



## **NOTICE DE ZONAGE PLUVIAL**



# SOMMAIRE

<b>A.</b>	<b>Préambule.....</b>	<b>7</b>
<b>A.1.</b>	<b>Contexte général .....</b>	<b>7</b>
<b>A.2.</b>	<b>Présentation .....</b>	<b>8</b>
A.2.1.	Zonage pluvial .....	8
A.2.2.	Objectifs du zonage pluvial .....	8
<b>A.3.</b>	<b>Données météorologiques et climatologiques.....</b>	<b>9</b>
A.3.1.1.	Températures .....	9
A.3.1.2.	Précipitations.....	9
<b>B.</b>	<b>Zonage pluvial .....</b>	<b>11</b>
<b>B.1.</b>	<b>Politique generale de gestion des eaux pluviales introduite dans le PLUi .....</b>	<b>11</b>
<b>B.2.</b>	<b>Politique generale de gestion des eaux pluviales.....</b>	<b>12</b>
<b>B.3.</b>	<b>Politique de desserte par les reseaux pluviaux .....</b>	<b>12</b>
<b>B.4.</b>	<b>Politique de maitrise des ruissellements .....</b>	<b>13</b>
B.4.1.	Règle générale .....	13
B.4.2.	Dispositions applicables à la gestion des nouvelles imperméabilisations .....	13
B.4.2.1.	Cas général .....	13
B.4.2.2.	Zones à urbaniser (AU) : .....	13
B.4.2.3.	Zones urbanisées (U) : .....	15
B.4.2.4.	Zone d'aménagement concerté (ZAC) disposant d'un règlement de zone .....	16
B.4.2.5.	Zones agricoles .....	17
B.4.2.6.	Projet soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau .....	17
B.4.2.7.	Cas non soumis à ces prescriptions .....	17
B.4.2.8.	Axes d'écoulement sensibles.....	18
B.4.3.	Choix de la mesure compensatoire .....	19
B.4.4.	Règles de conception et de dimensionnement des mesures compensatoires.....	19
B.4.4.2.	Débit spécifique .....	20
B.4.4.3.	Infiltration.....	20
B.4.4.4.	Rétention .....	20
B.4.5.	Réutilisation des eaux pluviales .....	26
B.4.6.	Carte du zonage pluvial.....	27
B.4.7.	Récapitulatif du zonage pluvial .....	29
<b>B.5.</b>	<b>Politique de réduction de l'impact des rejets urbains de temps de pluie sur le milieu naturel.....</b>	<b>31</b>
B.5.1.	Réduction des volumes rejetés .....	31
B.5.2.	Réduction des charges rejetées .....	31
B.5.2.1.	Cas général .....	31
B.5.2.2.	Prescriptions complémentaires .....	31
<b>B.6.</b>	<b>Politique de limitation des conséquences lors d'orages intenses.....</b>	<b>33</b>
<b>B.7.</b>	<b>Documents associés au zonage PLUVIAL.....</b>	<b>33</b>
<b>B.8.</b>	<b>Plan Local d'Urbanisme .....</b>	<b>33</b>

# TABLEAUX

Tableau I : Données statistiques utilisées pour la modélisation .....	10
Tableau II : Règles de gestion des eaux pluviales en fonction de la perméabilité des sols.....	14
Tableau III : Extrait de la norme NF EN 752-2 .....	19
Tableau IV : Hauteurs précipitées en fonction de la durée de la pluie établies à partir des coefficients de Montana pour les différentes pluies de retour (données Schéma Directeur Eaux pluviales de Clermont Auvergne Métropole 2023).....	22
Tableau V : Hauteurs précipitées en fonction de la durée de la pluie établies à partir des coefficients de Montana pour la pluie trentennale.....	23
Tableau VI : Volumes de stockage préconisés en fonction de l'occurrence .....	25
Tableau VII : Synthèse des règles à respecter selon les zones .....	27
Tableau VIII : Tableau d'aide au calcul de la surface imperméabilisée totale.....	35
Tableau IX : Volume généré pour une pluie 10 ans en fonction de la surface imperméabilisée .....	36
Tableau X : Volume généré pour une pluie 20 ans en fonction de la surface imperméabilisée .....	36
Tableau XI : Volume généré pour une pluie 30 ans en fonction de la surface imperméabilisée .....	36
Tableau XII : Ordres de grandeur de la taille des grains et de la capacité d'infiltration selon le type de sol – Source GRAIE.....	38
Tableau XIII : Surface minimale d'infiltration à envisager en fonction de la perméabilité des sols et de la surface imperméabilisée considérée pour une pluie de référence décennale .....	38
Tableau XIV : Surface minimale d'infiltration à envisager en fonction de la perméabilité des sols et de la surface imperméabilisée considérée pour une pluie de référence vingtennale .....	39
Tableau XV : Surface minimale d'infiltration à envisager en fonction de la perméabilité des sols et de la surface imperméabilisée considérée pour une pluie de référence trentennale .....	39
Tableau XVI : Volumes de stockage en fonction de la surface imperméabilisée du projet en fonction de l'occurrence.....	40
Tableau XVII : Valeurs moyennes de perméabilité en fonction de la nature de sol (ADOPTA) .....	42
Tableau XVIII : Récapitulatif des différents essais (avec K conductivité hydraulique) (document Cerema) .....	43

# FIGURES

Figure 1 : Températures et précipitations observées à la station météorologique de Clermont-Ferrand (Source Météo France).....	9
Figure 2 : Principe général pour la gestion des eaux pluviales .....	11
Figure 3 : Courbes hauteur – durée locale des pluies pour les différentes occurrences (Source Schéma Directeur eaux pluviales de Clermont Auvergne Métropole 2023 .....	22
Figure 4 : Superposition de la courbe hauteur-durée de la pluie trentennale et de la courbe d'évacuation.....	24
Tableau VIII : Synthèse des règles à respecter selon les zones .....	27
Figure 5 : Techniques alternatives à l'échelle d'une parcelle- Source ADOPTA .....	37
Figure 6 – Techniques de gestion des eaux pluviales à la source en ville - Source « Bien gérer les eaux de pluie Principes et pratiques en Île-de-France » .....	48
Figure 7 - Espace vert retravaillé en creux, pour gérer les eaux pluviales – Source ADOPTA.....	49
Figure 8 - Exemple de différentes techniques alternatives possibles pour gérer les eaux pluviales d'une maison – Source : SYMASOL - Gestion des eaux pluviales : guide pour la mise en œuvre de techniques alternatives - JUIN 2016 .....	50

# ANNEXES

Annexe 1 : Notice pour le particulier .....	34
Annexe 2 : Définition des capacités d'infiltration .....	42
Annexe 3 : La Gestion Intégrée des Eaux Pluviales (GIEP) et les techniques alternatives .....	45
Annexe 4 : Carte du zonage pluvial.....	53
Annexe 5 : Fondements de la définition des règles de gestion des eaux pluviales .....	54

## A. PREAMBULE

---

### A.1. CONTEXTE GENERAL

Le changement climatique est l'un des défis les plus pressants de notre époque, avec des répercussions majeures sur notre environnement, notre santé et notre économie. Parmi les nombreux facteurs contribuant à ce phénomène, l'imperméabilisation des sols joue un rôle significatif. Ce processus, souvent associé à l'urbanisation croissante et à la construction de surfaces imperméables telles que le béton et l'asphalte, perturbe l'équilibre naturel du cycle de l'eau.

Les conséquences de cette imperméabilisation sont multiples et souvent dévastatrices. En empêchant l'infiltration de l'eau dans le sol, elle réduit la recharge des nappes phréatiques, augmente le ruissellement des eaux de pluie et favorise les inondations. De plus, elle entraîne la disparition des habitats naturels et la fragmentation des écosystèmes, menaçant la biodiversité.

Face à ces défis, une gestion à la source de l'eau est devenue essentielle. Plutôt que de simplement gérer les conséquences des inondations et de la pollution, il est crucial de s'attaquer aux causes sous-jacentes en adoptant des approches durables de gestion des eaux pluviales. Cela implique de promouvoir des pratiques telles que la rétention et l'infiltration des eaux de pluie, la création d'espaces verts perméables et la limitation de l'imperméabilisation des sols dans les projets de développement urbain.

En adoptant une approche de gestion à la source, nous pouvons atténuer les effets néfastes de l'imperméabilisation des sols, préserver nos ressources en eau et contribuer à l'adaptation aux changements climatiques. Cependant, cela nécessite un engagement concerté des autorités locales, des urbanistes, des développeurs et des citoyens pour repenser notre manière de concevoir et de gérer nos environnements bâtis.

## A.2. PRESENTATION

### A.2.1. Zonage pluvial

---

Le zonage pluvial se présente sous la forme d'une carte de zonage, accompagnée d'une notice. Le présent rapport constitue la notice explicative du zonage eaux pluviales de l'ensemble des communes de la **Métropole de Clermont**. Il est accompagné de la proposition de carte de zonage en annexe.

Le tracé du périmètre est établi sur un fond cadastral actualisé. Le plan de zonage approuvé, après enquête publique, constitue une pièce opposable aux tiers, annexée au Plan Local d'Urbanisme métropolitain (PLUi).

En effet, toute attribution nouvelle de certificat d'urbanisme ou de permis de construire sur le territoire communal tiendra compte du plan de zonage.

Par ailleurs, le plan de zonage n'est pas figé définitivement : il pourra être modifié, notamment pour des contraintes nouvelles d'urbanisme, en respectant les procédures légales (enquête publique).

Le zonage eaux pluviales répond à une obligation réglementaire définie à l'article **L2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales** :

*« Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement :*

- ✓ *Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;*
- ✓ *Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement. »*

Le zonage eaux pluviales permet ainsi de fixer des prescriptions cohérentes à l'échelle du territoire d'étude.

### A.2.2. Objectifs du zonage pluvial

---

L'objectif du zonage pluvial est d'établir un schéma de maîtrise qualitative et quantitative des eaux pluviales sur un territoire, par :

- ✓ La compensation des ruissellements et de leurs effets, par des techniques pondératrices ou alternatives qui contribuent également au piégeage des pollutions à la source ;
- ✓ La prise en compte de facteurs hydrauliques visant à freiner la concentration des écoulements vers les secteurs aval et à préserver les zones naturelles d'expansion des eaux et les zones de stockage temporaire ;
- ✓ La protection des milieux naturels et la prise en compte des impacts de la pollution transitée par les réseaux pluviaux, dans le milieu naturel.



## A.3. DONNEES METEOROLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES

Les données utilisées sont les données issues des mesures réalisées par Météo France sur la station de Clermont-Ferrand. Cette station de référence se situe à l'Est du territoire de la Métropole.

### A.3.1.1. Températures

Le climat de la région de Clermont Ferrand se caractérise par des températures fraîches en hiver et modérées à élevées en période estivale. Le territoire est influencé par un climat continental caractérisé par une sécheresse hivernale et de forts orages en fin de printemps et été.

### A.3.1.2. Précipitations

La présence de reliefs à l'ouest du secteur de Clermont-Ferrand conduit à une baisse radicale de l'intensité des perturbations météorologiques. Les précipitations pluvieuses sont donc plutôt peu intenses et assez régulières tout au long de l'année, avec cependant une période hivernale moins affectée par ces phénomènes de pluie. Les maximums sont enregistrés sur les mois de mai et juin.

La moyenne des hauteurs de précipitations annuelles sur les trente dernières années à Clermont-Ferrand est de 563,4 mm, ce qui représente environ 7 jours de pluie par mois.

#### Normales annuelles – Clermont-Ferrand :

Température minimale (1991-2020)	7.1°C
Température maximale (1991-2020)	17.3°C
Hauteur de précipitations (1991-2020)	563.4mm
Nombre de jours avec précipitations (1991-2020)	87.2j
Durée d'ensoleillement (1991-2020)	1957.9h

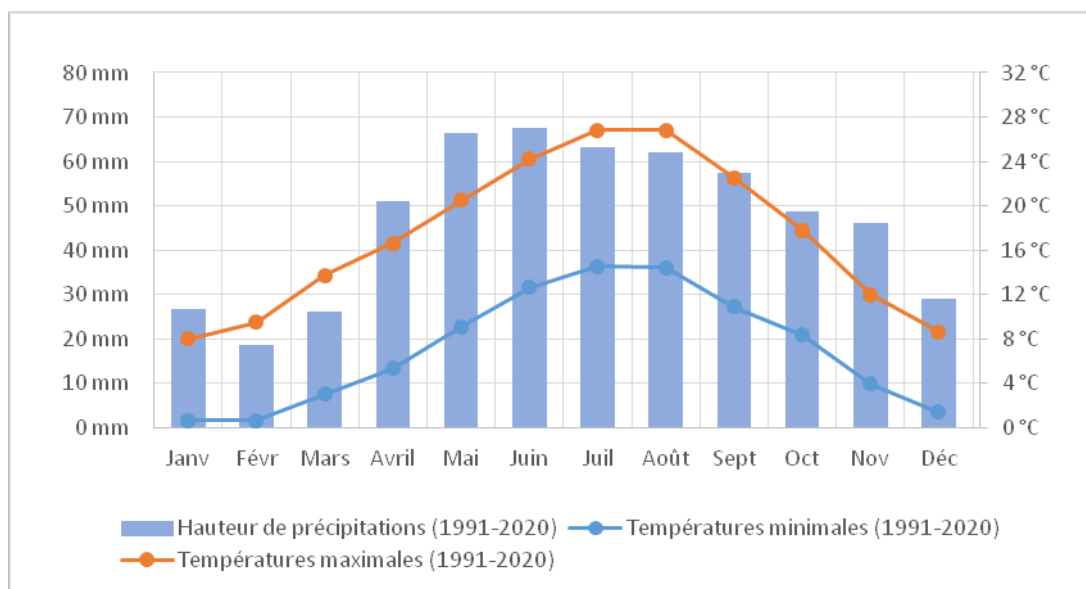


Figure 1 : Températures et précipitations observées à la station météorologique de Clermont-Ferrand (Source Météo France)

Deux pluies de projet ont été définies pour la modélisation :

- Une pluie de durée totale de 2 heures, avec une période intense de 30 minutes ;
- Une pluie de durée totale de 6 heures, avec une période intense d'une heure.

Les données de pluies utilisées dans la modélisation sont présentées par le tableau suivant :

	Données statistiques de pluie Météo-France Clermont-Ferrand			
	Pluie 1 (mm)		Pluie 2 (mm)	
	Durée totale (2h)	Durée intense (0.5h)	Durée totale (6h)	Durée intense (1h)
T 2 ans	23.5	16	32.4	19.7
T 5 ans	31.4	22.6	41.2	27.9
T 10 ans	36.7	27	47	33.3
T 20 ans	41.8	21.2	52.6	38.6
T 30 ans	44.7	33.6	55.8	41.6
T 50 ans	48.4	36.6	59.9	45.4
T 100 ans	53.3	40.7	65.3	50.4
T 1 000 ans	69.5	54.2	83.2	67.2

**Tableau I : Données statistiques utilisées pour la modélisation**

Ces données serviront de base de dimensionnement des ouvrages.

## B. ZONAGE PLUVIAL

### B.1. POLITIQUE GENERALE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES INTRODUITE DANS LE PLUI

Les aménagements réalisés sur tout terrain doivent être conçus de manière à :

- Favoriser l'infiltration des eaux pluviales à la parcelle pour réduire leur écoulement dans le réseau de collecte,
- Assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et du ruissellement par des solutions d'infiltration locale.

Dans ce but le pétitionnaire assure la gestion des eaux pluviales à la parcelle sauf impossibilité technique avérée et justifiée lors du dépôt de son autorisation d'urbanisme.

En cas d'impossibilité technique prouvée par le pétitionnaire, le rejet de ces eaux pourra être éventuellement autorisé à titre dérogatoire, après stockage temporaire (réalisation de structures réservoirs, cuves de rétention...) et restitution à débit contrôlé, vers le milieu naturel (cours d'eau, fossés ...) sous réserve de l'accord du maître d'ouvrage concerné ou dans le réseau d'assainissement (pluvial ou unitaire le cas échéant) sous réserve de l'accord du maître d'ouvrage et dans les secteurs où le réseau de collecte existant n'est pas saturé.

Par ailleurs, les autorisations d'urbanisme peuvent être subordonnées à la réalisation des aménagements nécessaires à la gestion des eaux pluviales, notamment ceux visant à la limitation des débits évacués de la propriété ceci en adéquation avec le règlement d'assainissement pluvial en vigueur.

Dans le cadre de la gestion des eaux pluviales à la parcelle, il est recommandé que les circulations (allée de garage, allée privative, aire de stationnement, ...) soient perméables et dimensionnées au plus juste.

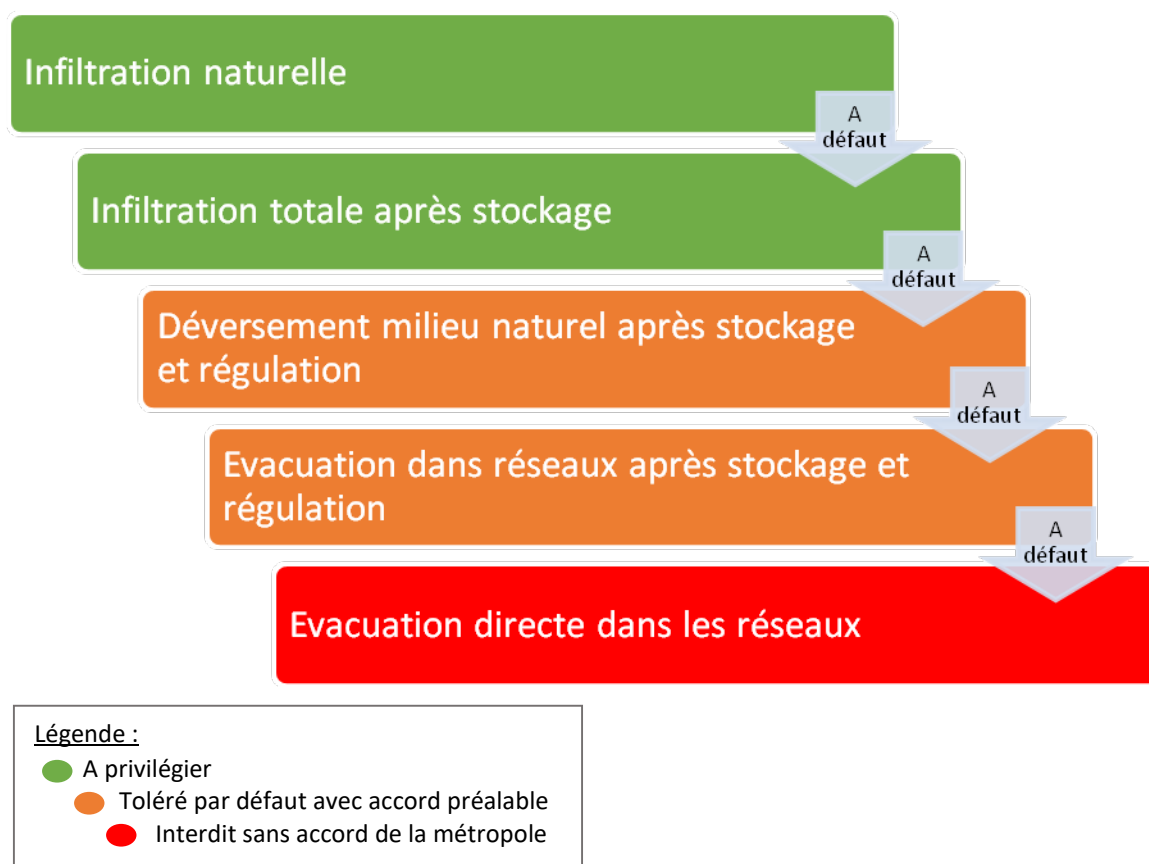


Figure 2 : Principe général pour la gestion des eaux pluviales

## B.2. POLITIQUE GENERALE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

La collectivité souhaite limiter les rejets d'eaux pluviales dans les réseaux unitaires afin de réduire le fonctionnement des déversoirs d'orage et leur impact sur la qualité des cours d'eaux et limiter les investissements liés au redimensionnement des réseaux et ouvrages de traitement.

Également, compte tenu du constat actuel faisant apparaître des réseaux unitaires et pluviaux à l'échelle de la métropole ne pouvant, pour certains axes principaux, plus admettre davantage de ruissellement, au risque d'aggraver les risques d'inondation actuels, voire de générer de nouveaux risques d'inondation, la collectivité a souhaité s'engager dans une politique de prévention des risques d'inondation liées aux orages intenses selon les axes suivants :

- ✓ Mise en place de dispositions réglementaires préventives en matière d'urbanisme (mesures de maîtrise du ruissellement/emplacements réservés pour la mise en place d'ouvrages de régulation des eaux pluviales),
- ✓ Mise en place d'une politique de gestion pour la prévention des inondations et la restauration de la qualité des eaux superficielles : Protection hydraulique basée sur les préconisations définies par le schéma directeur d'assainissement pluvial, à savoir :
  - Mise en place de mesures de maîtrise du ruissellement ou régulation des débits en ligne ;
  - Réalisation de travaux hydrauliques définis ;
  - Prévention basée sur des interventions planifiées d'entretien des collecteurs, et sur la sécurisation des axes majeurs d'écoulement d'eaux pluviales ;
  - Mesures de préservation de la qualité des eaux pluviales : prise en compte de l'aspect qualitatif lors de la conception des nouveaux bassins, a minima au niveau des zones à urbaniser.

Le présent règlement ne se substitue pas au Code de l'Environnement L.2224-8, tout nouveau rejet d'eaux pluviales dans les eaux superficielles devant faire l'objet d'une procédure :

- ✓ De déclaration, si la superficie totale desservie est supérieure ou égale à 1 ha, mais inférieure à 20 ha,
- ✓ D'autorisation, si la superficie totale desservie est supérieure ou égale à 20 ha,
- ✓ D'autorisation, en cas de création d'une zone imperméabilisée de plus de 5 ha d'un seul tenant (à l'exception des voies publiques affectées à la circulation).

La Direction du Cycle de l'Eau est favorable à des instructions au cas par cas pour que la gestion des eaux pluviales soit considérée pour tous les projets.

## B.3. POLITIQUE DE DESSERTE PAR LES RESEAUX PLUVIAUX

En cas d'urbanisation de nouvelles zones, la gestion à la parcelle est obligatoire, en premier par l'infiltration totales des eaux pluviales, ou à défaut avec un rejet à débit limité. Il n'est pas prévu d'extension de la zone de collecte des eaux pluviales. Le raccordement de nouvelles zones dans des réseaux unitaires ou d'eaux pluviales stricts saturés ne sera pas accepté.

## B.4. POLITIQUE DE MAÎTRISE DES RUISSELLEMENTS

### B.4.1. Règle générale

---

La politique de maîtrise des ruissellements a pour objectif de ne pas aggraver, et progressivement d'améliorer, les conditions d'écoulement par temps de pluie dans les réseaux situés à l'aval des zones nouvellement aménagées.

Pour cela et conformément aux exigences du code de l'environnement, la métropole de Clermont-Ferrand a choisi de limiter les débits supplémentaires rejetés vers les réseaux et progressivement de déconnecter les surfaces historiquement raccordées.

Il sera privilégié la mise en place de mesures de gestion des eaux pluviales dites alternatives, décrites en annexe 4.

### B.4.2. Dispositions applicables à la gestion des nouvelles imperméabilisations

---

#### B.4.2.1. Cas général

---

La gestion des nouvelles imperméabilisations est un enjeu crucial pour les collectivités locales, les urbanistes, et les gestionnaires de l'eau. L'augmentation des surfaces imperméabilisées, telles que les routes, les parkings, et les bâtiments, perturbe le cycle naturel de l'eau, augmentant les risques d'inondations, d'érosion et de pollution des eaux de surface. Les dispositions applicables à cette gestion visent à minimiser ces impacts négatifs et à favoriser une gestion durable des eaux pluviales.

Les dispositions énoncées ci-dessous s'appliquent à l'ensemble des constructions et infrastructures publiques ou privées nouvelles, à tous projets soumis à autorisation d'urbanisme (permis de construire, d'aménager, déclaration de travaux, etc.) et aux projets non soumis à autorisation d'urbanisme sur la Métropole de Clermont.

L'urbanisation de toute zone de type AU ou U du PLUi devra nécessairement s'accompagner de la mise en œuvre de **mesures compensatoires** pour réguler les débits d'eaux pluviales.

Les ouvrages de gestion à la parcelle (infiltration et/ou rétention), créés dans le cadre de permis de construire devront être dimensionnés pour **l'ensemble des surfaces imperméabilisées** susceptibles d'être réalisées sur chaque lot, y compris les voiries. Les surfaces imperméabilisées des parcelles privées doivent être gérées à la parcelle, indépendamment des espaces communs (voiries, parc, ...).

L'aménagement devra compter :

- ✓ Un ou plusieurs ouvrages permettant la compensation de l'imperméabilisation de la totalité des surfaces imperméabilisées de l'unité foncière ;
- ✓ Un dispositif d'évacuation des eaux pluviales par infiltration ou épandage sur la parcelle, ces techniques étant à privilégier sur le territoire de la Métropole. Exceptionnellement, dans des cas particuliers, justifiés par l'impossibilité de mettre en place un système d'infiltration, le déversement dans un fossé, un ravin, un cours d'eau ou dans le réseau public pourra être autorisé après stockage et régulation et sous autorisation de l'autorité compétente.

#### B.4.2.2. Zones à urbaniser (AU) :

---

Les eaux pluviales collectées sur les zones à urbaniser, à l'échelle privée et à l'échelle collective, devront être **infiltrées et/ou régulées par stockage**, pour la part des pluies qui ne pourrait pas être infiltrée. **Aucun raccordement de zones AU sur des réseaux unitaires ou pluviaux saturés ne sera accepté.**

Le tableau suivant définit les règles en fonction de la perméabilité du terrain. Les détails concernant la perméabilité du sol sont disponibles dans l'annexe 2 de ce rapport.

Perméabilité du sol (mm/h)	Règle
Supérieure à 10	<b>Infiltration obligatoire de la totalité des pluies</b> par toutes techniques alternatives adaptées
Inférieure à 10	<b>Infiltration au maximum des capacités du sol et a minima des 10 premiers millimètres</b> et régulation de la part des pluies ne pouvant être infiltrée

**Tableau II : Règles de gestion des eaux pluviales en fonction de la perméabilité des sols**

**L'infiltration des eaux pluviales** dans le sous-sol sera **obligatoire** lorsque les études de sol adaptées (incluant des tests de perméabilité adaptés à l'ouvrage envisagé (ex : Matsuo, Porchet, Nasberg) auront prouvé sa faisabilité (perméabilité, épaisseur de sol non saturée) afin d'éviter tout risque comme une stagnation des eaux en surface, une déstabilisation des terrains, etc. Le cas échéant une étude de pollution devra être réalisée (cf règlement d'assainissement collectif de Clermont Auvergne Métropole).

La gestion du ruissellement devra s'effectuer, chez le particulier et à l'échelle collective :

- Au plus près de la source par des techniques dites alternatives mettant en œuvre l'infiltration totale par épandage direct ou une rétention associée à une lente infiltration et a minima des 10 premiers mm ;
- Ou, si l'infiltration n'est pas jugée possible par l'étude de sol, un mode de rétention avant rejet au milieu naturel ou dans le réseau pluvial métropolitain si celui-ci n'est pas saturé, à un débit autorisé de 3 l/s/ha, après validation du maître d'ouvrage ou de l'autorité compétente. La totalité de la surface de l'unité foncière est prise en compte pour le calcul du débit (pas uniquement les surfaces imperméabilisées).

Dans le cadre d'opérations d'ensemble, les parcelles privées et les espaces communs doivent être dissociés pour la gestion des eaux pluviales. Une gestion mutualisée est possible uniquement pour les projets destinés à rester privés.

Ces dispositifs seront conçus de telle sorte que les débordements qui se produiraient pour des événements pluvieux supérieurs à la pluie dimensionnante (T = 10 ans ou 20 ans ou 30 ans – voir paragraphe D.4.3), ou en cas d'entretien déficient de l'ouvrage, soient dirigés vers l'intérieur de la parcelle et non vers la voie publique.

*Rappel du Code Civil :*

*Article 640 : « Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur. »*

*Article 641 : « Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur. »*

Cela signifie que les propriétaires doivent prendre des mesures pour ne pas aggraver la situation des eaux chez leur voisin, y compris en dirigeant les débordements d'événements pluvieux vers l'intérieur de leur parcelle plutôt que vers la voie publique.

Ainsi, lors de l'aménagement de nouvelles zones, des axes de débordement des bassins, libres d'habitations, devront être prévus.

Également, il est préférable de dimensionner le dispositif d'infiltration avec la pluie maximum qu'il est possible d'infiltrer à la parcelle.

Lors de l'aménagement de toute surface collective (trottoirs, chaussées, stationnement, piste cyclable, ...) la mise en œuvre de revêtements perméables doit être étudiée dès le démarrage du projet. L'utilisation

d'ouvrages d'infiltration ou encore de rétention associée à une infiltration est également conseillée (noues, jardins de pluie, ...) permettant ainsi une évacuation contrôlée.

Lorsque que ce n'est pas réalisable, la possibilité d'un écoulement en surface des eaux pluviales peut être étudiée (même dans le cas de présence de canalisations enterrées) pour assurer une évacuation des eaux pluviales vers l'aval lorsque les collecteurs sont saturés.

Ceci est à coupler à la préservation des axes majeurs d'écoulement des eaux pluviales, afin de limiter au maximum l'incidence d'un orage particulièrement violent sur les personnes et sur les biens.

#### Pour les zones urbanisables avec contraintes :

Ces prescriptions ne s'appliquent pas lorsque nous sommes en présence des contraintes suivantes :

- Mouvement de terrain ;
- Présence de nappes à moins d'un mètre de profondeur ;
- Ravinements et ruissellements faible à important ;
- Zone comprise dans le périmètre de protection des captages ;

Une étude géotechnique est obligatoire pour justifier d'une infiltration proscrite.

Il doit être envisagé la création d'une rétention pour une pluie de retour 30 ans (2h à 24h) avec un débit de fuite de 3 l/s/ha (prise en compte de la totalité de la parcelle). Le rejet du bassin de rétention pourra se faire par infiltration ou dans le milieu naturel seulement hors zone de contrainte.

Le rejet dans un réseau d'eaux pluviales reste exceptionnel et soumis à la validation du maître d'ouvrage.

#### **B.4.2.3. Zones urbanisées (U) :**

Pour toute nouvelle construction ou extension d'aménagement dans les zones déjà urbanisées, il faudra veiller à respecter les prescriptions relatives au coefficient de biotope par surface (CBS) et au coefficient de pleine terre (PLT). L'application des 2 paramètres est définie par ailleurs dans le PLUi.

Le dispositif réglementaire s'appuie :

- Sur une part d'espace libre en pleine terre (PLT) afin de préserver les trames jardinées urbaines ou d'activer une reconquête des sols dans les espaces très minéralisés ;
- Sur le Coefficient de Biotope par Surface (CBS), qui prend en compte les autres dispositifs favorables à la perméabilité des sols et à la végétalisation des projets. Ils sont pondérés par un ratio en fonction de leurs qualités environnementales et paysagères. Le CBS intègre également la notion d'espace partagé afin de favoriser le lien social et les espaces de convivialité au sein des projets.

**En zone U :**

- **Pour les parcelles initialement non construites : même prescriptions que pour les zones AU ;**
- **Pour les extensions : les prescriptions sont valables uniquement pour l'extension si celle-ci fait moins de 50% de la surface imperméabilisée initiale, sinon les prescriptions seront applicables pour toute la parcelle ;**
- **Pour les démolitions ou reconstructions : les prescriptions sont valables pour toute l'unité foncière sans prise en compte de l'imperméabilisation initiale. Ce cas est similaire à un nouveau projet.**

La règle de perméabilité du sol est valable pour les zones U avec le seuil des 10 mm/h de perméabilité :

Perméabilité du sol (mm/h)	Règle
Supérieure à 10	<b>Infiltration obligatoire de la totalité des pluies</b> par toutes techniques alternatives adaptées
Inférieure à 10	<b>Infiltration au maximum des capacités du sol et a minima des 10 premiers millimètres</b> et régulation de la part des pluies ne pouvant être infiltrée

La gestion du ruissellement pourra s'effectuer :

- ✓ Au plus près de la source par des techniques dites alternatives, mettant en œuvre l'infiltration totale par épandage direct ou une rétention associée à une lente infiltration et a minima des 10 premiers mm ;
- ✓ Ou, si l'infiltration n'est pas jugée possible par l'étude de sol, un mode de rétention avant rejet au milieu naturel ou dans le réseau pluvial métropolitain si celui-ci n'est pas saturé, à un débit autorisé de 3 l/s/ha aménagé, après validation du maître d'ouvrage ou de l'autorité compétente. Il faut noter dans ce cas la prise en compte de toute la surface pour le débit de fuite.

Ces dispositifs seront conçus de telle sorte que les débordements qui se produiraient pour des événements pluvieux supérieurs à la période de retour ( $T = 10$  ans ou 20 ans ou 30 ans – voir paragraphe D.4.3), ou en cas d'entretien déficient de l'ouvrage, soient dirigés vers l'intérieur de la parcelle et non vers la voie publique. Cette surverse régulée fonctionnant uniquement après remplissage total de l'ouvrage et n'ayant pas d'impact sur les fonds inférieurs.

**La Métropole incite également à la désimperméabilisation ou la régulation d'autres surfaces imperméabilisées préexistantes sur la parcelle**, au-delà du simple respect du coefficient d'imperméabilisation. Aussi, il est préférable de dimensionner le dispositif d'infiltration avec la pluie maximum qu'il est possible d'infiltrer à la parcelle et de profiter de la création de ces ouvrages pour déconnecter l'ensemble des surfaces imperméabilisées existantes sur la parcelle du réseau communal afin de les gérer localement.

Lors du réaménagement de toute surface collective (trottoirs, chaussées, stationnement, piste cyclable, ...) la mise en œuvre de revêtements perméables doit être étudiée dès le démarrage du projet. La mise en place de ces revêtements doit être accompagnée de lits de pose drainants. L'utilisation d'ouvrages d'infiltration ou encore de rétention associée à une infiltration est également conseillée (noues, jardins de pluie, ...) permettant ainsi une évacuation contrôlée. Lorsque que ce n'est pas réalisable, la possibilité d'un écoulement en surface des eaux pluviales vers l'aval doit être étudiée (même dans le cas de présence de canalisations enterrées) pour assurer une évacuation des eaux pluviales vers l'aval lorsque les collecteurs sont saturés. Ceci est à coupler à la préservation des axes majeurs d'écoulement des eaux pluviales, afin de limiter au maximum l'incidence d'un orage particulièrement violent sur les personnes et sur les biens.

#### **B.4.2.4. Zone d'aménagement concerté (ZAC) disposant d'un règlement de zone**

---

Pour les ZAC, les dispositions du présent zonage s'appliquent :

- En cas de rétrocession ultérieure programmée des voiries et espaces communs : application des prescriptions à l'échelle de la ZAC ainsi qu'à l'échelle de chaque lot ;
- Si pas de rétrocession : gestion des eaux pluviales à l'échelle de la ZAC.

La non-application des prescriptions à l'échelle de chaque lot vaudra un refus de rétrocession.



#### **B.4.2.5. Zones agricoles et naturelles**

---

Sauf mention contraire spécifiquement indiquée sur la carte de zonage, une gestion du ruissellement décennal sera imposée sur les zones agricoles et naturelles, pour toutes nouvelles opérations de création ou d'augmentation de surfaces imperméabilisées (cultures hors sol, bâtiments d'exploitation, aire de stockage, ...) de plus 1 000 m<sup>2</sup>.

La gestion du ruissellement pourra s'effectuer :

- ✓ Au plus près de la source par des techniques dites alternatives, mettant en œuvre l'infiltration totale par épandage direct ou une rétention associée à une lente infiltration ;
- ✓ Ou, si l'infiltration n'est pas jugée possible, un mode de rétention avant rejet au milieu naturel ou dans le réseau pluvial métropolitain, à un débit autorisé de 3 l/s/ha (prise en compte de la totalité de la parcelle).

La Métropole incite à la désimperméabilisation ou la régulation d'autres surfaces imperméabilisées préexistantes sur la parcelle. Aussi, il est préférable de dimensionner le dispositif d'infiltration avec la pluie maximum qu'il est possible d'infiltrer à la parcelle et de profiter de la création de ces ouvrages pour déconnecter l'ensemble des surfaces imperméabilisées existantes sur la parcelle du réseau communal afin de les gérer localement.

D'une manière générale, il est conseillé de préserver les fossés existants :

- ✓ Interdiction de couverture, busage, bétonnage, recalibrage, dévoiement ;
- ✓ En cas de création d'un ouvrage d'accès à une propriété, la capacité d'évacuation doit être maintenue ;
- ✓ Autorisation du maître d'ouvrage pour tout rejet ou travaux sur les fossés (commune, métropole, conseil départemental, ...).

Sur les zones agricoles du territoire de la Métropole, il conviendra de favoriser :

- ✓ Un entretien de la surface du sol afin d'éviter la formation d'une croûte de battance ;
- ✓ Une aération du sol entre les périodes de végétation ;
- ✓ L'utilisation de fossés de drainage ;
- ✓ Une orientation des cultures adaptée à la pente et au sens d'écoulement : orientation perpendiculaire à la pente en cas de forte pente et dans le sens de la pente en cas de faible pente ;
- ✓ Un enherbement maîtrisé des sols ;
- ✓ La plantation de haies perpendiculairement à la pente.

#### **B.4.2.6. Projet soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau**

---

Pour les projets soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau (article L214 du Code de l'Environnement), la notice d'incidence à soumettre au service instructeur devra vérifier que les obligations faites par le présent règlement sont suffisantes pour compenser tout impact potentiel des aménagements sur le débit et la qualité des eaux pluviales.

Dans le cas contraire, des mesures compensatoires complémentaires devront être mises en place.

#### **B.4.2.7. Cas non soumis à ces prescriptions**

---

Les aménagements de terrain ne concernant pas le bâti existant et n'entraînant pas d'aggravation du ruissellement (maintien ou diminution de surfaces imperméabilisées) et de modifications notables des conditions d'écoulement et d'évacuation des eaux pluviales sont dispensés de mesures compensatoires.

#### B.4.2.8. Axes d'écoulement sensibles

---

Des axes d'écoulements traversent la Métropole et peuvent donner lieu à des inondations par ruissellement lors des fortes pluies et en période de crue.

Les axes d'écoulement sont constitués par des lignes de collecte des eaux qui s'écoulent en surface et rejoignent les points bas topographiques. Les axes d'écoulement peuvent être naturels (talwegs) ou artificiels (routes, rues).

Ces axes sont à préserver de toutes modifications susceptibles de perturber les écoulements :

- ✓ Interdiction de buser dans une capacité inférieure à la capacité actuelle d'écoulement ;
- ✓ Interdiction de modifier la trajectoire actuelle (dévoisement) ;
- ✓ Définition d'une zone franche de toute urbanisation aux abords de l'axe (**5 m de part et d'autre**).
- ✓ Préserver et entretenir les arbres et arbustes de haies situés aux abords.

Les représentations des axes d'écoulement sur les documents graphiques du règlement ont une valeur indicative et doivent être comparées à la réalité physique et topographique constatée sur le terrain pour en définir le tracé, l'emprise et les caractéristiques exactes.

Dès lors qu'à l'occasion de l'étude du projet des différences significatives entre les caractéristiques graphiques du règlement et celles constatées « in situ » apparaissent, ces dernières prévalent pour permettre l'adaptation du projet au site.

En milieu urbain, la largeur de la bande peut être dérogée s'il s'agit de poursuivre une continuité bâtie existante, sous réserve que la sauvegarde des biens et la sécurité des personnes sont assurées.

##### Dispositions générales :

Toutes constructions, exhaussements et affouillements des sols, sous-sols et caves, travaux et installations de quelque nature qu'ils soient, sont interdits sauf ceux mentionnés ci-après (cas particuliers).

L'imperméabilisation des chemins existants et la construction de routes dans l'axe des talwegs sont interdites (sauf mise en place de dispositifs de tamponnement et production d'une étude justificative de non aggravation des risques par ailleurs).

##### Cas particuliers :

Sont autorisés, dans la mesure où ils n'entraînent aucune aggravation du risque par ailleurs, ni augmentation de ses effets (ni rehausse des lignes d'eau, ni modification des périmètres exposés) :

- ✓ Les travaux usuels d'entretien et de gestion normaux des biens et activités implantés antérieurement à l'approbation du présent zonage ;
- ✓ La rénovation ou l'aménagement des constructions existantes régulièrement autorisées à la date d'approbation du présent document ainsi que leur reconstruction sur place sauf si la destruction est due à l'aléa inondation. En cas de reconstruction le premier niveau de plancher sera situé à 0,50 m au-dessus du TN ou de niveau de l'axe de la voirie. Ces travaux seront toutefois autorisés si la sécurité des occupants est assurée et si la vulnérabilité de ces biens est réduite ;
- ✓ L'extension, y compris les annexes et dépendances, des constructions existantes à usage d'habitation et régulièrement autorisées à la date d'approbation du présent document, à condition que le premier niveau du plancher se situe 0,50 mètre au-dessus du niveau de l'axe de la voirie et sous réserve que la sécurité des occupants et des biens soient assurées ;
- ✓ Les changements de destination, n'ayant pas pour conséquence une augmentation de la population exposée en permanence au risque inondation, et à condition de ne pas augmenter ni la vulnérabilité, ni les nuisances ;
- ✓ Les travaux et installations destinés à réduire les conséquences du risque d'inondation, à condition de ne pas aggraver les risques par ailleurs, et sous réserve d'une étude justificative.

Les constructions seront réalisées dans les règles de l'art et prendront en compte la situation en zone inondable dans les modalités de réalisation (choix des matériaux, résistance à la pression hydrostatique, accès, sécurité, emplacement des installations électriques, électroniques, micromécaniques et appareils de chauffage, ...). Les clôtures devront être hydrauliquement transparentes et ne pas faire obstacle au libre écoulement des eaux.

### B.4.3. Choix de la mesure compensatoire

Pour rappel, l'objectif des mesures compensatoires est de ne pas aggraver les conditions d'écoulement des eaux pluviales à l'aval des nouveaux aménagements. Il est donc nécessaire de compenser toute augmentation du ruissellement induite par de nouvelles imperméabilisations de sols, par la mise en œuvre de dispositifs comme :

- ✓ Des techniques alternatives à l'échelle de la construction (toitures terrasses, stockage, etc.) ou à l'échelle de la parcelle (noue, tranchée d'infiltration, ou puits d'infiltration etc.) ;
- ✓ Des techniques alternatives à l'échelle de la voirie (structure réservoir, enrobés drainants, fossés enherbés, etc.) ;
- ✓ Des bassins de rétention ou d'infiltration à l'échelle d'une opération d'ensemble.

### B.4.4. Règles de conception et de dimensionnement des mesures compensatoires

#### B.4.4.1. Choix de l'évènement pluvieux de référence

Le dimensionnement d'un système de gestion des eaux pluviales est grandement influencé par l'évènement pluvieux pris comme référence. Cet évènement pluvieux de référence correspond à la période de retour des précipitations retenue.

Pour connaître le volume à stocker, il est donc indispensable de déterminer la période de retour et le débit de fuite admissible du projet. Le choix de la période de retour dépend prioritairement des enjeux situés à l'aval du projet. En règle générale, les systèmes de gestion des eaux pluviales sont dimensionnés pour des périodes de retour de 10, 20, 30 ou 50 ans (parfois 100 ans selon Plan de Prévention des Risques – PPR).

La norme **NF EN 752-2** relative aux réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments, de laquelle le tableau ci-dessous est extrait, permet de déterminer la pluie de retour adaptée au projet.

Fréquence d'un orage	Lieu	Fréquence d'inondation acceptable
<i>Le système doit fonctionner sans mise en charge</i>	<i>Site général dans lequel se situe le projet et notamment prise en compte des zones à l'aval du projet où vont se déverser des eaux de pluie</i>	<i>Fréquence à partir de laquelle les débordements des eaux collectées sont admises en surface (impossibilité pour celles-ci de pénétrer dans le réseau)</i>
1 par an	Zones rurales	1 fois tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 fois tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres-villes / zones industrielles ou commerciales - si risque d'inondation vérifié - si risque d'inondation non vérifié	1 fois tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 fois tous les 50 ans

**Tableau III : Extrait de la norme NF EN 752-2**

Dans tous les cas, pour les événements pluvieux de période de retour supérieure à celle retenue pour le dimensionnement de l'ouvrage de rétention, le cheminement de l'eau après débordement devra être examiné. Le but de cette étude étant de déterminer des zones d'inondation préférentielles dans les parties les moins vulnérables afin de limiter au maximum les dégâts des événements exceptionnels sur les hommes et les biens. En fonction des conséquences induites, il conviendra peut-être d'augmenter la période de retour de l'ouvrage à dimensionner.

#### B.4.4.2. Débit spécifique

---

En fonction de la perméabilité du sol mais également du risque de pollution, de la sensibilité du milieu et de ses usages, il est possible :

- ✓ D'infiltrer les eaux pluviales à la parcelle, le débit de fuite de l'ouvrage de rétention éventuellement nécessaire correspond alors à la capacité du sol à infiltrer les eaux ;
- ✓ De rejeter les eaux pluviales, à débit limité (en cas d'infiltration impossible ou inappropriée). Dans ce cas, la collectivité fixe le débit de fuite.

Le débit spécifique pris en compte pour le zonage est celui déterminé par le SDAGE Loire Bretagne : **3 L/s/ha**.

Afin de garantir une cohérence et une plus grande facilité de mise en œuvre pour Clermont Auvergne Métropole, il a été choisi de définir une limitation de débit unique sur tout le territoire de la Métropole.

Notons toutefois que sur les secteurs où les réseaux existants sont saturés pour des occurrences de pluies inférieures ou égales à la décennale, aucun volume d'eau supplémentaire ne peut être toléré.

#### B.4.4.3. Infiltration

---

Les mesures compensatoires utilisant **l'infiltration** pourront être proposées pour compenser la nouvelle urbanisation, sous réserve :

- ✓ De la réalisation de tests d'infiltration, le type de test devra être adapté au projet et au terrain. Un exemple de test d'infiltration est la méthode à niveau constant après saturation du sol sur une durée de 4 h, et à la profondeur projetée du fond du bassin. Les essais devront se situer au droit du site du bassin projeté et être en nombre suffisant pour assurer une bonne représentativité de l'ensemble de la surface d'infiltration prévue ;
- ✓ D'une connaissance suffisante du niveau de la nappe en période de nappe haute.

#### B.4.4.4. Rétention

---

Pour la mise en place de **systèmes de rétention**, les prescriptions constructives à privilégier sont :

- ✓ Les volumes de rétention seront préférentiellement constitués par des bassins ouverts, accessibles et sécurisés, avec un aménagement paysager. Ils pourront disposer d'une double utilité afin d'en pérenniser l'entretien. Les talus seront très doux afin d'en faciliter l'intégration paysagère et l'entretien. En ce qui concerne les ouvrages d'amenée à un bassin de rétention, il faut privilégier les ouvrages de surface à ciel ouvert ; les réseaux métropolitains seront utilisés en dernier recours.
- ✓ Les volumes de rétention pourront être mis en œuvre sous forme de noues dans la mesure où leur dimensionnement intègre une lame d'eau de surverse pour assurer l'écoulement des eaux sans débordement, en cas de remplissage total de la noue.

- ✓ Les aménagements seront pensés de manière à prévoir le trajet des eaux de ruissellement vers le volume de rétention sans mettre en péril la sécurité des biens ou des personnes.
- ✓ Les volumes de rétention devront être aménagés afin de permettre le traitement qualitatif des eaux pluviales. Ils seront conçus de manière à optimiser la décantation et permettre un abattement significatif de la pollution chronique.
- ✓ Les aménagements d'ensemble devront respecter le fonctionnement hydraulique initial du bassin versant intercepté. Il conviendra de privilégier les fossés enherbés afin de collecter les ruissellements interceptés.

## ■ Dimensionnement

Les calculs réalisés ci-après ont pour but d'estimer un volume de stockage à mettre en œuvre pour tout projet comprenant une surface imperméabilisée.

L'estimation est basée sur la méthode des pluies décrite dans l'ouvrage « *La ville et son assainissement* » édité par le CERTU en juillet 2003.

La méthode des pluies repose sur trois hypothèses :

- ✓ Le débit de fuite de l'ouvrage est constant ;
- ✓ Il y a un transfert instantané de la pluie vers l'ouvrage de stockage (ce qui est le cas pour les petits bassins versants, à l'échelle d'un projet d'aménagement),
- ✓ Les épisodes pluvieux sont indépendants, ce qui signifie que l'ouvrage doit se vider avant l'évènement pluvieux suivant.

Elle est basée sur la comparaison entre la hauteur d'eau tombée au cours d'un évènement pluvieux et la hauteur d'eau évacuée par l'ouvrage (avec son débit de fuite spécifique). La différence maximale  $D_h$  entre les deux hauteurs permet d'accéder au volume de stockage par la formule suivante :

$$V = 10 \times D_h \times S$$

Avec :

- ✓  $V$  : volume de stockage en  $m^3$  ;
- ✓  $D_h$  : écart maximal en mm ;
- ✓  $S$  : surface imperméabilisée du projet en ha.

La quantité de précipitations (hauteur d'eau) dépend de la durée de la pluie. La hauteur d'eau peut être évaluée à partir des coefficients de Montana établis par Météo France à la station Clermont-Ferrand-Aulnat sur la période 1957-2008.

La formule de Montana est la suivante :

$$h(t) = a \times t^{1-b}$$

Avec :

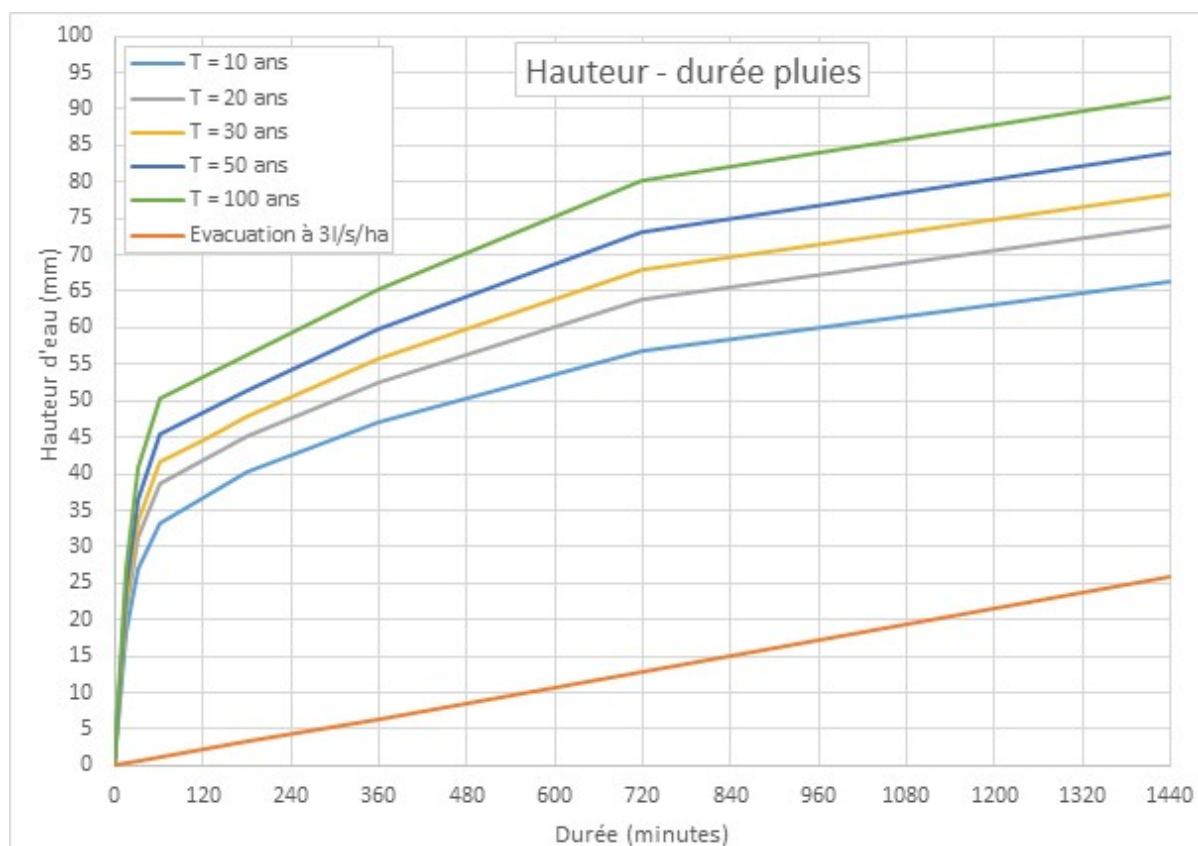
- ✓  $h(t)$  : la hauteur précipitée en mm ;
- ✓  $t$  : la durée de la pluie en minute ;
- ✓  $a$  et  $b$  : les coefficients de Montana.

Le tableau suivant présente les hauteurs précipitées calculées pour des durées de pluie comprises entre 15 minutes et 24 heures pour les périodes de pluies de retour de 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans (données extrapolées).

Durée pluie	15 min	30 min	1h	2h	3h	6h	12h	24h
H (mm) T = 10 ans	18.4	27	33.3	36.7	40.2	47	56.9	66.3
H (mm) T = 20 ans	21	31.2	38.6	41.8	45.1	52.6	64	74
H (mm) T = 30 ans	22.5	33.6	41.6	44.7	48	55.8	68.1	78.4
H (mm) T = 50 ans	24.4	36.6	45.4	48.4	51.5	59.9	73.2	84
H (mm) T = 100 ans	26.9	40.7	50.4	53.3	56.3	65.3	80.1	91.5

**Tableau IV : Hauteurs précipitées en fonction de la durée de la pluie établies à partir des coefficients de Montana pour les différentes pluies de retour (données Schéma Directeur Eaux pluviales de Clermont Auvergne Métropole 2023)**

La figure suivante présente les données relatives aux hauteurs d'eau tombées pour les pluies de différentes occurrences (pluies de référence), construite à partir des coefficients de Montana, et la hauteur d'eau évacuée pour un débit spécifique de 3 l/s/ha.



**Figure 3 : Courbes hauteur – durée locale des pluies pour les différentes occurrences (Source Schéma Directeur eaux pluviales de Clermont Auvergne Métropole 2023)**

Dh représente l'écart maximal entre la hauteur de pluie précipitée et la hauteur de pluie évacuée par l'ouvrage en fonction du temps. Cette valeur dépend donc de l'occurrence, à choisir en fonction du projet. Le développement du raisonnement pour une occurrence trentennale est présenté ci-après.

Rappel des hauteurs précipitées en fonction de la durée de la pluie pour une pluie de retour 30 ans :

Durée pluie	15 min	30 min	1h	2h	3h	6h	12h	24h
Hauteur précipitée (mm)	22.5	33.6	41.6	44.7	48	55.8	68.1	78.4

**Tableau V : Hauteurs précipitées en fonction de la durée de la pluie établies à partir des coefficients de Montana pour la pluie trentennale**

Rappel : Notons qu'en cas d'infiltration, le débit de fuite (ou débit d'évacuation de l'ouvrage) à prendre en compte est celui de l'infiltration, il peut donc être plus élevé ou plus faible que le débit spécifique imposé (3l/s/ha) et ainsi faire diminuer ou augmenter le volume de l'ouvrage. Dans ce cas, la formule à appliquer pour tracer la courbe d'évacuation est la suivante :

$$h(t) = qs \times t$$

Avec : ***h(t)***, hauteur vidangée au temps *t* (en mm)

***qs***, débit spécifique de vidange (en mm/min)

***t***, temps (en min)

Pour déterminer *qs* :

$$qs = 60000 \times \frac{Q_f}{S_a}$$

Avec : ***qs***, débit spécifique de vidange (en mm/min)

***Q<sub>f</sub>***, débit de fuite de l'ouvrage (en m<sup>3</sup>/s)

***S<sub>a</sub>***, surface active (en m<sup>2</sup>)

Pour déterminer *S<sub>a</sub>* :

$$S_a = C_{a \text{ global}} \times S$$

Avec : ***S***, la surface du bassin versant (en m<sup>2</sup>)

***C<sub>a global</sub>***, le coefficient d'apport (sans unité)

$$C_{a \text{ global}} = \frac{\sum C_{r \text{ imper}} \times S_{\text{imper}} + \sum C_{r \text{ non imper}} \times S_{\text{non imper}}}{\sum S_{\text{imper}} + S_{\text{non imper}}}$$

Avec : ***C<sub>r</sub>***, le coefficient de ruissellement (sans unité, compris entre 0 et 1) pouvant être déterminé ainsi :

Type de surface	Coefficient de ruissellement (Cr) compris entre
Zone d'activités tertiaires centres villes autres	0,70 / 0,95 0,50 / 0,70
Zone résidentielle pour 1 pavillon ensemble de pavillons détachés ensemble de pavillons attachés	0,30 / 0,50 0,40 / 0,60 0,60 / 0,75
Zone industrielle	0,50 / 0,90
Cimetières - Parcs	0,10 / 0,25
Zone de jeux	0,25 / 0,35
Rue et trottoirs asphalte béton pavé	0,95 0,95 0,85
Pelouse (sol sablonneux) pente < 2 % 2 % < pente < 7 % pente > 7 %	0,05 / 0,10 0,10 / 0,15 0,15 / 0,25
Pelouse (sol terreux) pente < 2 % 2 % < pente < 7 % pente > 7 %	0,13 / 0,17 0,18 / 0,22 0,25 / 0,35

Valeurs des coefficients de ruissellement en fonction du type de surface

La figure suivante présente les données relatives à la hauteur d'eau tombée pour la pluie de référence trentennale, construite à partir des coefficients de Montana, et la hauteur d'eau évacuée pour un débit spécifique de 3 L/s/ha.

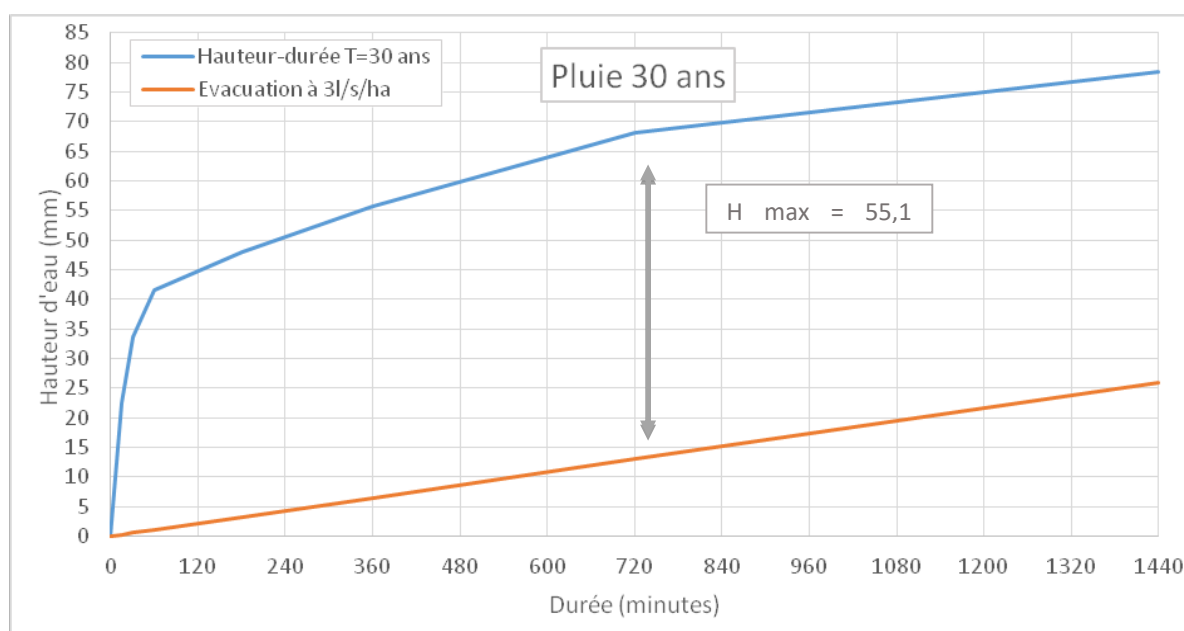


Figure 4 : Superposition de la courbe hauteur-durée de la pluie trentennale et de la courbe d'évacuation

D'après la méthode des pluies, la différence de hauteur maximale  $D_h$  atteint 55,1 mm (soit un volume de stockage de  $551 \text{ m}^3/\text{ha}$  imperméabilisé). Ainsi le volume de stockage à prévoir vis-à-vis d'une pluie trentennale et avec un débit de fuite de 3 L/s/ha est **d'environ  $560 \text{ m}^3$  par hectare imperméabilisé**. L'arrondi est volontairement réalisé à la dizaine supérieure afin de prendre en compte la totalité de la pluie de dimensionnement.

Notons que cette méthode est basée sur un débit de fuite constant au cours du temps or en début de pluie, le débit est généralement inférieur au débit de fuite autorisé.



L'application de cette méthode aux occurrences 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans permet d'obtenir les préconisations suivantes, pour un débit de fuite de 3L/s/ha :

Période de retour	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Volume de stockage à prévoir (en m <sup>3</sup> /ha imper)	450	520	560	610	680

*Tableau VI : Volumes de stockage préconisés en fonction de l'occurrence*

Pour rappel, ces volumes de stockage sont à mettre en place après infiltration des 10 premiers mm.

#### B.4.5. Réutilisation des eaux pluviales

---

En plus de ses avantages environnementaux (diminution des risques d'inondation, protection des milieux récepteurs, etc.), la récupération des eaux pluviales peut également permettre de réduire la consommation en eau potable.

Cependant, la récupération des eaux pluviales est soumise à de nombreuses restrictions, en particulier pour un usage de celles-ci à l'intérieur d'un bâtiment. En effet, l'eau pluviale est **NON POTABLE**, il n'est donc pas possible d'utiliser des eaux de ruissellement pour un usage alimentaire ou d'hygiène corporelle sans traitement préalable. Il faut donc privilégier l'eau issue du réseau de distribution d'eau potable pour les usages à l'intérieur de l'habitation. Ceci est soumis à réglementation d'après l'arrêté du 21 août 2008 : déclaration avec dispositif de comptage pour les usages domestiques avec rejet à l'assainissement (volumes comptabilisés sur la facture d'eau).

Dans le cas d'une installation privative de distribution d'eau issue de récupération d'eau de pluie, aucun raccordement temporaire ou permanent du réseau d'eau de pluie avec le réseau public de distribution d'eau potable ne doit exister.

En extérieur, les usages domestiques suivants sont possibles :

- ✓ Arrosage des espaces verts (les espaces verts accessibles au public doivent alors être arrosés en dehors des périodes de fréquentation du public) ;
- ✓ Arrosage du potager, des légumes, des plantes d'ornement ;
- ✓ Lavage des véhicules, des sols ;
- ✓ Remplissage de la piscine ;
- ✓ Prévention incendie, irrigation des terrains de sport, lavage des voiries pour les collectivités.

Il est plus aisé de mettre en place un système de récupération des eaux pluviales dans les bâtiments neufs que dans les bâtiments existants. Toutefois, l'installation d'une cuve extérieure permettant l'utilisation des eaux pluviales pour les usages extérieurs ne demande généralement pas de travaux importants et peut être effectuée dans la plupart des cas.

Notons que ce système de récupération des eaux pluviales a pour objet de constituer une alimentation d'appoint pour des usages spécifiques. L'objectif d'un tel système n'est pas la lutte contre les débordements, survenant principalement lors des pluies d'orages estivaux. Durant cette période généralement sèche, le système de récupération trouve son utilité notamment pour l'arrosage des jardins et espaces verts, ce qui ne permet pas de libérer entièrement le volume de stockage pour l'interception des futures pluies d'orage et la lutte contre les débordements.

Ainsi, une installation de récupération d'eau pluviale ne permet pas à elle seule d'accomplir un rôle de valorisation et de lutte contre les inondations.

Il existe toutefois des systèmes de stockage à double fonction permettent d'assurer les deux missions. Dans ces ouvrages, une zone est réservée à l'utilisation des eaux pluviales et l'autre est réservée à la régulation des débits pluviaux. Ce type de stockage entraîne une augmentation du volume de la cuve et donc du coût d'installation. Une autre possibilité est d'utiliser deux cuves distinctes.

En conclusion, la réutilisation des eaux pluviales est soumise à une réglementation stricte. Néanmoins, l'utilisation de pluie pour des usages extérieurs ne présente pas de contraintes rédhibitoires et la relative facilité de mise en œuvre d'un moyen de stockage permet une utilisation des eaux recueillies, notamment pour l'arrosage des jardins et espaces verts.

La réutilisation des eaux pluviales peut être effectuée aussi bien à l'échelle du particulier que de la commune ou de la métropole.

### B.4.6. Carte du zonage pluvial

La carte du zonage pluvial est fournie en Annexe 5. Elle est établie uniquement sur les zones agglomérées principales.

La délimitation du territoire en zones de production du ruissellement permet d'associer à chacune des zones des prescriptions de gestion des eaux pluviales adaptées au territoire, à l'hydraulique et aux désordres historiques d'inondations.

Les zones de production pouvant donc générer du ruissellement (si elles sont imperméabilisées) sont délimitées par sous bassin versant hydrographique sur la base d'une approche topographique, puis priorisées suivant la vulnérabilité des secteurs urbanisés situés en aval.

Ainsi le plan de zonage pluvial considère 3 types de zones :

- Les zones de production « prioritaires principales » sont les bassins versants pouvant générer des ruissellements vers des secteurs à forts enjeux où des problèmes d'inondations et des sinistres ont été observés ;
- Les zones de production « prioritaires secondaires » sont les bassins versants pouvant générer des ruissellements vers des secteurs à forts enjeux ;
- Les zones de production « non prioritaires » sont les bassins versants pouvant générer des apports d'eau vers des secteurs peu vulnérables.

Sur la carte de zonage 3 zones sont identifiées :

- Zone prioritaire principale, avec gestion de la pluie de retour 30 ans,
- Zone prioritaire secondaire, avec gestion de la pluie de retour 20 ans,
- Zone non prioritaire, avec gestion de la pluie de retour 10 ans.

Pour les zones AU dont les réseaux unitaires ou pluviaux sont saturés, le rejet au réseau est interdit.

Pour ces 3 zones un rejet dérogatoire de 3 l/s/ha peut être accepté en cas d'infiltration insuffisante.

Tout projet de construction ou d'aménagement entrant dans le champ d'application du zonage pluvial doit concevoir un système de gestion des eaux pluviales modulable qui fonctionne dans toutes les conditions météorologiques (importance de l'événement pluvieux) en garantissant les objectifs de performances fixés ci-dessous, selon les niveaux de services et de protection adaptés à chaque zone et décrits en annexe 6.

Ainsi, dès la conception, les projets d'aménagement concernés devront prévoir des dispositifs de gestion des eaux pluviales adaptés afin de répondre aux objectifs fixés. Le niveau de protection retenu par la Métropole varie en fonction du risque d'inondation en aval et de l'état de saturation du réseau en aval, allant de la pluie locale de période de retour décennale à trentennale selon la zone considérée dans le plan de zonage.

Période de retour de la pluie locale	Zones "non prioritaires"	Zones "prioritaires secondaires"	Zones "prioritaires principales"
Débit de fuite dérogatoire appliqué	3 L/s/ha (*)		
≤ 1 mois			
≤ 10 ans			
≤ 20 ans			
≤ 30 ans			
≤ 100 ans			
> 100 ans			

Tableau VII : Synthèse des règles à respecter selon les zones



(\*) Suivant les différentes zones de la carte pluviale :

- Zones avec pluies de retour 10, 20 et 30 ans → débit de fuite accepté de 3 l/s/ha
- Zones 0 rejet → zones AU au droit de réseaux unitaires ou pluviaux saturés

**Niveau 1** : Infiltration / stockage / traitement à la source (0 rejet) pour toute perméabilité ;

**Niveau 2** : Infiltration / stockage / traitement à la source dans la mesure du possible ( $K > 3.10^{-6}$  m/s) ;

**Niveau 3** : Débordements localisés vers système majeur, maîtrise du risque et des inondations ;

**Niveau 4** : Gestion du risque inondation / résilience et sécurité des personnes.

**Clermont Auvergne Métropole se réserve le droit de refuser un rejet en cas de contrainte majeure identifiée :** sous-dimensionnement du réseau avec débordement récurrent, absence d'exutoire, etc. Cette remarque est plutôt valable pour les zones U puisque les zones AU en zones à contraintes sont traitées au-dessus.

#### ■ Zone de production non prioritaire :

Le ruissellement généré par une pluie décennale locale doit être géré sur l'unité foncière du projet. Il doit être retenu à la source par infiltration ou toute autre technique visant à déconnecter l'eau de pluie des réseaux. Un rejet dérogatoire au milieu naturel ou au réseau pourra être accepté sous conditions. Il sera plafonné à 3 litres par seconde et par hectare.

Au-delà d'une pluie décennale et jusqu'à une pluie centennale locale, le ruissellement excédentaire doit être maîtrisé au maximum sur l'unité foncière du projet jusqu'à l'exutoire naturel sans augmenter la vulnérabilité sur l'unité foncière et pour les constructions situées à l'aval.

Le ruissellement produit par un événement pluvieux exceptionnel devra pouvoir rejoindre les axes d'écoulements naturels sans obstacle et mise en péril des personnes.

#### ■ Zone de production prioritaire secondaire :

Le ruissellement généré par une pluie vingtennale locale doit être géré sur l'unité foncière du projet. Il doit être retenu à la source par infiltration ou toute autre technique visant à déconnecter l'eau de pluie des réseaux. . Un rejet dérogatoire au milieu naturel ou au réseau pourra être accepté sous conditions. Il sera plafonné à 3 litres par seconde et par hectare.

Au-delà d'une pluie vingtennale et jusqu'à une pluie centennale locale, le ruissellement excédentaire doit être maîtrisé au maximum sur l'unité foncière du projet jusqu'à l'exutoire naturel sans augmenter la vulnérabilité sur l'unité foncière et pour les constructions situées à l'aval.

Le ruissellement produit par un événement pluvieux exceptionnel devra pouvoir rejoindre les axes d'écoulements naturels sans obstacle et mise en péril des personnes.

#### ■ • Zone de production prioritaire principale :

Le ruissellement généré par une pluie trentennale locale doit être géré sur l'unité foncière du projet. Il doit être retenu à la source par infiltration ou toute autre technique visant à déconnecter l'eau de pluie des réseaux. . Un rejet dérogatoire au milieu naturel ou au réseau pourra être accepté sous conditions. Il sera plafonné à 3 litres par seconde et par hectare.

Au-delà d'une pluie trentennale et jusqu'à une pluie centennale locale, le ruissellement excédentaire doit être maîtrisé au maximum sur l'unité foncière du projet jusqu'à l'exutoire naturel sans augmenter la vulnérabilité sur l'unité foncière et pour les constructions situées à l'aval.

Le ruissellement produit par un événement pluvieux exceptionnel devra pouvoir rejoindre les axes d'écoulements naturels sans obstacle et mise en péril des personnes.

#### **B.4.7. Récapitulatif du zonage pluvial**

---

La page suivante détaille les dispositions du zonage des eaux pluviales.

Clermont Auvergne Métropole – Zonage des eaux pluviales			
Zones à urbaniser (AU)	Zones urbaines (Ua, Ub, ...)	Zones agricoles (A) et naturelles (N)	Axes d'écoulement sensibles
Gestion des eaux pluviales	Gestion des eaux pluviales	Gestion des eaux pluviales lors de création ou extension de surface imperméabilisée supérieure à 1 000 m <sup>2</sup> .	Préservation des axes d'écoulement sensibles
<p><b>Gestion des eaux pluviales obligatoire pour la pluie de référence (applicable selon secteurs)</b></p> <p><b>Infiltration et/ou stockage selon la perméabilité du sol :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Supérieure à 3.10<sup>-6</sup> m/s (10 mm/h) : Infiltration obligatoire de la totalité des pluies par techniques alternatives adaptées.</li> <li>Inférieure à 3.10<sup>-6</sup> m/s : Infiltration au maximum des capacités du sol et à minima des 10 premiers millimètres. Installation d'un dispositif de stockage complémentaire à l'infiltration des 10 premiers mm et raccordement de la part des eaux pluviales régulées sur le réseau collectif ou au milieu naturel, à un débit autorisé de 3 l/s/ha, avec accord de l'autorité compétente.</li> <li>Cas 0 rejet : zones AU au droit de réseaux unitaires ou pluviaux saturés</li> </ul> <p><b>En domaine public, mise en œuvre de revêtements perméables sur les zones de circulation (voiries, trottoirs, pistes cyclables, allées piétonnes, ...) et de stationnement à étudier. Permettre d'intégrer plus de nature en ville avec la création d'espaces verts.</b></p>	<p><b>Gestion des eaux pluviales obligatoire pour la pluie de référence (applicable selon secteurs)</b></p> <p><b>Infiltration et/ou stockage selon la perméabilité du sol :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Supérieure à 3.10<sup>-6</sup> m/s (10 mm/h) : Infiltration obligatoire de la totalité des pluies par techniques alternatives adaptées.</li> <li>Inférieure à 3.10<sup>-6</sup> m/s : Infiltration au maximum des capacités du sol et à minima des 10 premiers millimètres. Installation d'un dispositif de stockage complémentaire à l'infiltration et raccordement de la part des eaux pluviales régulées sur le réseau collectif ou au milieu naturel, à un débit autorisé de 3 l/s/ha, avec accord de l'autorité compétente.</li> </ul> <p><b>Favoriser le dimensionnement du dispositif d'infiltration avec la pluie maximum qu'il est possible d'infiltrer à la parcelle et profiter de la création de ces ouvrages pour déconnecter l'ensemble des surfaces imperméabilisées existantes du réseau communal afin de les gérer localement.</b></p>	<p><b>Gestion du ruissellement décennal par infiltration et/ou stockage, selon la perméabilité du sol :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Supérieure à 3.10<sup>-6</sup> m/s (10 mm/h) : Infiltration obligatoire de la totalité des pluies par techniques alternatives adaptées.</li> <li>Inférieure à 3.10<sup>-6</sup> m/s : Infiltration au maximum des capacités du sol et à minima des 10 premiers millimètres. Installation d'un dispositif de stockage complémentaire à l'infiltration et raccordement de la part des eaux pluviales régulées sur le réseau collectif ou au milieu naturel, à un débit autorisé de 3 l/s/ha, avec accord de l'autorité compétente.</li> </ul> <p><b>Favoriser le dimensionnement du dispositif d'infiltration avec la pluie maximum qu'il est possible d'infiltrer à la parcelle et profiter de la création de ces ouvrages pour déconnecter l'ensemble des surfaces imperméabilisées existantes du réseau communal afin de les infiltrer.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interdiction de buser dans une capacité inférieure à la capacité actuelle d'écoulement ;</li> <li>Interdiction de modifier la trajectoire actuelle (dévoisement) ou de recalibrer les sections d'écoulements sans étude hydrologique adaptée ;</li> <li>Définition d'une zone franche de toute urbanisation (5 m de part et d'autre) ;</li> <li>Préservation des arbres et arbustes de haies situés aux abords.</li> </ul>

## **B.5. POLITIQUE DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS URBAINS DE TEMPS DE PLUIE SUR LE MILIEU NATUREL**

### **B.5.1. Réduction des volumes rejetés**

---

La politique de maîtrise du ruissellement contribue à réduire les volumes rejetés au milieu naturel.

Les opérations concernées par des limitations de débit avant rejet au réseau d'assainissement métropolitain sont les suivantes :

- ✓ Toutes les nouvelles opérations d'ensemble ;
- ✓ Tous les projets de comblement de dents creuses, d'extension du bâti, d'augmentation du coefficient d'imperméabilisation.

### **B.5.2. Réduction des charges de pollution rejetées**

---

#### **B.5.2.1. Cas général**

---

La politique de correction des erreurs de branchement d'eaux usées sur le réseau pluvial contribue à réduire la charge véhiculée par les réseaux pluviaux et rejetée dans les cours d'eau.

Une politique de curage préventif des réseaux de collecte des eaux pluviales et de nettoyage des fossés pourra également être mise en place. Elle contribuera à limiter les quantités de dépôts susceptibles d'être remis en suspension lors des épisodes pluvieux. Ces nettoyages sont réalisés de préférence avant la période estivale afin d'éliminer les pollutions accumulées dans les réseaux.

La prise en compte de l'aspect qualitatif lors de la conception des nouveaux bassins, a minima au niveau des zones à urbaniser, est préconisée.

La mise en œuvre de techniques alternatives, qui visent à infiltrer l'eau au plus près de là où elle tombe, limite le ruissellement et le lessivage des sols qui conduisent à la pollution des eaux pluviales (par entraînement des particules et matières polluantes déposées sur les sols).

#### **B.5.2.2. Prescriptions complémentaires**

---

Dans le cadre de la mise en place d'ouvrages d'infiltration, des prescriptions complémentaires peuvent être nécessaires afin de préserver le bon état des nappes. En effet, la gestion des eaux pluviales par infiltration assure la préservation de la qualité des eaux superficielles mais peut affecter les eaux souterraines.

Dans les zones pouvant être soumises à une pollution diffuse, notamment les secteurs agricoles, les voiries et parking, les équipements suivants peuvent être mis en place selon les besoins :

- ✓ Un séparateur à hydrocarbures, annexé à un ouvrage de rétention. Il permet de : dépolluer les eaux contenant de fortes densités en hydrocarbures (voirie, parking...) ;
- ✓ Un déshuileur, annexé à un ouvrage de rétention. Il permet de dépolluer les eaux contenant de fortes densités en huiles et graisses (voirie, parking...) ;
- ✓ Un décanteur lamellaire, annexé à un ouvrage de rétention : il permet de retenir la plus grande quantité de boues, sables et matières en suspension présents dans les eaux ;
- ✓ Un décanteur ou bac de décantation. Il permet de retenir une partie des boues, sables et matières en suspension présents dans les eaux.

Les bâtiments stockant des produits chimiques doivent être équipés d'éléments permettant de contenir une pollution accidentelle avant déversement dans le milieu naturel. Ces équipements sont à installer selon le type de pollution :

- ✓ Un séparateur à hydrocarbures, annexé à un ouvrage de rétention : dans le cas d'une pollution par hydrocarbures ;
- ✓ Un déshuileur, annexé à un ouvrage de rétention : dans le cas d'une pollution par huiles et graisses ;
- ✓ Des barrières étanches permettant de confiner la pollution : utilisables pour tous les types de pollution.

Également, en complément de ces mesures et conformément à l'arrêté du 17 juillet 2007 relatif aux mesures de prévention de polluants dans les eaux souterraines, l'infiltration d'eaux pluviales susceptibles de contenir des substances dangereuses ne pourra être réalisée qu'après qu'une étude d'incidence appropriée ait démontré l'absence de risque. De plus, l'infiltration des eaux pluviales à l'échelle d'un projet d'ensemble nécessitera la mise en place d'un réseau de piézomètres destiné à la surveillance des eaux souterraines concernées.



## **B.6. POLITIQUE DE LIMITATION DES CONSÉQUENCES LORS D'ORAGES INTENSES**

Pour limiter les conséquences d'évènements pluvieux particulièrement importants (inondations, soulèvements de regards, débordements d'eaux pluviales sur la chaussée...), la préservation des lignes d'écoulement naturel (talweg et bas fond) de toute urbanisation est très importante. Ces axes sont à préserver de toutes modifications susceptibles de perturber les écoulements.

Il est donc indispensable :

- ✓ D'entretenir les axes majeurs d'écoulement pour assurer une bonne évacuation des eaux pluviales lors d'orages ;
- ✓ De proscrire la réduction de section des réseaux pluviaux (couverture, busage, bétonnage de fossés...) ; en cas de création d'un ouvrage d'accès à une propriété, la capacité d'évacuation doit être maintenue ;
- ✓ De modifier la trajectoire naturelle existante (dévoisement) ;
- ✓ De construire à proximité du cours d'eau : une zone franche de 5 m de part et d'autre du cours d'eau est établie.

## **B.7. DOCUMENTS ASSOCIÉS AU ZONAGE PLUVIAL**

Le zonage pluvial seul ne contient pas de règles opérationnelles permettant à la Métropole clermontoise de mettre en œuvre ses préconisations. Il doit être associé à d'autres documents pour sa mise en œuvre :

- ✓ Le schéma directeur pluvial concerne les travaux à réaliser par la métropole (redimensionnement de collecteurs, création de bassins...) ;
- ✓ Pour les dispositions touchant au domaine privé, les deux documents de référence sont :
  - Le document d'urbanisme (PLUi),
  - Le règlement d'assainissement pluvial s'il existe. A défaut, le règlement d'assainissement dans lequel les règles de gestion des eaux pluviales sont indiquées.

## **B.8. PLAN LOCAL D'URBANISME**

Le zonage pluvial de Clermont Auvergne Métropole est soumis à enquête publique. Il est opposable aux tiers. Ce document a été élaboré en prenant en compte les zones du Plan Local d'Urbanisme. Ainsi, la carte du zonage pluvial est dessinée de manière cohérente avec les limites actuelles de zones du PLUi.

Le respect des règles du PLUi est notamment vérifié lors de l'instruction des permis de construire.

## Annexe 1 : Notice pour le particulier

Tout nouveau projet de construction peut conduire à imperméabiliser des terrains où les eaux de pluie pouvaient jusqu'à présent être gérées « naturellement ».

L'imperméabilisation a des incidences et peut créer ou accentuer le risque d'inondation sur certains secteurs.

Afin de limiter ce risque, la Métropole a décidé de mettre en place des règles à respecter en vue de mieux maîtriser les eaux pluviales d'une construction ou d'un aménagement.

Cette notice vise à aider les particuliers à définir s'il est nécessaire de prévoir des mesures de gestion des eaux pluviales et lesquelles, en fonction des différents projets.

### Etape 1 : Détermination de la surface imperméabilisée

La surface imperméabilisée correspond au cumul des surfaces étanches, empêchant l'infiltration naturelle de l'eau dans le sol.

Les surfaces à prendre en compte dans le calcul de la surface imperméabilisée peuvent donc être :

- ✓ Les surfaces aménagées autour de l'habitation : allées, cours, aire de stationnement, voie d'accès en béton ou bitume,
- ✓ Toutes les surfaces construites et couvertes : toitures de l'habitation, des dépendances, vérandas, cabanons, piscine, ...

Pour les surfaces des aménagements qui sont conçus pour rester perméables il faut tenir compte d'une graduation de l'imperméabilisation selon le type de revêtement : parking enherbé, allée en pavés non jointifs enherbés ou gravillonnés, chaussée drainante, allées en gravier, calcaire ou sable, structures alvéolaires gravillonnées ou plantées, allées en mélange terre/pierre ou couvertes de copeaux, toiture végétalisée....

*L'utilisation de revêtements perméables permet de limiter la surface d'imperméabilisation et donc de réduire voire de supprimer les mesures de régulation.*

*Désimperméabiliser une surface au moins équivalente à celle imperméabilisée par le projet est également possible !*

Pour déterminer la surface imperméabilisée à considérer pour le dimensionnement, il est nécessaire de mesurer chaque surface aménagée et d'appliquer le coefficient d'apport (Ca) correspondant à chaque type de surface (perméable, semi-perméable et imperméable). Ensuite, il faut additionner ces valeurs.

Le résultat obtenu représentera la surface active du projet, c'est-à-dire la surface du bassin versant qui contribue effectivement au ruissellement pour une pluie donnée. Le calcul détaillé est présenté ci-dessous :

**Surface active = Surface aménagée × Coefficient d'apport associé**

**= (S1 × C1) + (S2 × C2) + (S3 × C3) + ...**

Le tableau suivant permet de recenser les différentes surfaces imperméabilisées d'une parcelle et de calculer sa surface imperméabilisée totale. Il présente également les différents coefficients d'apport.

Type de surface	Coefficient d'apport		Surfaces imperméabilisées existantes	Surfaces imperméabilisées du projet
	Pluie courante (ex : 10 premiers mm)	Pluie forte (ex : pluie 20 - 30 ans)		
Surfaces de gestion des eaux pluviales	1,0	1,0	..... m <sup>2</sup>	..... m <sup>2</sup>
Surfaces imperméables, toitures non végétalisées	0,9	0,95	..... m <sup>2</sup>	..... m <sup>2</sup>
Stabilisés	0,7	0,8	..... m <sup>2</sup>	..... m <sup>2</sup>
Surfaces partiellement perméables de type dalles alvéolaires engazonnées	0,5	0,7	..... m <sup>2</sup>	..... m <sup>2</sup>
Toitures végétalisées et espaces verts sur dalle avec une épaisseur de substrat de 30 cm ou plus	0,0	0,6	..... m <sup>2</sup>	..... m <sup>2</sup>
Espaces verts de pleine terre	0,0	0,2	..... m <sup>2</sup>	..... m <sup>2</sup>
Surfaces perméables avec une structure en grave poreuse (enrobé poreux, pavés en béton drainant, etc.)	0,0	0,0	..... m <sup>2</sup>	..... m <sup>2</sup>
<b>Surface totale imperméabilisée</b>			<b>(1) ..... m<sup>2</sup></b>	<b>(2) ..... m<sup>2</sup></b>

**Tableau VIII : Tableau d'aide au calcul de la surface imperméabilisée totale**

$$Surface\ impermeabilisee_{totale}(m^2) = S\ impermeabilisee_{exis\ tan\ te}(1) + S\ impermeabilisee_{projet}(2)$$

## Etape 2 : Calcul du coefficient d'imperméabilisation (en zone U)

Le coefficient d'imperméabilisation correspond au pourcentage du terrain qui est imperméabilisé. Il est défini en prenant en compte l'ensemble des surfaces imperméabilisées, celles déjà existantes et celles créées par le projet. Suivant l'importance de coefficient, il peut être demandé des mesures de régulation des eaux pluviales.

Le calcul du coefficient d'imperméabilisation se fait avec la formule suivante :

$$Coef_{impermeabilisation}(\%) = \frac{S\ impermeabilisee_{exis\ tan\ te} + S\ impermeabilisee_{projet}}{S\ totale\ parcelle} \times 100$$

### Etape 3 : Calcul du volume généré pour les pluies de retour 10, 20 et 30 ans

Il s'agit ici de calculer le volume ruisselé sur la surface imperméabilisée pour envisager son mode de gestion.

Le dimensionnement est basé sur l'orage décennal, considéré à un cumul de pluie de 66,3 mm pour 24 h (données statistiques).

$$Volume\ généré_{pluie\ 10\ ans} (m^3) = \frac{66.3\ mm \times S\ imperméabilisée\ (m^2)}{1000}$$

Surface imperméabilisée (m <sup>2</sup> )	20	50	100	200	500
Volume total généré par la pluie (m <sup>3</sup> )	1,5	3,5	7	13,5	33,5

**Tableau IX : Volume généré pour une pluie 10 ans en fonction de la surface imperméabilisée**

Ce calcul est présenté pour une pluie de retour 10 ans, il est à adapter en fonction de l'emplacement du projet et le choix de l'évènement pluvieux (voir paragraphe B.4.4.1 de ce rapport).

Les mêmes calculs sont présentés ci-dessous pour les pluies de retour 20 ans et 30 ans :

Surface imperméabilisée (m <sup>2</sup> )	20	50	100	200	500
Volume total généré par la pluie (m <sup>3</sup> )	1,6	4,0	8,0	16,0	40,0

**Tableau X : Volume généré pour une pluie 20 ans en fonction de la surface imperméabilisée**

Surface imperméabilisée (m <sup>2</sup> )	20	50	100	200	500
Volume total généré par la pluie (m <sup>3</sup> )	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0

**Tableau XI : Volume généré pour une pluie 30 ans en fonction de la surface imperméabilisée**

## Etape 4 : Définition du dispositif à mettre en œuvre

Le dispositif devra être en mesure de stocker et/ou infiltrer le volume ruisselé sur les nouvelles surfaces imperméabilisées pour la pluie de référence déterminée (et toutes les pluies inférieures à cette valeur).

Les mesures complémentaires définies peuvent être de deux types :

- ✓ Une infiltration à la parcelle précédée d'une rétention si besoin ;
- ✓ En cas de perméabilité des sols insuffisante : la mise en place d'un ouvrage de rétention pour réguler les eaux pluviales avant rejet au milieu naturel ou au réseau s'il existe.

**L'infiltration à la parcelle est à privilégier** car elle permet de reprendre le principe de fonctionnement existant avant imperméabilisation du terrain. Ce n'est qu'en cas d'impossibilité technique d'infiltration, ou de manière complémentaire à l'infiltration, que la solution de la rétention sera utilisée.

La figure ci-dessous présente les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales pouvant être mises en œuvre à l'échelle d'une parcelle.



Figure 5 : Techniques alternatives à l'échelle d'une parcelle- Source ADOPTA

## Infiltration à la parcelle





Les techniques alternatives d'infiltration sont les noues, les jardins de pluie, les revêtements perméables, les chaussées à structure réservoir, les tranchées drainantes, les puits d'infiltration...

Ces différents dispositifs peuvent être mis en place en fonction de la capacité des sols à infiltrer et de la surface disponible pour les mettre en œuvre.

Par exemple, les noues sont adaptées pour les terrains ayant une surface suffisante d'infiltration, alors que les puits d'infiltration sont adaptés aux petites parcelles, avec peu de surfaces horizontales d'infiltration.

En premier lieu, une étude spécifique devant définir la perméabilité du sol doit être réalisée (Test Porchet, Test par un infiltromètre à double anneau selon la norme NF EN ISO 22282-5, Essai Matsuo, Essai Nasberg.).

La perméabilité est un paramètre permettant de mesurer la capacité d'un sol à infiltrer l'eau ; elle est fournie par le coefficient « K » qui s'exprime en  $m^3/s/m^2$  simplifié en  $m/s$ .

Dénomination des sols	Grave			Sol sableux			Sol limoneux		Sol argileux	
										
Taille des grains	50 mm			2 mm			0.08 mm		0.002 mm	
Capacité d'infiltration en m³ /s/m²	1	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>
Equivalence en cm/h				36	3.6	0.36				
	Très perméable						Imperméable			

**Tableau XII : Ordres de grandeur de la taille des grains et de la capacité d'infiltration selon le type de sol – Source GRAIE**

Au-dessus d'une perméabilité de  $10^{-4} m/s$ , les capacités d'infiltration sont considérées comme bonnes voire excellentes.

Une perméabilité de  $10^{-4} m^3/s/m^2$  correspond à une vitesse d'infiltration de 0,0001 m/s soit 360 mm/h (36 cm/h).

Le tableau ci-dessous détaille, dans le cas d'un épandage direct d'une surface imperméabilisée vers un sol, les surfaces nécessaires à l'infiltration des eaux ruisselées en fonction de son coefficient d'imperméabilité. La pluie de référence choisie pour les calculs suivants est la décennale :

Surface Imperméabilisée ( $m^2$ )	20	50	100	200	500
Surface d'infiltration en $m^2$ pour $K 10^{-4}$	0.2	0.4	0.8	1.6	4.1
Surface d'infiltration en $m^2$ pour $K 10^{-5}$	1.6	4.1	8.2	16	41
Surface d'infiltration en $m^2$ pour $K 10^{-6}$	16	41	82	164	406

**Tableau XIII : Surface minimale d'infiltration à envisager en fonction de la perméabilité des sols et de la surface imperméabilisée considérée pour une pluie de référence décennale**

Dans le cas d'une perméabilité de  $10^{-5}$  m/s la déconnexion d'une gouttière collectant moins de 20 m<sup>2</sup> de toiture, épandue sur le sol demanderait moins de 1,5 m<sup>2</sup> pour s'infiltrer.

Le tableau présenté ci-dessous présente les données de surfaces minimales d'infiltrations pour la pluie de référence vingtennale :

Surface Imperméabilisée (m <sup>2</sup> )	20	50	100	200	500
Surface d'infiltration en m <sup>2</sup> pour K $10^{-4}$	0.2	0.5	1	2	5
Surface d'infiltration en m <sup>2</sup> pour K $10^{-5}$	2	5	10.1	19.5	49.5
Surface d'infiltration en m <sup>2</sup> pour K $10^{-6}$	19.5	49.5	101	195	495

**Tableau XIV : Surface minimale d'infiltration à envisager en fonction de la perméabilité des sols et de la surface imperméabilisée considérée pour une pluie de référence vingtennale**

Pour un sol avec une perméabilité plus faible ( $10^{-6}$  m/s), l'eau peut être retenue en surface pendant quelques heures à quelques jours. C'est pourquoi il est utile de diriger l'eau vers une zone plus basse ou mieux drainée, comme une dépression naturelle, une rigole végétalisée ou une tranchée drainante. L'idée est de créer un espace où l'eau peut être temporairement stockée pendant que le sol l'absorbe lentement.

Ainsi, la déconnexion d'une gouttière collectant 20 m<sup>2</sup> de toiture, épandue sur le sol d'une perméabilité de  $10^{-6}$  m/s demanderait 16 m<sup>2</sup> pour s'infiltrer, mais seulement 11 m<sup>2</sup> si on tolère une hauteur d'eau maximale de 10 cm sur le sol. Ces 10 cm s'infiltreraient à 3,6 mm/h donc en un peu plus de 24 heures.

Le tableau présenté ci-dessous présente les données de surfaces minimales d'infiltrations pour la pluie de référence trentennale :

Surface Imperméabilisée (m <sup>2</sup> )	20	50	100	200	500
Surface d'infiltration en m <sup>2</sup> pour K $10^{-4}$	0.2	0.6	1.2	2.3	5.8
Surface d'infiltration en m <sup>2</sup> pour K $10^{-5}$	2.3	5.8	12	23	58
Surface d'infiltration en m <sup>2</sup> pour K $10^{-6}$	23	58	120	230	580

**Tableau XV : Surface minimale d'infiltration à envisager en fonction de la perméabilité des sols et de la surface imperméabilisée considérée pour une pluie de référence trentennale**

Le tableau précédent permet d'observer que, pour des perméabilités de sols inférieures à  $10^{-5}$  m/s, il est intéressant de prévoir un dimensionnement des ouvrages d'infiltration permettant de prendre en compte des périodes de pluies plus importantes.

Pour illustrer, dans un contexte où un projet se déploie dans une zone non prioritaire avec un sol ayant une perméabilité de  $10^{-4}$  m/s, le dimensionnement du système de gestion des eaux pluviales est basé sur une pluie décennale. Pour une zone imperméabilisée de 100 m<sup>2</sup>, une surface d'infiltration de 0,8 m<sup>2</sup> est requise pour cette pluie de référence. Pour une pluie centennale, cette surface d'infiltration doit être de 1,2 m<sup>2</sup>. Intégrer la pluie centennale dans la gestion des eaux pluviales du projet permet de prévenir les dommages lors de précipitations exceptionnelles tout en minimisant les coûts.

Également avec le même type de raisonnement, pour un projet d'extension d'habitation prévu pour entraîner une augmentation de la surface imperméabilisée de 50 m<sup>2</sup> sur une habitation déjà pourvue d'une surface imperméabilisée de 100 m<sup>2</sup>. La réalisation d'un ouvrage d'infiltration permettant la gestion des eaux pluviales de l'ensemble des surfaces imperméabilisées de la parcelle mais également de la pluie de retour centennale entraînerait une augmentation de la surface d'infiltration de moins d'un m<sup>2</sup>.

Les dispositifs à mettre en œuvre doivent donc prendre en compte :

- ✓ La perméabilité du sol ;
- ✓ La surface disponible qui conditionne le débit d'infiltration ;
- ✓ Le nombre et la localisation des points d'arrivées d'eau (par exemple une toiture peut être collectée par deux gouttières, donc on peut diviser par deux la surface collectée si on la prend en compte sur deux points).



Ces données techniques et scientifiques peuvent nécessiter le recours à des compétences spécifiques comme un bureau d'étude spécialisé.

## Mise en place d'un ouvrage de rétention

Cet ouvrage vise à stocker les eaux pluviales de manière complémentaire à l'infiltration, dans le cas où la perméabilité du sol et la surface disponible l'impose.

Il ne s'agit donc pas uniquement d'un ouvrage de stockage en vue d'une réutilisation mais d'un ouvrage permettant une évacuation progressive de l'eau à un faible débit.

Il est dimensionné avec un volume minimal de stockage et un débit d'évacuation de l'eau appelé « débit de fuite », trois possibilités sont envisagées :

- ✓ Vidange de l'ouvrage par infiltration (dans la mesure du possible) ;
- ✓ Vidange de l'ouvrage sur la parcelle, sur une zone de faible vulnérabilité, et sans impact sur les fonds inférieurs ;
- ✓ Vidange de l'ouvrage vers le milieu naturel (cours d'eau, fossé...) ou le réseau le cas échéant, à débit régulé, sous accord du maître d'ouvrage.

Il existe un ensemble de techniques possibles : cuves de rétention, bassin, noues, tranchées drainantes, etc. Certains équipements permettent de stocker en plus une partie de l'eau pour réutilisation (arrosage, toilettes, etc.).

**Les caractéristiques de cette installation dépendent de la superficie imperméabilisée de votre projet.**

Le tableau ci-dessous détaille les volumes de stockage imposés en fonction de la superficie imperméabilisée de votre projet, pour chaque période de retour (les volumes sont à adapter en fonction de l'occurrence). Pour rappel, le débit de fuite général est de 3 L/s/ha avec un minimum fixé à 1 L/s.

Surface imperméabilisée du projet	Volume de stockage imposé			Débit de fuite
	Décennale (10 ans)	Vingtennale (20 ans)	Trentennale (30 ans)	
0 à 10 m <sup>2</sup>	500 l	500 l	600 l	1 l/s
10 à 20 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1,1 m <sup>3</sup>	
21 à 45 m <sup>2</sup>	2 m <sup>3</sup>	2,3 m <sup>3</sup>	2,5 m <sup>3</sup>	
46 à 100 m <sup>2</sup>	2,2 m <sup>3</sup> / 50 m <sup>2</sup>	2,6 m <sup>3</sup> / 50 m <sup>2</sup>	2,8 m <sup>3</sup> / 50 m <sup>2</sup>	
101 m <sup>2</sup> à 1/3 ha	4,5 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> de surface raccordée	5,2 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> de surface raccordée	5,6 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> de surface raccordée	
1/3 ha à 10 000 m <sup>2</sup>	4,5 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> de surface raccordée	5,2 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> de surface raccordée	5,6 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> de surface raccordée	3 l/s/ha
> 1 ha	450 m <sup>3</sup> / ha de surface raccordée	520 m <sup>3</sup> / ha de surface raccordée	560 m <sup>3</sup> / ha de surface raccordée	

**Tableau XVI : Volumes de stockage en fonction de la surface imperméabilisée du projet en fonction de l'occurrence**

Le débit de fuite de 3 l/s/ha est calculé en tenant compte de toute la surface de l'unité foncière alors que le volume de rétention est calculé par surface imperméabilisée.



Calcul du dimensionnement de l'ouvrage :

$$\text{Volume stockage min (m}^3\text{)} = \frac{S \text{ imperméabilisée du projet} \times \text{ratio correspondant}}{100}$$

Exemples de dimensionnement :

Pour un projet créant une surface de 40 m<sup>2</sup> imperméabilisée :

- ✓ Volume = 2 m<sup>3</sup> (volume minimal demandé)
- ✓ Débit de fuite : 1 L/s

Pour un projet créant une surface de 250 m<sup>2</sup> imperméabilisée :

- ✓ Volume = 250 \* (4,4/100) = 11 m<sup>3</sup> minimum
- ✓ Débit de fuite : 1 L/s

## Annexe 2 : Définition des capacités d'infiltration

L'infiltration est à mettre en œuvre de façon obligatoire quand une régulation des eaux pluviales est demandée, sauf dans les cas suivants :

- ✓ Dans le cas des zones artisanales ou industrielles, si le risque de pollution des eaux pluviales est avéré, un dispositif d'épuration en amont de l'infiltration peut être à prévoir et dans certains cas, l'infiltration peut même être interdite ;
- ✓ Dans tous les cas, l'infiltration directe dans la nappe est interdite. Le point de rejet des eaux pluviales (drain, canalisation) et la nappe phréatique, ou son niveau le plus haut connu, doivent être séparés par une épaisseur d'1 m de matériel filtrant (rapporté, ou sol naturel s'il est perméable).

### ■ Perméabilité des sols :

La capacité d'infiltration représente le volume moyen susceptible de s'infiltrer dans un ouvrage par unité de surface et par unité de temps. Même si ce paramètre a la dimension d'une vitesse, il s'agit en réalité d'un débit par unité de surface, qui doit donc s'exprimer en  $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$  (mais qui dans la pratique est souvent simplifié en m/s).

Perméabilité K (m/s)	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
K (mm/h)	360000	36000	3600	360	36	3,6	0,36	0,036	0,0036	0,00036	0,000036
Type de sol	Gravier sans sable ni éléments fins			Sable avec gravier, sable grossier à sable fin		Sable très fin, limon grossier à limon argileux			Argile limoneuse à argile homogène		
Possibilités d'infiltration	Excellentes			Bonnes		Moyennes à faibles			Faibles à nulles		

**Tableau XVII : Valeurs moyennes de perméabilité en fonction de la nature de sol (ADOPTA)**

Pour que l'infiltration soit optimale, la perméabilité du sol (K) doit être comprise entre  $10^{-5}$  et  $10^{-2}$  m/s ( $10^{-6}$  m/s si la surface d'infiltration est suffisante).

La plupart des tests sont réalisés après saturation préalable du sol en eau, ce qui revient sensiblement à assimiler la capacité d'infiltration à la conductivité hydraulique à saturation. Cette assimilation peut conduire à sous-estimer de façon importante la capacité d'infiltration réelle des ouvrages.

**Même avec des perméabilités mesurées très faibles, les petites pluies peuvent largement être infiltrées. Ainsi un sol d'une perméabilité de  $10^{-7}$  m/s peut infiltrer 0,36 mm/h soit 8,6 mm/j soit 80 % des événements pluvieux précipités au cours d'une année.**

Une faible capacité d'infiltration n'est pas forcément rédhibitoire. Des noues ou des fossés d'infiltration peuvent être utilisés avec des capacités d'infiltration de l'ordre de  $10^{-6}$  à  $10^{-8}$  m/s à condition de doter l'ouvrage d'une capacité de stockage suffisante (en surface et dans sa masse) et de gérer le devenir des eaux excédentaires en cas d'insuffisance.

Le volume de stockage et la surface d'infiltration doivent être dimensionnés pour éviter tout rejet pour une pluie d'occurrence décennale à trentennale selon le secteur. Les ouvrages d'infiltration doivent être munis de dispositif de rétention (grilles, pièges à cailloux) afin de limiter leur colmatage.

## ■ Tests à réaliser :

Afin de déterminer la perméabilité du sol, un test doit être réalisé au stade de la conception du projet. Il existe principalement 4 types d'essais, et un essai simplifié :

- ✓ **Les essais de type Porchet**, norme (NF XP DTU 64.1 P1-1 / Circulaire du ministère de l'environnement N° 97-49 du 22 mai 1997 - Annexe III), reposent sur la mesure du volume d'eau nécessaire pour maintenir, pendant 10 minutes, un niveau constant de 15 cm dans une cavité dont la profondeur est choisie en fonction de l'étude (généralement de 50 à 70 cm). La mesure se fait après saturation initiale du sol pendant au moins 4 heures.
- ✓ **Les essais à double anneau** sont une variante améliorée des essais de type Porchet, qui visent à éliminer les pertes latérales et ainsi mesurer spécifiquement la conductivité hydraulique verticale,
- ✓ **Les essais de type Matsuo** consistent à creuser une cavité d'un volume déterminé, à la remplir et à mesurer la vitesse d'abaissement du niveau.
- ✓ **Les essais la bêche** consistent en une version très simple de l'essai de type Matsuo, il s'agit de faire soi-même un trou de petite taille à la bêche sur son terrain et à mesurer le temps nécessaire pour infiltrer une hauteur d'eau d'une dizaine de cm,
- ✓ **Les essais en forage Nasberg** consistent à réaliser un forage à une profondeur donnée et soit à maintenir le niveau constant en mesurant le débit à injecter, soit à suivre la baisse du niveau.

Le tableau suivant (source GRAIE et CEREMA) illustre ces différents essais :

Essais et K mesuré	Illustration	Nature des sols	Principe de l'essai	Remarques sur le domaine d'application
Percolation à niveau constant (essai Porchet) <sup>i</sup> <i>K local</i>		Sols superficiels, suffisamment cohérents	Réalisation d'une cavité par sondage manuel ; après saturation préalable, suivi du volume d'eau utilisé pour maintenir le niveau d'eau dans la cavité.	Essai en sondage (de faible profondeur et de faible diamètre) généralement effectué avec une tarière à main et mesurant la perméabilité locale, davantage représentatif de techniques d'infiltration de petites tailles.
Infiltromètre ouvert à double-anneau NF EN ISO 22282-5 <i>K vertical dominante</i>		Sols superficiels moyennement à peu perméables <i>K entre 10<sup>-5</sup> et 10<sup>-6</sup> m/s</i>	Préparation d'une surface plane à profondeur donnée ; après saturation préalable, suivi du volume d'eau utilisé pour maintenir le niveau d'eau dans l'anneau central. L'anneau externe, dit de garde, permet de privilégier les écoulements verticaux.	Essai en surface (pouvant être réalisé dans une fosse), privilégiant la prise en compte de la perméabilité verticale des sols, davantage représentative de techniques d'infiltration telles que les chaussées à structure-réservoir.
Test à la fosse / Essai Matsuo Non normalisé <i>K global / K vertical</i>		Sols superficiels, suffisamment cohérents	Réalisation d'une cavité par sondage à la pelle ; après saturation préalable, suivi du niveau d'eau utilisé pour maintenir le niveau d'eau dans la cavité. Pour accéder à la seule perméabilité verticale (essai Matsuo), un 2 <sup>ème</sup> essai est réalisé en allongeant la fosse afin de supprimer les effets de bord.	Essai en cavité de grandes dimensions privilégiant la perméabilité globale du terrain, davantage représentative de techniques d'infiltration à forte emprise. Une saturation préalable sera difficilement atteignable dans le cas des sols assez perméables ( $K > 10^{-4}$ m/s)
Essai d'eau dans un forage en tube ouvert (type Nasberg) <sup>ii</sup> NF EN ISO 2228-2 <i>K local</i>		Sols fins suffisamment homogènes ; <i>K supérieur à 10<sup>-6</sup> m/s</i>	Réalisation d'une cavité par forage ; mesure de la perméabilité par suivi de la variation de charge hydraulique créée de préférence par injection à débit constant, à différentes profondeurs.	Essai en sondage pouvant privilégier la prise en compte de la perméabilité horizontale des sols, davantage représentative du fonctionnement attendu de techniques d'infiltration telles que les puits d'infiltration.

<sup>i</sup> Un protocole d'essai est défini dans le cadre des études de faisabilité d'une filière ANC.

<sup>ii</sup> Des perméabilités plus faibles peuvent être mesurées avec un essai à charge variable.

**Tableau XVIII : Récapitulatif des différents essais (avec K conductivité hydraulique) (document Cerema)**

Pour choisir les tests les mieux appropriés, il est nécessaire de réfléchir au préalable aux principes de fonctionnement que l'on souhaite retenir. Les deux questions les plus importantes sont les suivantes :

- ✓ Veut-on privilégier un ouvrage de surface (noue, dépression) ou un ouvrage profond (tranchée, puits) ? ;
- ✓ Quel sera l'ordre de grandeur du rapport R entre la surface active (surface totale de collecte de l'eau) et la surface d'infiltration ?

Une proposition de raisonnement est donnée dans La note « techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales, risques et réels avantages, rédigée par Bernard Chocat, Insa Lyon et Elodie Brelot en appui sur le groupe de travail "eaux pluviales et aménagement" du Graie.

Les règles sont les suivantes :

1. Si R est faible (compris entre 1 et 10 selon l'épaisseur de terre végétale au fond de l'ouvrage) et que l'on souhaite privilégier un ouvrage de surface (moins de 70 cm de profondeur, de type noue ou dépression), il n'est pas nécessaire de considérer un sol saturé. Pour les projets correspondant à des surfaces actives inférieures à 1 000 m<sup>2</sup>, des essais "à la bêche" seront suffisants. Au-delà, des essais de type Matsuo seront très bien appropriés. La taille de la fosse sera adaptée à l'importance du projet. Des essais à des profondeurs différentes pourront être réalisés au regard des premiers résultats.
2. Si l'on souhaite privilégier un ouvrage souterrain (en particulier les puits d'infiltration), des essais de type Nasberg conviendront parfaitement jusqu'à des valeurs de R de l'ordre de 10.
3. Dans les autres cas, le risque que le sol se sature pour les événements les plus forts devient important. Il faudra soit utiliser des essais de type Porchet, plus simples à mettre en œuvre que des essais à double anneau, soit utiliser des essais de type Matsuo, mais avec des volumes de fosses et des hauteurs d'eau plus grands.

## Annexe 3 : La Gestion Intégrée des Eaux Pluviales (GIEP) et les techniques alternatives

Elle repose sur la mise en place d'un panel de solutions complémentaires, depuis la maison individuelle jusqu'aux équipements collectifs. Les eaux de pluie sont ainsi utilisées ou infiltrées au plus près, et le recours aux ouvrages complexes est limité.

### ■ Trois principes fondamentaux pour gérer les eaux Pluviales

- ✓ **L'infiltration directe** : infiltrer dans le sol les eaux pluviales pour réduire les volumes s'écoulant dans les réseaux. **La technique à privilégier.**
- ✓ **Le rejet au milieu naturel** : Les eaux pluviales sont déversées à débit régulé dans un fossé, un cours d'eau, une rivière à proximité de votre terrain. **Nécessite un accord de l'autorité compétente ou du Maître d'Ouvrage**
- ✓ **Le stockage – restitution** : retenir les eaux pluviales et réguler leur débit avant leur rejet au réseau public d'assainissement. **A utiliser lorsque l'infiltration directe n'est pas possible, par dérogation et après accord de l'autorité compétente.**

### ■ La gestion alternative à la parcelle, qu'est-ce que c'est ?

- ✓ Définition

Par "alternatives", on entend l'ensemble des techniques ou mesures compensatoires au raccordement au réseau public d'assainissement. **L'objectif n'est plus d'évacuer les eaux pluviales le plus loin possible, mais de gérer ces volumes d'eau au niveau de la parcelle.**

- ✓ Dans quel but ?
  - Compenser les effets de l'imperméabilisation des surfaces ;
  - Réaliser des économies en limitant la taille des réseaux publics ;
  - Limiter les investissements en station d'épuration ;
  - Réduire l'importance des dégâts liés aux débordements ;
  - Eviter la saturation du réseau par temps de pluie.
- ✓ Qui est concerné ?
  - Tout projet augmentant les surfaces imperméabilisées : projets de construction ou de rénovation (maison, immeuble, locaux professionnels), cours et voiries privatives lors de la pose de pavés ou d'enrobés, etc.

### ■ Les techniques alternatives dans les infrastructures publiques

Une multitude d'espaces au sein du territoire sont concernés par la gestion des eaux pluviales :

- ✓ Chaussées et voiries ;
- ✓ Trottoirs ;
- ✓ Places de stationnements et parkings ;
- ✓ Alignements d'arbres ;
- ✓ Pistes cyclables ;
- ✓ Places publiques ;
- ✓ Bâtiments et ZAC ;


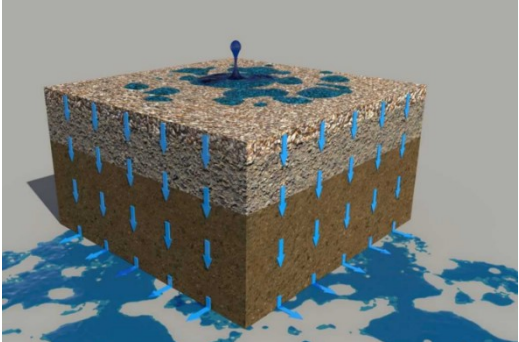




- ✓ Parcelles privées ;
- ✓ Zones industrielles ;
- ✓ Parcs, aires de jeux et lieux d'aménités ;
- ✓ Etc.

Autant d'occasions de gérer les eaux pluviales par infiltration au plus près de là où elles tombent. Un large panel de solutions de gestion des eaux pluviales est possible :

- ✓ Noues ;
- ✓ Jardins de pluie ;
- ✓ Espaces verts temporairement inondables ;
- ✓ Arbres de pluie ;
- ✓ Revêtements perméables ;
- ✓ Chaussées à structure réservoir ;
- ✓ Tranchées drainantes ;
- ✓ Toitures végétalisées ;
- ✓ Échelles d'eau ;
- ✓ Puits d'infiltration ;
- ✓ Citernes...

Des exemples de réalisations sont visibles aux photographies ci-après :

	
<p>Tranchée drainante entre deux zones de stationnement (source parapluie-hydro.com)</p>	<p>Bloc de béton poreux pour chaussée à structure réservoir</p>
	
<p>Noues plantées</p>	<p>Parking en pavés en béton non jointés</p>



Tranchée drainante (source parapluie-hydro.com)



Parking en pavés en béton à jointés enherbés (source parapluie-hydro.com)

L'illustration ci-dessous détaille des techniques pouvant être mises en œuvre dans le cadre de réhabilitation comme de nouveaux aménagements en milieu urbain.



Création www.toutestouscan.com / J. Kern

- Gestion des petites pluies  
+   Gestion des pluies moyennes et fortes  
  + +   Gestion des pluies exceptionnelles
- ➔  
 Circulation des eaux de pluie
- 
- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">1</span> Bassin, plan d'eau</p> <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">2</span> Cuve de récupération des eaux de pluies</p> <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">3</span> Espace public décaissé et perméable/ inondable</p> <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">4</span> Jardinière</p> | <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">5</span> Noue infiltrante</p> <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">6</span> Parking végétalisé</p> <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">7</span> Sols pavés perméables</p> <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">8</span> Toiture végétalisée</p> | <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">9</span> Chaussée réservoir</p> <p><span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px 6px;">10</span> Réseau d'eaux pluviales (rejets exceptionnels ; viser le 0 rejet)</p> |
|--|---|---|

**Figure 6 – Techniques de gestion des eaux pluviales à la source en ville - Source « Bien gérer les eaux de pluie Principes et pratiques en Île-de-France »**



Voici quelques techniques couramment mises en œuvre en modification de l'existant :

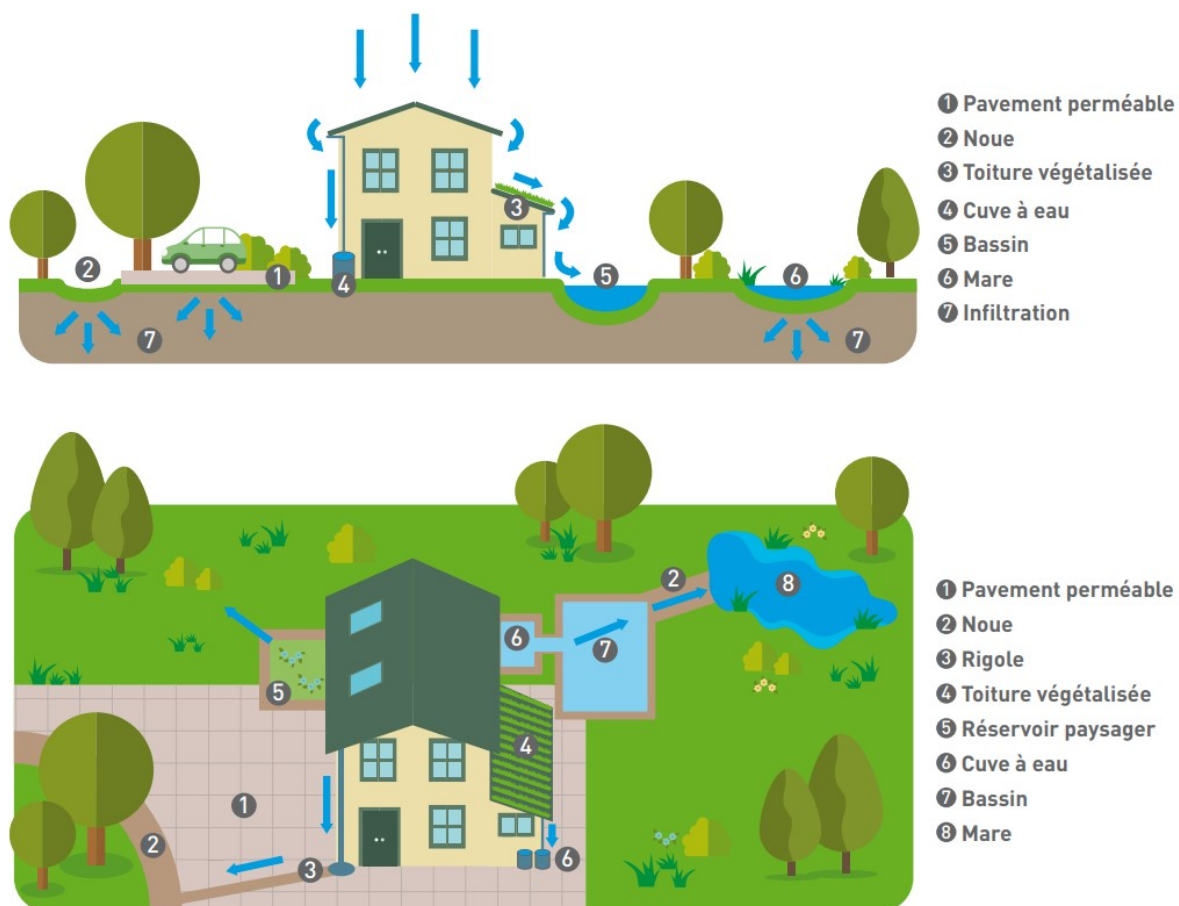
- ✓ Remanier les espaces verts existants en creux et les « raccorder » à la voirie pour que les eaux de ruissellement de celle-ci puissent s'y diriger ;
- ✓ Supprimer des bordures, pour permettre le ruissellement vers les espaces enherbés ;
- ✓ Enherber les trottoirs au pied des arbres, et des bâtiments ;
- ✓ Enherber les espaces entre rangées de véhicules sur les parkings ;
- ✓ Remplacer des revêtements classiques par des revêtements poreux ;
- ✓ Désimperméabiliser les cours d'écoles ;
- ✓ Retravailler les parcs et aires de jeu pour les aménager en tant qu'équipements multifonctionnels, capables de jouer un rôle d'éponge : en plus de leur destination initiale, les décaisser pour y stocker les eaux pluviales, favoriser les espaces verts et la végétation urbaine, y diriger les eaux pluviales et permettre leur infiltration ou leur régulation.



**Figure 7 - Espace vert retravaillé en creux, pour gérer les eaux pluviales – Source ADOPTA**

## ■ Les techniques alternatives chez le particulier

L'illustration de la page suivante détaille des techniques alternatives pouvant être mises en œuvre pour gérer les eaux pluviales d'une habitation :



**Figure 8 - Exemple de différentes techniques alternatives possibles pour gérer les eaux pluviales d'une maison – Source : SYMASOL - Gestion des eaux pluviales : guide pour la mise en œuvre de techniques alternatives - JUIN 2016**

Le document de la page suivante, publié par la CPIE Périgord Limousin illustre les possibilités de gestion à la parcelle chez les particuliers et répond à des questions couramment posées à ce sujet.



Votre collectivité s'engage dans la protection de la ressource en eau, **et vous ?**

## Comment intégrer l'eau de pluie dans mon jardin ?

**SANS PESTICIDES, ça coule de source !**

### RENSEIGNEMENTS



PERIGORD - LIMOUSIN  
Château - 24360 Varaignes  
tel. 05 53 56 23 66  
contact@cpie-perigordlimousin.org  
www.cpie-perigordlimousin.org



Avec le soutien de :



### ZOOM en Périgord : quelques exemples !

#### Eau de pluie pour l'abreuvoir



Abreuvoir directement relié aux deux tonnes qui récupèrent l'eau de pluie des toits des boxes.

#### Les chiffres :

deux tonnes de 1000 L  
+ baignoire de récup de 150 L  
= 2500 L

Astuce : les planches dans les réserves d'eau évitent de nombreuses noyades d'insectes et de petits animaux !

#### Economie d'eau potable en filtrant l'eau de la piscine

Par semaine en saison : deux bidons (500 litres) remplis par l'eau de lavage du filtre à sable de la piscine ; en 2 à 3 jours les saletés tombent au fond (à ne pas utiliser).

Astuce : laisser les bidons ouverts 2 jours afin que le chlore s'évapore !

#### Les chiffres :

500 L x 12 semaines d'été = 6000 L d'eau économisés



#### Eau de pluie pour le potager

L'eau des récupérateurs des toits de la maison (remplis rapidement les jours de grosse pluie) est transvasée par une pompe électrique dans la tonne (habillée de bois) facilitant l'arrosage des différents espaces de culture situés à proximité.

#### Les chiffres :

trois récupérateurs de 250 L + une tonne = 1750 L

Ce système assure de l'eau pour le potager même pendant les étés de sécheresse.

Astuce : le surplus d'eau (eau récupérée par les toits du poulailler et de la serre) se déverse dans le terrain en pente, où se succèdent arbustes et carrés de potager qui en profitent !



## La gestion des eaux de pluie

### PETITE HISTOIRE DE LA GESTION DE L'EAU...

Avant le XIX<sup>ème</sup> siècle les eaux de pluies et les eaux usées, étaient déversées directement dans le caniveau puis à la rivière. Suite aux nombreuses épidémies de peste et de choléra, les grandes villes installent des canalisations pour collecter toutes les eaux. Plus tard, avec l'utilisation de la voiture, les parkings et les surfaces bétonnées se sont étendus. Le nombre et la taille des canalisations pour évacuer ces eaux pluviales n'ont alors plus cessé de croître.



### LES LIMITES DU « TOUT TUYAU »

« La collecte de toutes les eaux transforme une ressource précieuse en déchet et en menace pour la population » (GRAIE)

Avec l'imperméabilisation des sols, nous faisons face à des inondations répétées. Nos nappes phréatiques se remplissent difficilement et les écosystèmes sont privés d'une partie de leur eau... Avec la saturation des réseaux unitaires en cas de fortes pluies, les stations d'épuration débordent, causant des pollutions.

### LA GESTION INTÉGRÉE, QU'EST-CE-QUE C'EST ?

#### Le principe

Le sol a toujours été capable d'absorber l'eau. L'objectif est donc de ralentir le ruissellement et de retenir l'eau en cas de pluie exceptionnelle pour qu'elle s'infiltre dans la partie supérieure du sol, sans l'enterrer. L'eau percole alors lentement vers la nappe phréatique ou est absorbée par les sols voisins.



#### Simple, économique et écologique !

La gestion intégrée des eaux de pluie est simple à mettre en œuvre, il est possible d'aménager son terrain soi-même la plupart du temps. Ces aménagements mettent en valeur nos espaces verts, régénèrent les sols et réintroduisent de la biodiversité.

## Des questions que je peux me poser...

### Y A-T-IL BEAUCOUP D'ENTRETIEN ?

La gestion étant intégrée aux plantations, l'entretien de votre jardin sera sensiblement le même. Dans le cas de l'installation d'un massif creux, elle nécessite une fauche seulement 1 à 2 fois par an. De plus la biodiversité développée par ces nouveaux apports d'eau assurera une protection supplémentaire à vos cultures.

### CETTE GESTION RISQUE-T-ELLE D'ÊTRE INESTHÉTIQUE OU DE CHANGER L'AGENCEMENT DE MON JARDIN ?

L'eau est renvoyée au maximum vers des plantations existantes. Les nouveaux aménagements sont intégrés en concertation avec un technicien du CPIE.

### Y A-T-IL DES MAUVAISES ODEURS OU DES MOUSTIQUES ?

Non, car le stockage de l'eau est inférieur à 48h.

### POURRAIT-IL Y AVOIR DES RISQUES DE GLISSEMENTS DE TERRAIN OU DÉSTABILISATION DES FONDATIONS ?

Ce risque est peu fréquent et n'est réel que si l'eau est concentrée sur une zone instable ou trop proche d'un bâtiment. Or dans une gestion intégrée, on évite justement de concentrer l'eau pour une meilleure infiltration.

### CES AMÉNAGEMENTS SONT-ILS CHERS ?

Souvent, peu d'aménagements sont nécessaires et il est parfois possible de les faire soi-même. Ainsi, on peut adapter son terrain pour une centaine d'euros de fournitures.

### MON TERRAIN VA-T-IL DEVENIR UNE PISCINE ?

Le stockage de l'eau est prévu dans les aménagements pour absorber des pluies fortes et répétées sur des zones maîtrisées. L'eau est retenue sur votre terrain et percole doucement en quelques heures. En moyenne, les ouvrages de gestion intégrée sont inondés 2 jours par an (GRAIE 2015).

### MON TERRAIN EST-IL CAPABLE DE BOIRE TOUTE CETTE EAU ?

Quel que soit le type de sol, les terrains ont toujours absorbé l'eau. L'eau qui tombe déjà sur votre gazon ne ruisselle pas, c'est la pelouse qui l'absorbe. De nombreuses maisons sont déjà équipées ainsi et révèlent une grande efficacité de ces aménagements même en cas de pluies exceptionnelles. Le seul risque est d'avoir momentanément et occasionnellement quelques centimètres d'eau dans votre jardin.



# L'eau de pluie : n'en perdons pas une goutte !

## Au fond du jardin

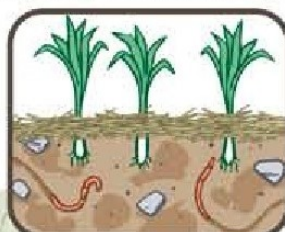
En cas de pluies fortes, l'eau est retenue dans les parties basses du jardin contre un petit modelé de terre. La fine couche d'eau s'infiltre dans l'herbe.

Dans les heures suivant la pluie, le sol peut alors être spongieux.



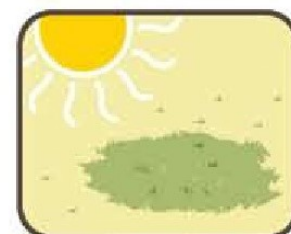
## Dans le potager

Le sol, plein de vie, du potager (grâce au compost ajouté et au paillage le protégeant) est très perméable et peut absorber beaucoup d'eau.



## Dans les creux naturels

Le terrain légèrement creux à cet endroit capte plus d'eau, rendant la pelouse plus verte.



## Eviter de polluer l'eau

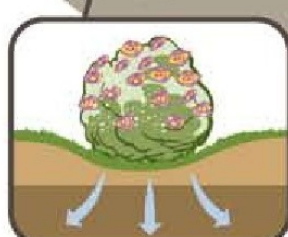
Les produits de démaussage des toits et murs sont toxiques pour les plantes, les animaux aquatiques et s'accumulent dans mon jardin.

- Je traite mon toit le moins souvent possible.
- Après traitement, je déconnecte le récupérateur d'eau pour les prochaines pluies.



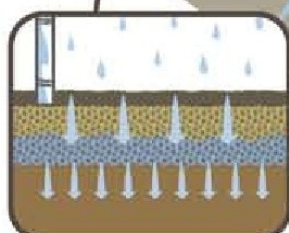
## Sous le paillage

Le paillage avec les résidus végétaux du jardin (tontes, feuilles mortes, tailles) permet le développement de la vie du sol qui favorise ainsi l'infiltration.



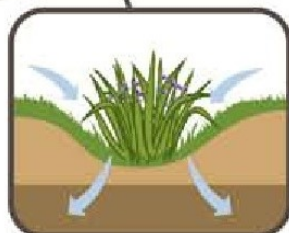
## Dans un massif de fleurs

La forme creuse du massif permet de retenir l'eau qui s'infiltre dans les prochaines 24h.



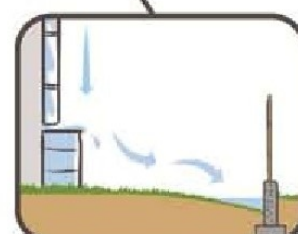
## Sous le bitume

La grave drainante : Sous le sol poreux, ou avec une gouttière s'écoulant dedans, l'eau est retenue dans un massif drainant. Cet espace de rétention en gravier, entouré d'un géotextile laisse l'eau s'infiltre dans le sol.



## Sur l'espace public

La noue publique capte les eaux de la route et du trottoir et remplace les caniveaux grâce à une végétation adaptée.



## Contre le mur

Le réservoir récupère l'eau de pluie pour l'arrosage. Quand il est plein, il se déverse vers le mur clôture qui retient l'eau le temps qu'elle s'infiltre. Retenir l'eau contre un mur ne le détériore pas et le poids de l'eau d'une pluie ne peut pas le faire céder.



## Dans les allées perméables

L'allée perméable laisse l'eau s'infiltre dans le sol. **Attention** ce sol infiltre également les produits désherbants.

- Je privilégie alors les méthodes alternatives comme l'eau chaude.



## Annexe 4 : Carte du zonage pluvial

---

## Annexe 5 : Fondements de la définition des règles de gestion des eaux pluviales

### ■ Méthodes et principes

Il est demandé de raisonner en « niveaux de service ». Cette notion est importante pour bien concevoir et dimensionner les ouvrages hydrauliques. Elle traduit notamment le fait que :

- ✓ Les ouvrages de gestion des eaux pluviales ont toujours par conception une capacité limitée et débordent au-delà de certains événements pluvieux (période de retour de dimensionnement retenue) ;
- ✓ Le service rendu n'est pas le même selon l'importance de l'événement pluvieux à gérer (événement fréquent sans gravité ou rare de grande ampleur).

Cette approche permet d'optimiser le système d'assainissement en interrogeant sur son réel fonctionnement : que se passe-t-il au-delà ou en-deçà de l'événement pluvieux retenu pour le calcul ?

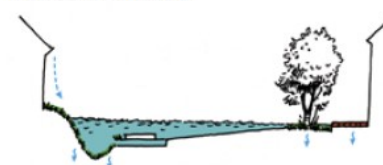
Par analogie au lit mineur et majeur d'un cours d'eau, on considère deux systèmes distincts : un fonctionnement en « système mineur » et en « système majeur ».

Le système mineur désigne l'ensemble des ouvrages dont la fonction première est d'assurer, la collecte, le transport, le stockage et le traitement des eaux pluviales (collecteur, techniques alternatives telles que noue, tranchée drainante, espace vert creux/bassin de rétention). A l'image du lit mineur d'un cours d'eau, le système mineur est régulièrement sollicité.



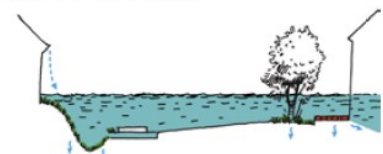
(Source CEPRI, 2014)

Le système majeur désigne quant à lui toutes les parties de l'espace public (ou privé), voiries incluses, qui contribuent au stockage des eaux ou à la canalisation des écoulements lors de pluies importantes, en dehors des ouvrages d'assainissement qui constituent le système mineur. Sa conception lui permet d'assurer une maîtrise du risque inondation.



(Source CEPRI, 2014)

En cas d'événement exceptionnel, le système majeur peut à son tour atteindre ses limites. La priorité est d'éviter les dommages aux personnes et de limiter les dommages aux biens (gestion de crise, résilience).



(Source CEPRI, 2014)

### ■ Mise en place de 4 niveaux de service

Les objectifs de performance du système de gestion des eaux pluviales sont fixés en fonction de l'importance de l'événement pluvieux. Le schéma ci-dessous représente les niveaux de service avec les seuils associés.

#### Niveau 1 : pluie faible → gestion à la source / infiltration



L'objectif est le maintien de la qualité des rejets (maîtrise de la pollution des eaux pluviales). Les eaux pluviales peuvent être recueillies en premier lieu dans des ouvrages permettant leur réutilisation, l'infiltration dans le sol ou l'évaporation. Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales à la parcelle « gestion individuelle » (noue et fossé, tranchée drainante, toiture stockante végétalisée...) suffisent à en assurer la gestion et l'évacuation sans rejet au réseau. Le seuil limite est une pluie de période de retour mensuelle. Cette pluie fréquente avec une hauteur d'eau allant de 3 mm à 10 mm (3 heures) correspond à plus de 80 % des pluies de l'année.

#### Niveau 2 : pluie moyenne à forte → stockage / infiltration / rejet dérogatoire à débit limité le cas échéant



Le système mineur fonctionne sans débordement (pas d'inondation). L'impact sur les milieux récepteurs reste limité et contrôlé (érosion, à-coup hydraulique...). Selon la nature des sols, l'infiltration peut se révéler insuffisante. Dans ce cas, les eaux issues du ruissellement devront être stockées par un dispositif de gestion individuel avant infiltration sur la parcelle (noue, tranchée drainante, jardin de pluie, toiture stockante...). En cas d'impossibilité, le maître d'ouvrage peut accorder un rejet dérogatoire au milieu naturel ou à défaut au réseau, qui sera limité à 3 l/s/ha. Le seuil limite pour le dimensionnement des ouvrages de stockage pour compenser l'imperméabilisation varie de la pluie de période de retour 10 ans locale (de l'ordre de 33 mm en 1h) à 30 ans locale (de l'ordre de 42 mm en 1h) suivant la zone considérée dans le plan de zonage pluvial.

#### Niveau 3 : pluie forte à très forte → maîtrise des inondations



Les débordements localisés du système mineur sont acceptés de même qu'une détérioration sensible de la qualité du milieu récepteur. La priorité est donnée à la gestion du risque d'inondation. Le système de gestion des eaux pluviales doit être conçu pour que les débordements soient sans dommage pour les personnes et les biens. Les surverses (trop plein des ouvrages hydrauliques) ne sont pas dirigées vers le réseau public qui est déjà fortement sollicité. Les eaux pluviales excédant la capacité des ouvrages précédemment définis sont acheminées vers les espaces publics ou privés tels que la voirie, les espaces collectifs, qui, par leur localisation spatiale, leur orientation, leur fonction et leur équipement de surface, peuvent aider à stocker ou à évacuer ces eaux vers un exutoire, et jouer ainsi un rôle de « système majeur ». Ce niveau correspond à une pluie plus forte que la pluie retenue pour le dimensionnement du système de gestion des eaux pluviales de niveau 2. Le seuil limite pour la prise en compte dans l'aménagement correspond à une pluie de période de retour  $T = 100$  ans locale (de l'ordre de 53 mm en 1h). Ce type d'événement peut aussi résulter de facteurs aggravants (épisodes pluvieux successifs, formation d'embâcles...).

#### Niveau 4 : pluie exceptionnelle → gestion du risque inondation / résilience



Pour les événements pluvieux rares (pluie de période de retour supérieure à 100 ans) les débordements se généralisent. La priorité est d'éviter la mise en péril des personnes. Il s'agit d'une situation de catastrophe, pour laquelle on aura prévu dès l'esquisse des projets d'urbanisme ou d'aménagement, les possibilités d'évacuation des flots à moindre dommage. On utilise le chemin d'écoulement du niveau 3, mais en dépassant les seuils de sécurité qui lui sont associés. Tout est fait pour limiter le risque de formation d'embâcles, c'est la protection des vies humaines qui prime.