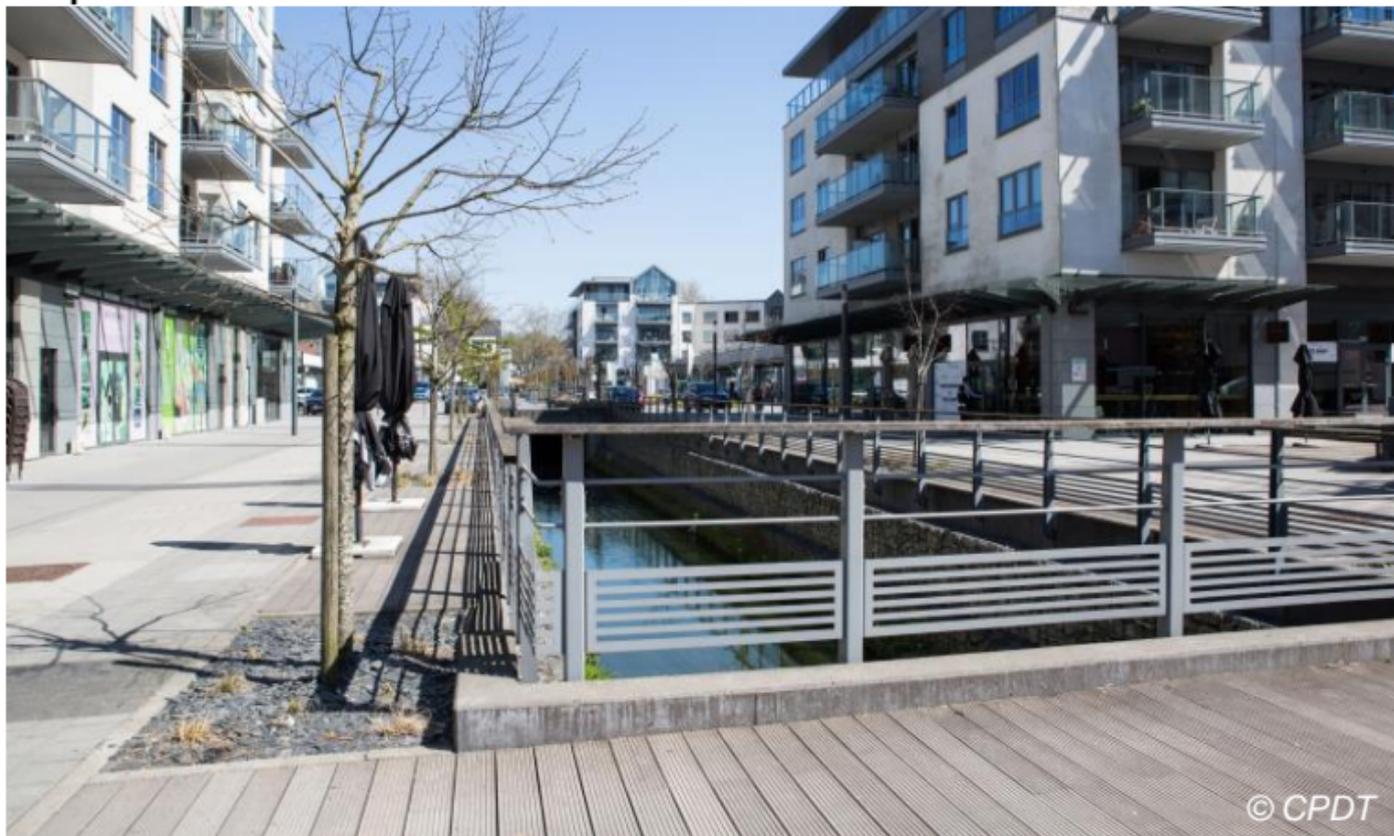


© Adobe Stock

Un cours d'eau s'écoule la plupart du temps dans son **lit mineur**. C'est l'espace fluvial **en permanence sous eau**. Il est généralement encadré par des berges occupées par une végétation abondante.

Le **lit majeur** est l'espace occupé temporairement par un cours d'eau en période de très hautes eaux. Ses limites externes sont celles de la **plus grande crue historique** répertoriée.

Imperméabilisation du sol



© CPDT

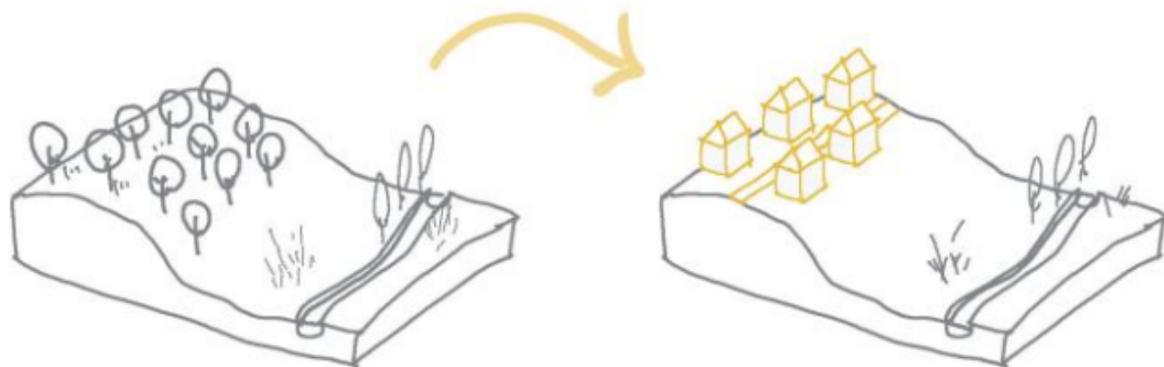
3 Vulnérabilité et urbanisation

L'imperméabilisation du sol est le fait de recouvrir les sols perméables (qui permettent l'infiltration de l'eau) par du bâti et des matériaux imperméables (asphalte, béton) **qui le rendent incapable d'absorber l'eau de pluie.**

L'imperméabilisation des sols peut aussi être engendrée suite à des pratiques culturales (culture sous bâches) et la dégradation des sols (réduction de la teneur en matière organique, tassement des sols, etc.).

L'imperméabilisation des sols augmente le ruissellement et accentue la création d'axe de ruissellement.

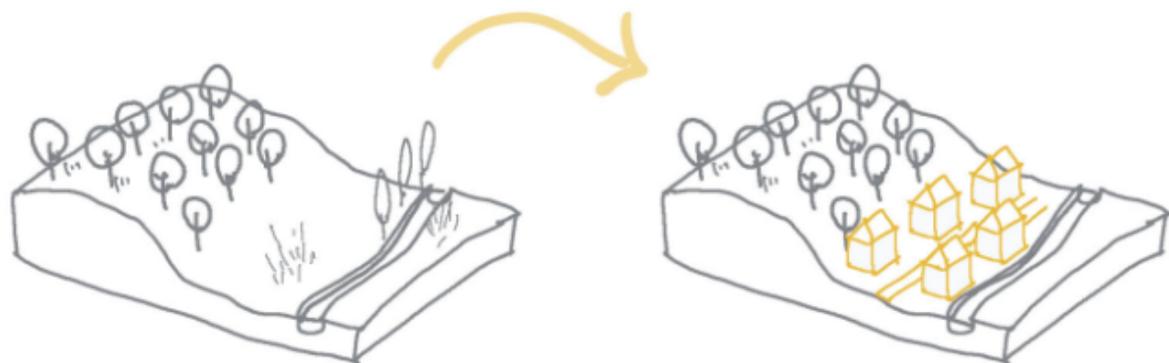
Urbanisation des plateaux et versants



L'urbanisation historique des plateaux et versants se voit intensifiée par la périurbanisation des villes et villages, notamment de fond de vallée.

Cette urbanisation entraîne l'imperméabilisation de surfaces utiles à l'infiltration et au stockage de l'eau de pluie, ce qui accentue le risque de ruissellement et de débordement en aval.

Urbanisation des fonds de vallée



Les vallées connaissent de profondes mutations d'occupation du sol. Lieu historique de nombreux développement de villes et villages, puis de l'industrialisation mais aussi du tourisme, les vallées sont soumises à une urbanisation intense, **imperméabilisant les lits majeurs et artificialisant les berges des rivières.**

Déforestation et déboisement



© Adobe Stock

3 Vulnérabilité et urbanisation

En quelques dizaines d'années, plus de 10.000 hectares de bois ont été déboisés au sud du pays au profit de surfaces agricoles, d'extension de zones de loisirs, voire pour la construction de maisons.

Or ces zones forestières jouent un rôle clé pour la biodiversité et la lutte contre le réchauffement climatique, ainsi qu'un rôle fondamental en cas de coulées de boue ou d'inondations : **les bois, haies et autres zones densément végétalisées favorisent l'infiltration et la rétention d'eau par la végétation et limitent le ruissellement.**

Agrandissement du parcellaire agricole (remembrement)



© Adobe Stock

3 Vulnérabilité et urbanisation

Le remembrement agricole restructure le parcellaire en vue d'obtenir des parcelles de grande taille, de forme régulière, facilement exploitables et jouissant d'un accès autonome. Ce processus encadré a laissé la place depuis les années 2000 à des regroupements parcellaires réalisés au cas par cas.

L'agrandissement des parcelles et la suppression des obstacles associés (haies, talus...) augmentent les « blocs » d'une seule culture. **Ces blocs présentent un plus grand risque de ruissellement en cas de précipitation intense, notamment lors des périodes de découverte du sol.**

Transformation des prairies en cultures



© CPDT

3 Vulnérabilité et urbanisation

De nombreuses prairies permanentes sont remises en cultures. Or les grandes cultures couvrent moins bien les sols que les prairies.

Ce processus réduit la capacité d'infiltration des sols, accroît le ruissellement, la création de ravines et accentue la génération de coulées boueuses.

Historiquement, les prairies étaient situées au contact de l'habitat. La conversion de ces prairies en cultures augmente le risque d'inondation en rapprochant l'habitat de zones propices au ruissellement.

Présence et construction d'infrastructures



© CPDT

3 Vulnérabilité et urbanisation

Le développement des infrastructures nécessaires à l'urbanisation du territoire (routes, parkings, chemin de fer, station d'épuration, etc.) sont autant d'éléments qui **imperméabilisent le sol**.

Les ruptures dans les axes de ruissellement et leur développement sur de longues pentes peuvent **modifier le régime d'écoulement**.

Inondation par refoulement des égouts

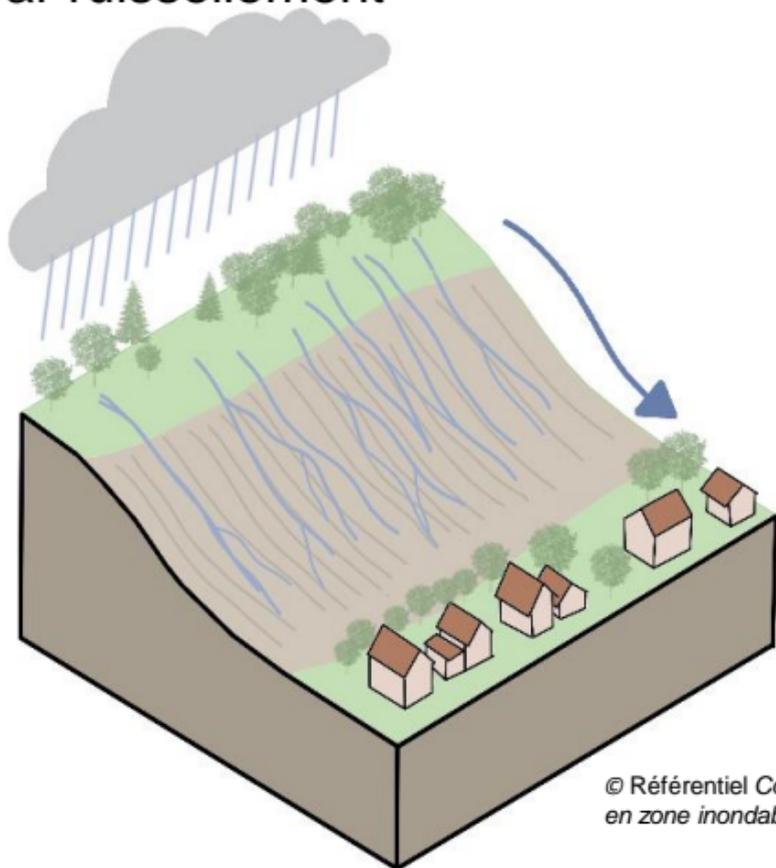


La plupart des réseaux d'assainissement collectent à la fois les eaux usées et les eaux pluviales.

Lors de fortes pluies, en plus du risque de débordement des cours d'eau, le réseau d'assainissement peut saturer et déborder.

Dans ce cas, par mécanisme de vase communicant, les égouts peuvent refouler et inonder les habitations via les siphons de cave, les descentes de garage et autres orifices d'évacuation.

Inondation par ruissellement



© Référentiel *Constructions et aménagements en zone inondable*, SPW, 2022

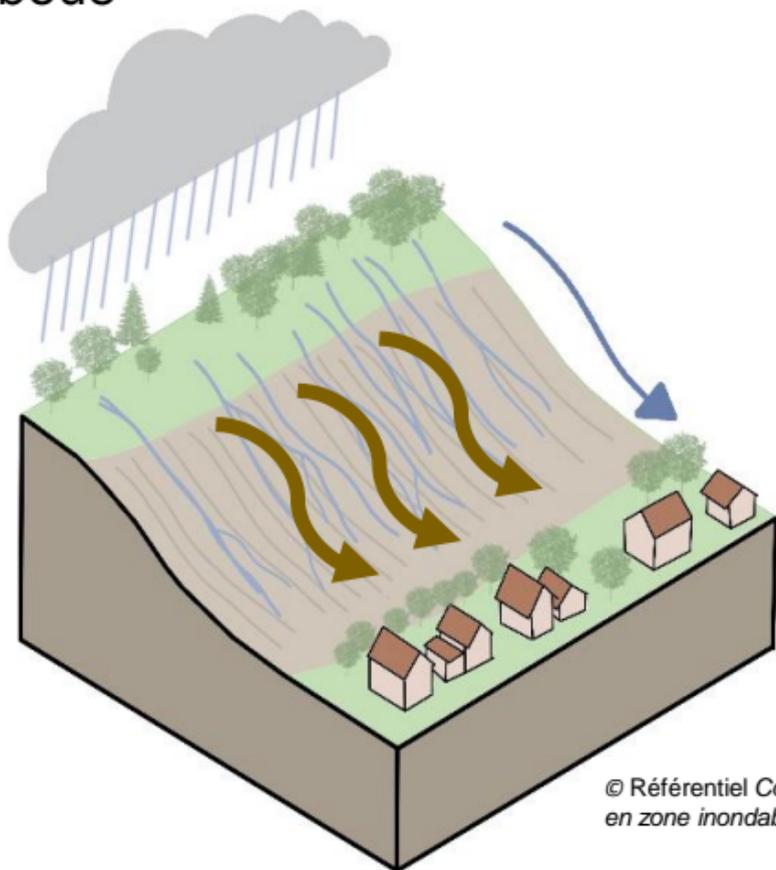
L'inondation par ruissellement est engendrée par une incapacité des sols à capter toutes les eaux pluviales.

« Elle peut survenir à des endroits éloignés d'un cours d'eau, dans des vallons naturels secs ou sur des reliefs peu marqués.

Ces eaux de ruissellement peuvent couler en nappe (de manière diffuse) ou se concentrer dans des vallons. »

Cf. Référentiel *Constructions et aménagements en zone inondable*, SPW, 2022

Coulées de boue



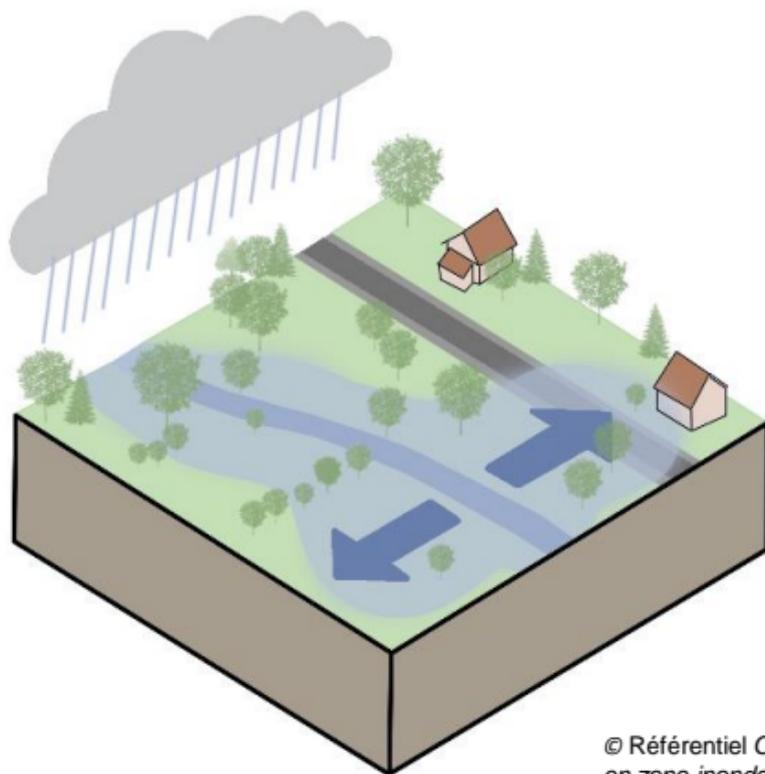
© Référentiel *Constructions et aménagements en zone inondable*, SPW, 2022

« En fonction du débit, les eaux de ruissellement peuvent emporter des débris, mais aussi creuser le sol (ravines) et se charger en terre (coulées boueuses). »

Cf. Référentiel Constructions et aménagements en zone inondable, SPW, 2022

La gestion des boues est plus compliquée que celle de l'eau car elle bouche les avaloirs et autres canalisations.

Inondation par débordement

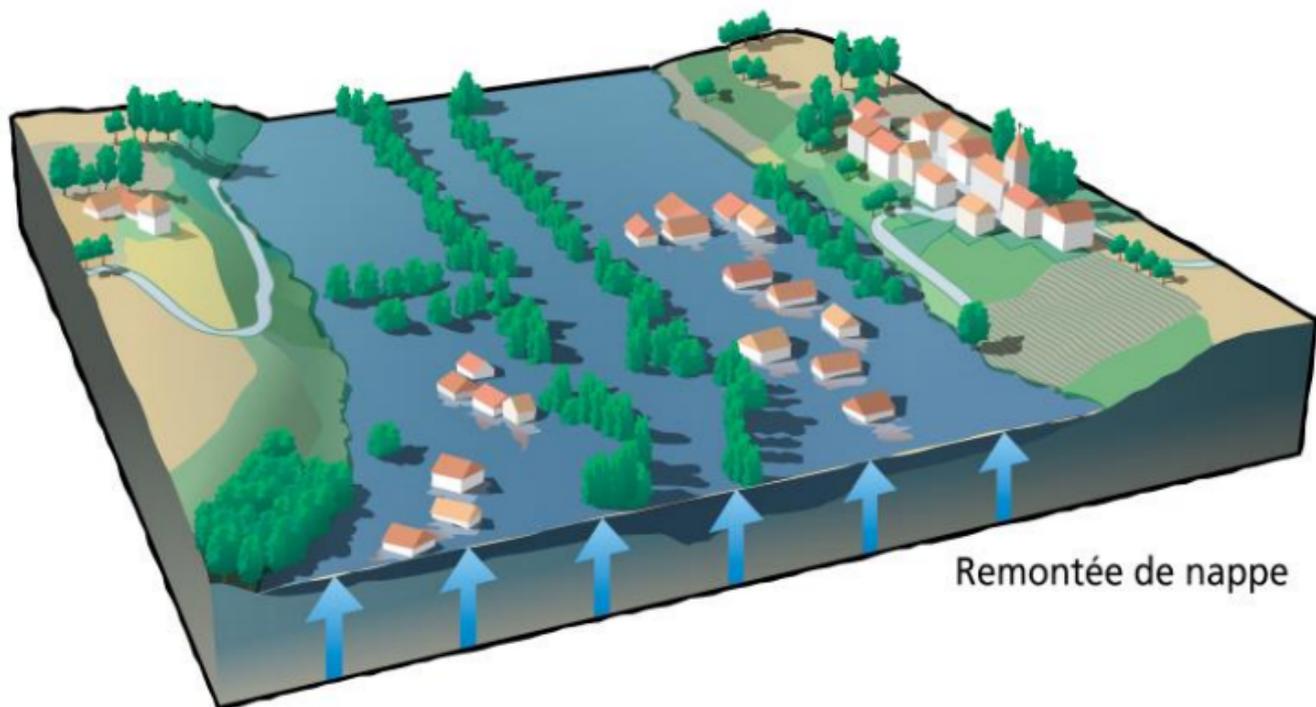


© Référentiel *Constructions et aménagements en zone inondable*, SPW, 2022

Le débordement d'un cours d'eau intervient lorsque son lit mineur ne permet pas de contenir les écoulements d'eau. Le niveau d'eau augmente alors au point où l'emprise du cours d'eau déborde dans le lit majeur.

Dans le cas d'une inondation par débordement de cours d'eau, l'aléa d'inondation est déterminé sur base du croisement entre la récurrence de l'inondation et la submersion (hauteur d'eau).

Inondation par remontée de nappe



Remontée de nappe

La recharge des nappes a principalement lieu durant la période hivernale car cette saison est propice à l'infiltration d'une plus grande quantité d'eau de pluie.

Si des évènements pluvieux exceptionnels surviennent et engendrent une recharge exceptionnelle, le niveau de la nappe peut alors atteindre la surface du sol et provoquer une inondation « par remontée de nappe ».

Dans ce type d'inondation, la durée de l'immersion peut être assez longue

Impact financier pour le particulier et la collectivité



© Adobe Stock

⑤ Impact et changements climatiques

Les inondations provoquent des dégâts qui peuvent coûter très cher aux particuliers touchés (rachat de voiture, de matériel, rénovation, reconstruction du logement, etc.) et ce malgré l'intervention des assurances.

Les dégâts sur les infrastructures coûtent également à la collectivité : réparation des réseaux d'égouts, des berges, des ponts, des routes endommagées, etc.

Temps long de la rénovation du bâti et des infrastructures



© Adobe Stock

5 Impact et changements climatiques

En cas de destruction massive d'immeubles et d'infrastructures, la demande d'intervention d'entrepreneurs, ouvriers, architectes, experts explose tout comme la demande pour les matériaux de construction.

Les délais pour la reconstruction sont dès lors fortement rallongés.

Effondrement de la capacité d'action et de gestion de crise



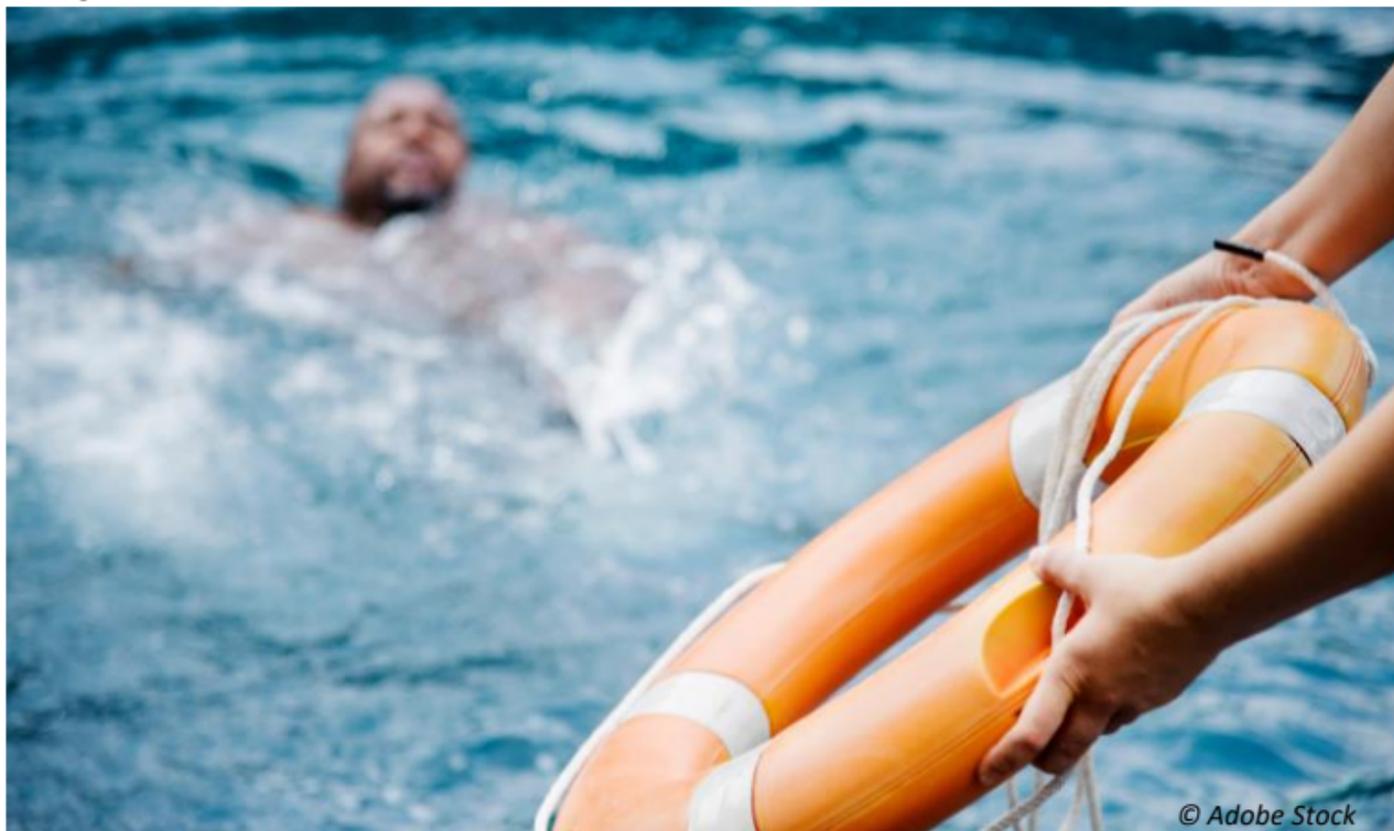
© Adobe Stock

⑤ Impact et changements climatiques

La capacité d'action des services de secours est calibrée en fonction de la masse critique de population d'une région.

Quand des inondations exceptionnelles touchent un grand territoire, le système de secours et d'aide est débordé et n'est plus en mesure de remplir pleinement ses missions.

Noyade de personnes et d'animaux



© Adobe Stock

5 Impact et changements climatiques

La montée rapide des eaux et les coulées boueuses peuvent avoir des conséquences catastrophiques comme la noyade de personnes et d'animaux pris au piège ou emportés par les courants.

Stress psychologique



Outre les dégâts matériels, les épisodes exceptionnels d'inondation violente ont un grand impact psychologique sur les personnes touchées de près ou de loin par l'inondation (anxiété, angoisse, etc.).

Dégâts pour les services et équipements communautaires



<https://branchesculture.com/>

5 Impact et changements climatiques

Les dégâts causés par les inondations touchent également les services et équipements communautaires, ce qui impacte in fine les citoyens : panne d'électricité et/ou de la distribution d'eau potable, services de secours moins efficaces, mobilité limitée par l'absence de transports en commun, etc.

Dégâts matériels pour les particuliers



© Adobe Stock

5 Impact et changements climatiques

Les inondations peuvent provoquer des dégâts matériels conséquents dans les habitations des particuliers non adaptées aux submersions : destruction de mobilier, d'équipements, de décoration, atteinte à la structure portante du bâti, au réseau électrique, de chauffage, au réseau de distribution d'eau, etc. rendant parfois insalubre leur habitation.

Augmentation des récurrences de précipitation extrême



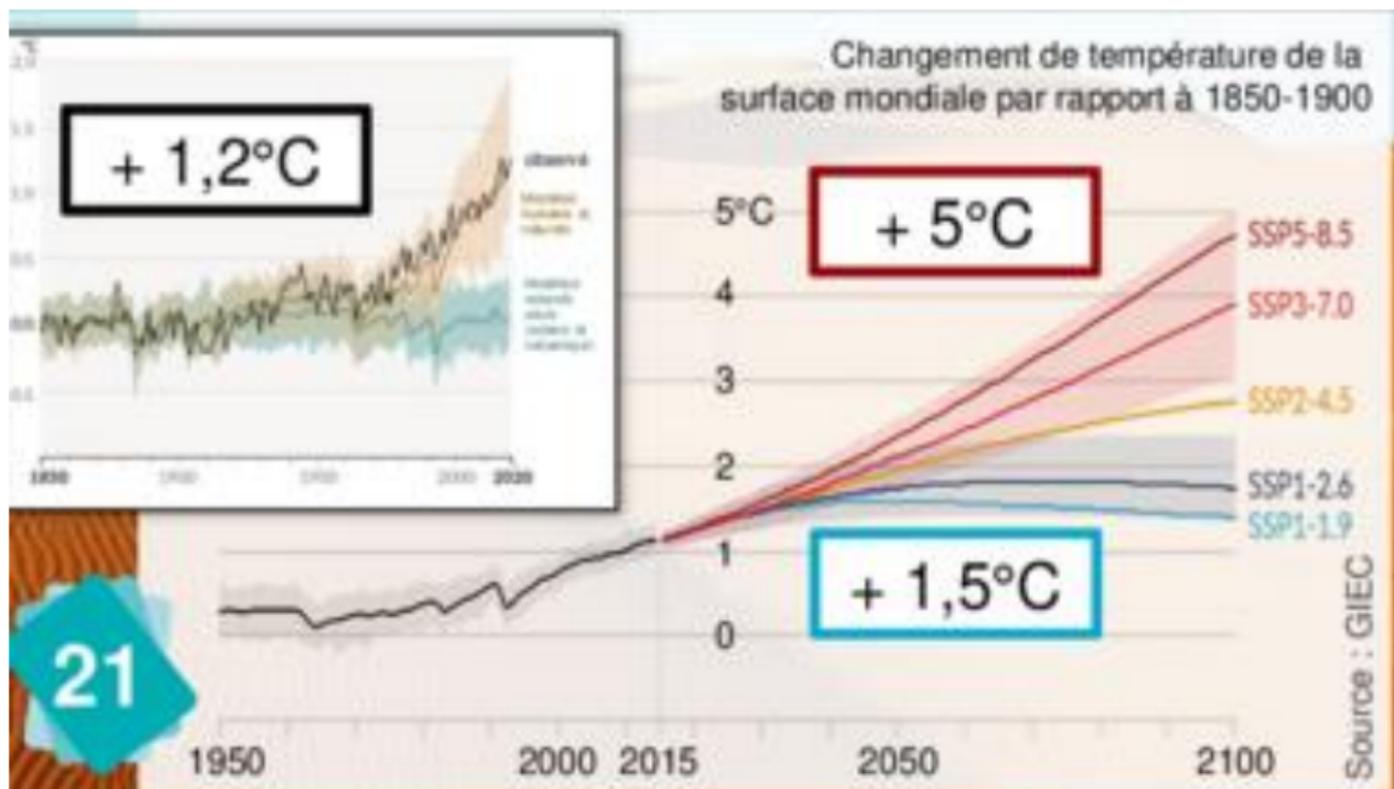
© Adobe Stock

⑤ Impact et changements climatiques

La probabilités d'avoir des précipitations extrêmes est plus grande dans un climat plus chaud, car plus l'air est chaud, plus il contient d'eau.

Les quantités de précipitations moyennes annuelles en Belgique n'ont pas vraiment évolué en 30 ans, leur intensité par contre a fortement évolué.

Hausse de la température



21

© Fresque du climat

5 Impact et changements climatiques

« La température de l'air au sol, en moyenne sur la surface de la Terre a déjà augmenté de 1,2°C depuis 1900. Selon les scénarios d'émissions, elle aura augmenté de 1,5°C à 5°C d'ici 2100. » Cf. Fresque du Climat

Un air plus chaud est capable de stocker une plus grande quantité d'eau, ce qui a pour double effet d'accentuer l'évapotranspiration et la sécheresse et simultanément de provoquer des précipitations plus intenses lorsqu'elles ont lieu.

« Une sécheresse est une période de temps anormalement sec suffisamment longue pour causer un grave déséquilibre hydrologique.

Sur la carte du monde représentée par régions (hexagones) (issue 6^e rapport de synthèse du GIEC), les zones oranges subissent une augmentation des sécheresses. » Cf. Fresque du climat

La sécheresse a pour effet paradoxal d'imperméabiliser les sols à court et à long terme, ce qui accroît le ruissellement.

Vie sociale diminuée

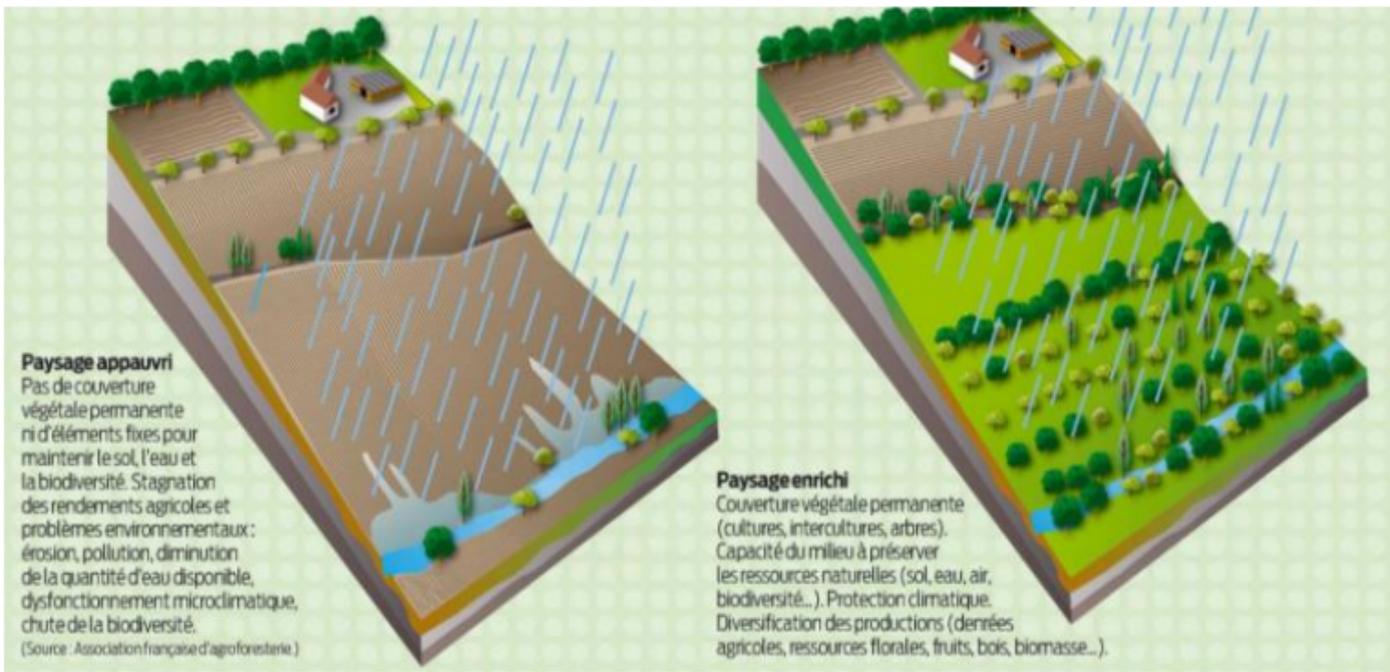


© Shutterstock / Peter de Kievith

⑤ Impact et changements climatiques

La mise hors-service (temporaire ou définitive) des services et équipements (espaces culturels, HoReCa, centres sportifs, etc.) suite aux inondations a un grand impact sur la vie sociale des villages et centralités touchés, les habitants ne pouvant plus se réunir et se divertir.

Reforestation, implantation de haies, agroforesterie



<https://www.lienhorticole.fr/>

L'agroforesterie peut prendre de multiples formes : alignements d'arbres autour ou au sein des parcelles agricoles, haies multifonctionnelles, taillis linéaires, vergers, etc.

Outre son intérêt économique et agronomique, l'agroforesterie participe à la préservation de la qualité des sols, la qualité des paysages ou encore le renforcement des habitats naturels.

Restauration des sols par des pratiques culturales



© Adobe Stock

La matière organique du sol est essentielle car elle permet au sol de retenir l'eau et les nutriments, et fournit ces derniers aux plantes quand elles en ont besoin.

La restauration des sols peut être la base d'un développement durable et à long terme de toute une exploitation agricole. Il s'agit de :

- Labourer le sol le moins possible ;
- Maintenir le sol couvert ;
- Conserver la biodiversité et utiliser l'engrais vert/les cultures de couverture.

Développer une agriculture sur des petites parcelles différenciées



© Adobe Stock

Réduire la taille des parcelles permet d'augmenter la longueur de bords de champs ce qui constitue un complément prometteur aux mesures agroforestières pour conserver et restaurer la diversité des plantes et freiner les ruissellements et coulées de boue en cas de pluies intenses.

Diversifier les cultures sur des petites parcelles permet de diminuer les effets négatifs des monocultures intensives, dont la dégradation de la qualité des sols.

Donner plus de place à l'eau



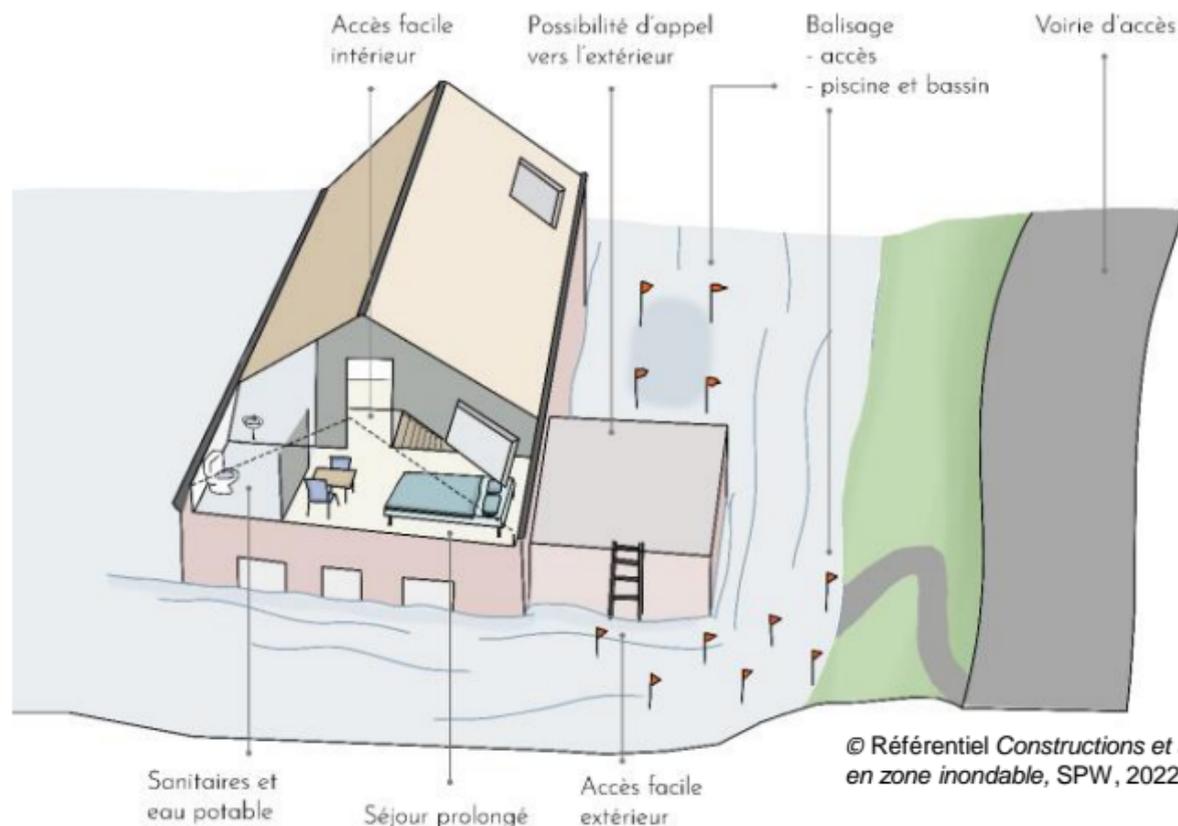
NOTE RAPIDE de l'Institut d'Urbanisme de l'Île de France – N°731

A Stratégies et actions

Suite aux inondations de 1995, la Hollande a développé le projet « *Ruimte voor de rivier* ».

L'adaptation du profil du Rhin (large zone d'immersion temporaire, etc.) a permis de juguler l'amplification des phénomènes d'inondations eu égard aux changements climatiques.

Réduire la vulnérabilité des habitations



© Référentiel *Constructions et aménagements en zone inondable*, SPW, 2022

A

Stratégies et actions

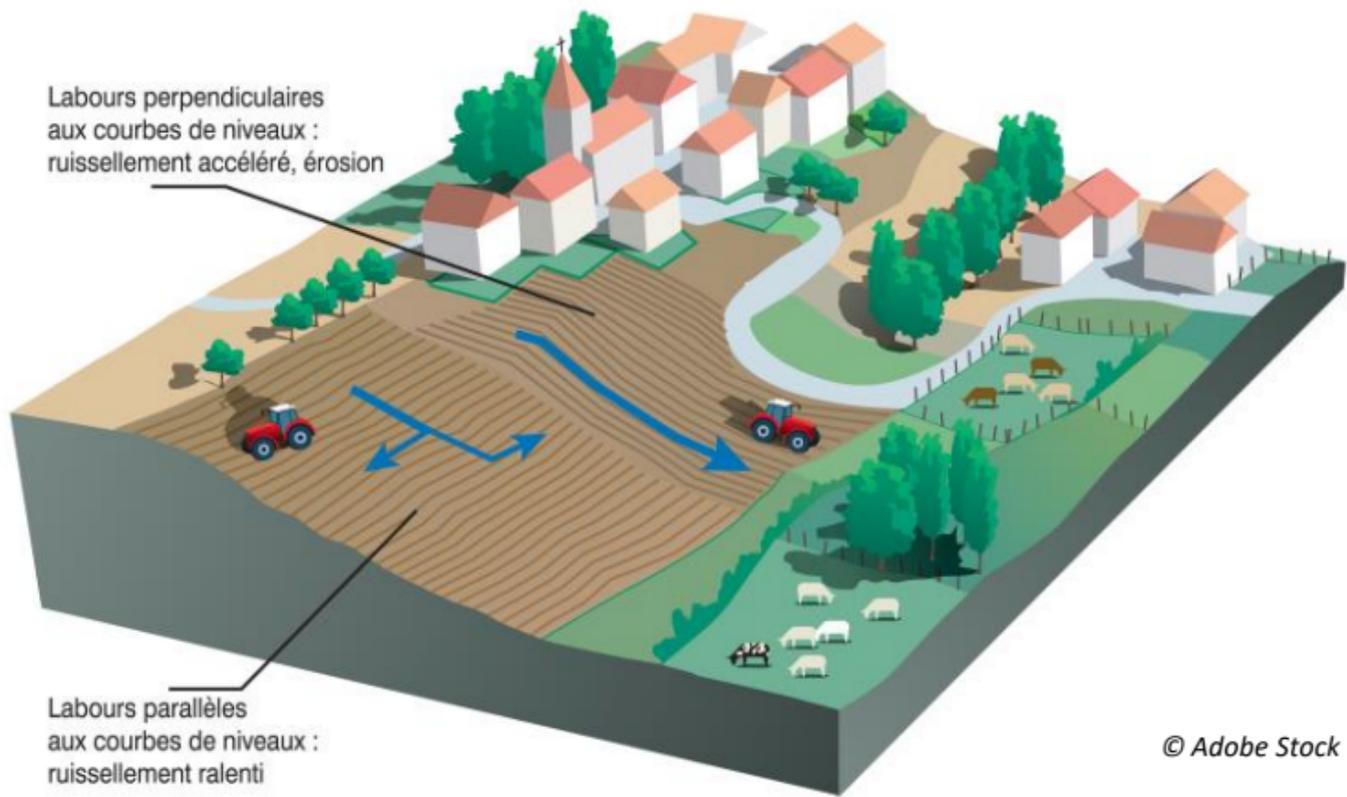
Cette stratégie vise à « atténuer autant que possible les dommages potentiels lors des inondations, en évitant que l'eau ne rentre dans les bâtiments ou n'atteigne des fonctions vitales de celui-ci.

Il est également essentiel d'assurer la sécurité et l'évacuation des occupants et de garantir l'accès des bâtiments aux secours en cas de crue. »

Cf. Référentiel Constructions et aménagements en zone inondable, SPW, 2022

Sillons agricoles perpendiculaires à l'axe de ruissellement

Labours perpendiculaires
aux courbes de niveaux :
ruissellement accéléré, érosion



Labours parallèles
aux courbes de niveaux :
ruissellement ralenti

© Adobe Stock

Les pratiques agricoles sont déterminantes sur la quantité de terre qui est entraînée par l'écoulement en surface des eaux de ruissellement (érosion).

Travailler les sillons perpendiculairement à la pente (parallèlement aux courbes de niveaux) permet de ralentir le ruissellement et de limiter en partie la force des coulées de boues.

Capter et infiltrer l'eau en milieu urbanisé



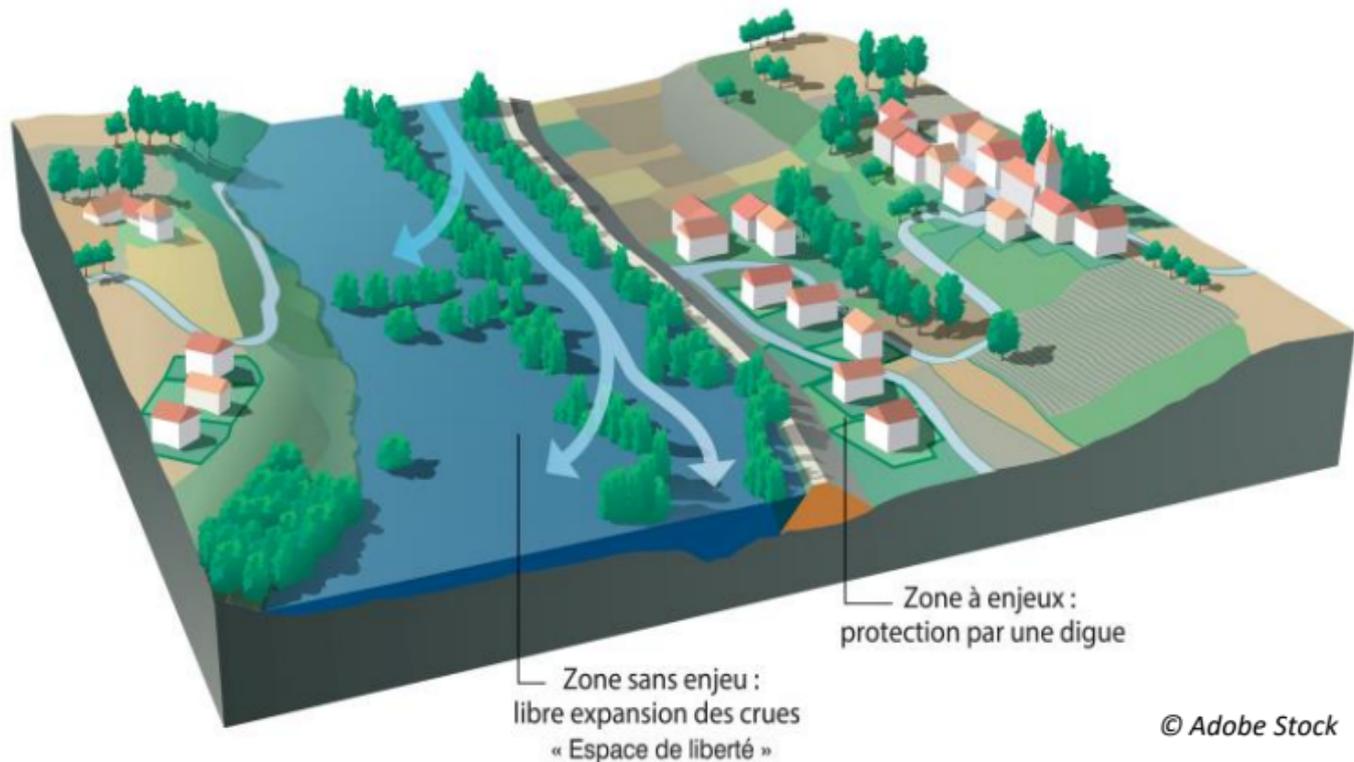
<https://www.urcaue-lorraine.com/>

A Stratégies et actions

Exemple à Gondrecourt-le-château en France, l'eau dans l'espace public est captée et infiltrée par une **noüe pavée aménagée à côté d'une noüe enherbée**.

Outre l'intérêt quant au stockage de l'eau de pluie, cet aménagement de qualité produit un effet ludique et réintroduit l'eau et la nature dans la ville.

Digue et zone d'expansion de crues



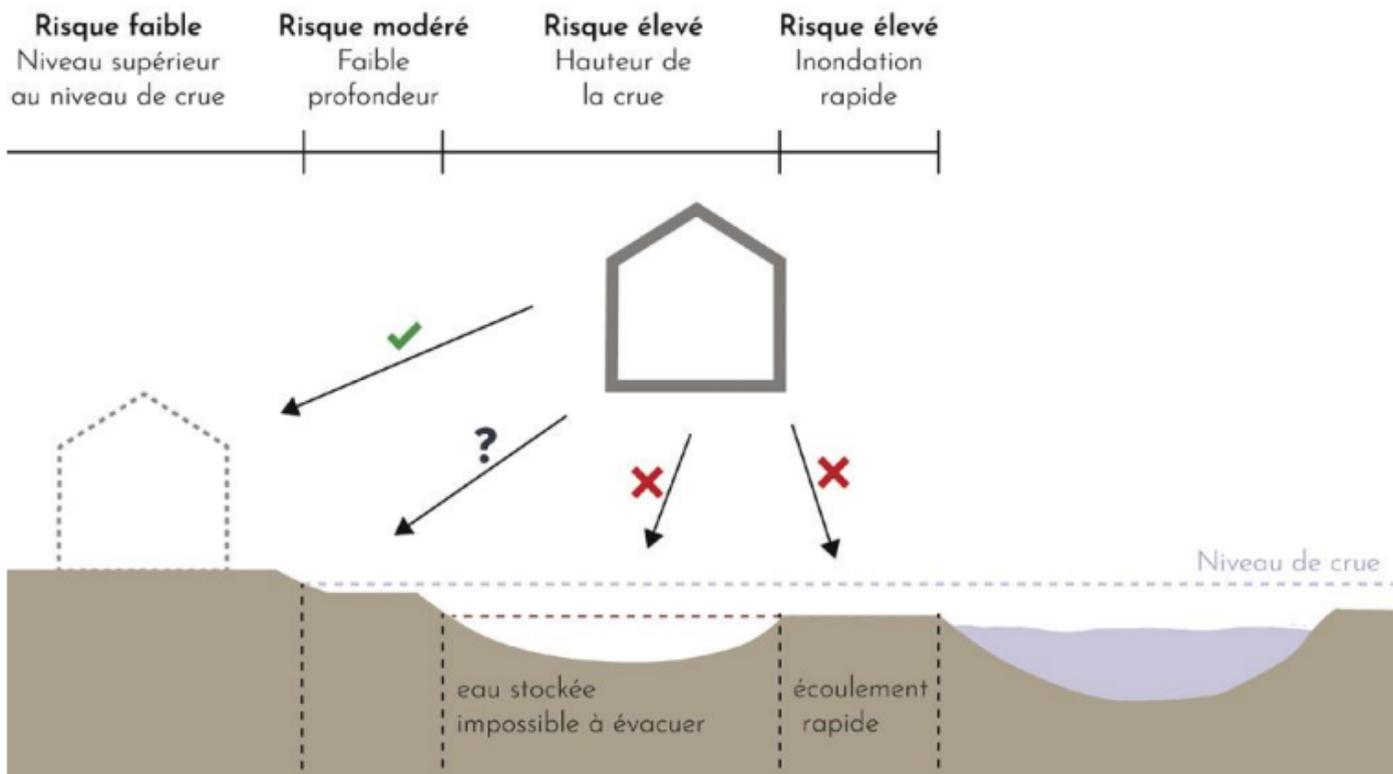
© Adobe Stock

Une digue va avoir un effet canalisant du cours d'eau. **La création d'une digue doit être réfléchie en fonction des impacts en aval.**

Lorsque la digue est submergée (surverse) ou se rompt, l'intensité de l'inondation au-delà de cette dernière se voit décuplée (effet de vague, fosse d'érosion).

La création d'une digue pour protéger les zones à risque doit être pensée en combinaison d'une zone d'extension des crues.

Non construction en zone inondable



© Référentiel *Constructions et aménagements en zone inondable*, SPW, 2022

« *Considérer différentes options d'implantation au sein de la parcelle constitue une étape importante dans le cadre de l'élaboration du projet. L'option privilégiée devrait être de **localiser les constructions sur la portion la moins exposée** au risque d'inondation et permettant de limiter au maximum l'entrave aux écoulements. »*

Cf. *Référentiel Constructions et aménagements en zone inondable*, SPW, 2022

Sensibiliser et former la population



Face à l'augmentation de l'intensité, de la répartition spatiale et de la récurrence des inondations, il est indispensable d'accompagner et de **préparer la population** (particulièrement celle qui ne sent pas concernée et ne connaît pas les bons gestes) au risque d'inondation.

...

...

...

...