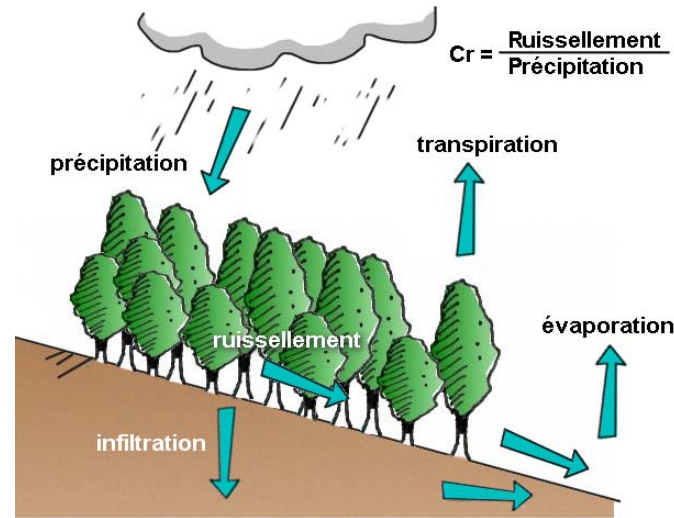


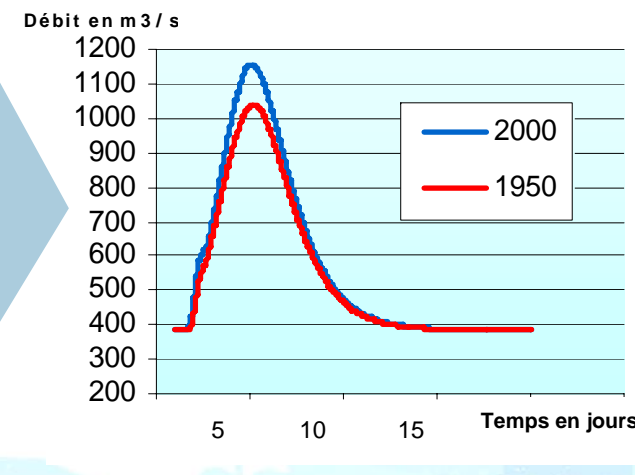
**L'imperméabilisation des sols entraîne une modification du ruissellement.**

Le coefficient de ruissellement (Cr) mesure le rapport entre la « pluie nette », c'est-à-dire le débit ruisselant en sortie de la surface considérée et la « pluie brute ». Plusieurs paramètres influencent le Cr et donc modifient le ruissellement, parmi lesquels :

- **l'occupation du sol** : le couvert végétal (forêt, prairies) favorise la retenue des eaux de surfaces (stockage évaporation et transpiration) et diminue le ruissellement tandis qu'un sol nu (labouré) ou imperméabilisé (bétonné) l'augmente.
- **la nature géologique du sol** : un sol granitique est plus imperméable qu'un sol calcaire...
- **la pente du sol** : une pente importante empêche les micro stockages dans ses aspérités et réduit ainsi l'infiltration.
- **l'état de saturation du sol en eau**, provenant des épisodes pluvieux précédents : un sol saturé en eau ruisselle immédiatement.



**Simulation du débit de la Saône à Lyon pour un épisode pluvieux de 60 mm en 12h . Comparaison entre 1950 et 2000**



**Exemple sur la modification du débit à Lyon**

Une simulation du débit de la Saône à Lyon, avec l'hypothèse d'un épisode pluvieux fictif de 60mm en 12h sur l'ensemble du bassin, pour l'occupation des sols comparée en 2000 à celle de 1950 montre une augmentation du débit de pointe de l'ordre de 10%. Il faut noter que les facteurs influençant le temps de réponse des bassins comme la modification des pratiques culturales ou l'artificialisation des cours d'eau n'ont pas été pris en compte.

« sur un tel épisode pluvieux, le débit à Lyon augmenterait de **10%** soit près de **150 m³ supplémentaires par seconde** »

Le renforcement de l'imperméabilisation des sols, en partie du à l'urbanisation, a un effet « notoire » sur la modification des débits et le ruissellement. Cependant il existe d'autres phénomènes que cette étude ne peut mesurer. Il s'agit en particulier de l'évolution au cours des dernières années des autres facteurs favorisant le ruissellement (remembrement, pratiques culturales, etc.) mais aussi et surtout de toutes les actions de l'homme sur la modification des lits et berges de ces cours d'eau (artificialisation, curage, remblaiement des champs d'expansion des crues...).

Près de 1 200 km² urbanisés depuis 1950

« La gestion d'un bassin versant aussi important que celui de la Saône et du Doubs implique, sur le plan hydraulique, une connaissance approfondie du territoire et de son évolution.

N'entendons-nous pas dire que les écoulements sont plus rapides ? Que les variations de débit sont plus fortes que par le passé ? Les riverains de nos cours d'eau ne manquent pas de nous alerter à ce sujet.

En question : L'urbanisation ? L'agriculture ? L'artificialisation des cours d'eau ? Des extrêmes pluviométriques plus importants ?

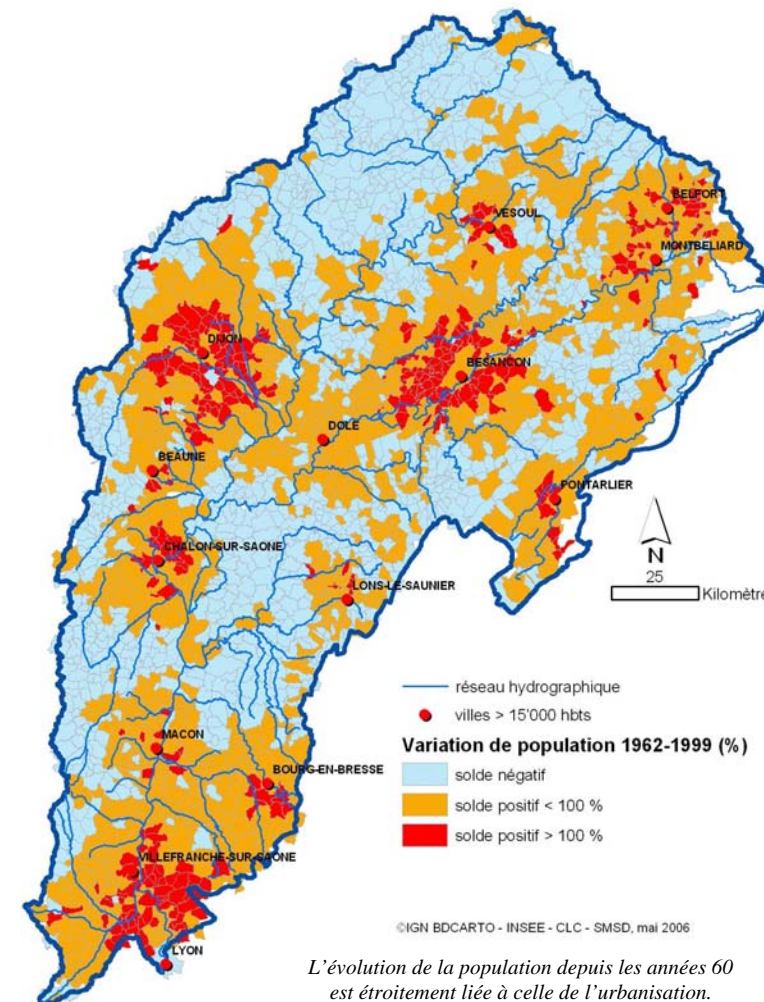
A cela s'ajoute l'évolution du climat, inévitable selon les spécialistes, qui se concrétisera par la remontée de

l'influence méditerranéenne sur notre bassin (déjà existante dans la partie sud). La situation est complexe et relève de l'interaction de nombreux facteurs.

L'évolution de l'urbanisation au cours des cinquante dernières années a été réelle. En surface imperméabilisée, elle a été multipliée par 10 sur certains territoires.

Une première réflexion réalisée en 2006 par le Syndicat Mixte mettant en évidence l'impact de cette évolution, ses incidences sur le ruissellement et l'écoulement des eaux est présentée dans ce dossier. 1200 km² soit 120 000 ha ont ainsi été urbanisés depuis 1950. La situation est cependant très variable selon les territoires et les sous-bassins.

Christophe SIRUGUE  
Président du Syndicat Mixte Saône et Doubs



L'évolution de la population depuis les années 60 est étroitement liée à celle de l'urbanisation.

**Les caractéristiques de la Saône et de son bassin versant**

La Saône, principal affluent du Rhône prend sa source à Vioménil dans le massif des Vosges à 405m d'altitude. Avant de se jeter dans le Rhône à la Mulière à Lyon, elle traverse sur ses 482 km de long, 6 départements et 5 régions. Sa pente moyenne de 0.5m/km lui confère un caractère de rivière de plaine.

D'un point de vue morphologique, 5 secteurs différents peuvent être distingués. Chacun d'entre eux est caractérisé par sa pente moyenne et la largeur de la rivière. Ainsi, des monts des Vosges à la plaine de la Dombes à proximité de Lyon la pente moyenne varie entre 5% et 0,05% pour une largeur allant de 15 m dans les Vosges à 250 m à Lyon.

**Le bassin versant en quelques chiffres...**

- Superficie: **29 950 km²**
- Longueur de la Saône : **482 km**
- Source de la Saône : **405 m d'altitude**
- Confluence avec le Rhône : **160 m d'altitude**
- 170 rivières et 53 affluents principaux.**
- Principal affluent : **le Doubs long de 450 km.**
- Débits à Lyon :**
- Crue annuelle : **1 500 m³/s**
- Crue décennale : **2 500 m³/s**
- Crue centennale : **3 200 m³/s**
- Module interannuel : **473 m³/s**
- Population : **2,6 Millions d'habitants**
- 2 600 communes**

### Les effets de l'imperméabilisation des sols

Un certain nombre de facteurs concourent à l'aggravation des crues et de leur rapidité (voir encadré ci-dessous). L'imperméabilisation des sols, lorsqu'elle s'effectue de manière trop importante au niveau d'un bassin versant, peut conduire à des conséquences dramatiques. En effet, elle augmente le volume des eaux ruisselées, empêchant l'infiltration naturelle dans le sol et la restitution retardée par les nappes au moment de l'étiage. Mais elle accélère également le transfert des eaux de ruissellement vers la rivière et augmente ainsi la vitesse et la violence des crues.



Evolution de l'urbanisation entre 1940 et 2002 de la commune de Chenove en Côte d'Or (source IGN). La croissance de la population se traduit par une augmentation de la superficie urbanisée qui, en l'espace de 62 ans a été multipliée par 18, passant de 2,9% à 52% de la surface du territoire communal.

### Méthodologie utilisée

Dans le cadre des nouvelles orientations de politique publique en matière de gestion des risques et notamment du Programme d'Actions de Prévention des Inondations de la Saône, animé par le Syndicat Mixte Saône et Doubs, cette étude a pour but d'estimer l'évolution, depuis les années 1950, de l'imperméabilisation des sols sur l'ensemble du bassin versant de la Saône. Dans cette optique a été mise en place une démarche méthodologique pour déterminer les zones les plus touchées par le phénomène et proposer, à terme, une évolution des politiques de gestion des eaux pluviales, ou la création d'ouvrages de ralentissement dynamique des crues grâce à la mobilisation de zones d'expansion réservées.

Une analyse multicritère (selon la population, l'évolution démographique, la superficie et la localisation géographique) a été réalisée et un échantillon représentatif de 20 communes du bassin a été retenu pour réaliser une étude comparative des photographies aériennes entre les années 1950 et 2000. Ces résultats sur l'évolution de l'urbanisation ont ensuite été extrapolés suivant des méthodes statistiques à l'ensemble des communes du bassin versant, grâce aux données démographiques de l'INSEE et aux données satellitaires Corine Land Cover sur l'occupation des sols en 2000.

#### Les 20 communes test :

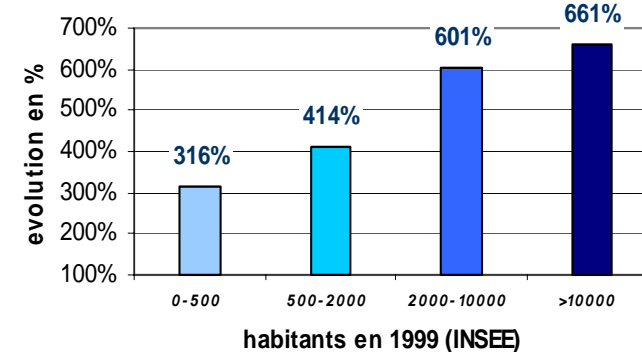
> Abbevillers (25)	> Lons-le-Saunier (39)
> Arbois (39)	> Pierremont-sur-Amance (52)
> Bavilliers (90)	> Relans (39)
> Besançon (25)	> Reyrieux (01)
> Chagny (71)	> Saint-Georges-de-Reneins (69)
> Charnay (69)	> Saint-Jean-sur-Veyle (01)
> Chenove (21)	> Saint-Point-Lac (25)
> Cruzille (71)	> Vellefans (25)
> Dannemarie-sur-Crête (25)	> Vesoul (70)
> Fontaine-Française (21)	
> Le Val-D'Ajol (88)	

### Près de 4 % de la superficie du bassin versant de la Saône a été urbanisée depuis 1950 soit environ 1 200 km<sup>2</sup>

Le résultat principal de cette étude est l'estimation de l'évolution de l'urbanisation sur la période 1950-2000. On constate que sur l'ensemble du bassin versant de la Saône, les surfaces urbanisées sont passées de 475 km<sup>2</sup> (1,62% du BV) à 1 397 km<sup>2</sup> (4,74% du BV), soit une **multiplication par 3**. Sachant que cette tendance, également observée sur le territoire national, est continue, voire en légère augmentation sur les 10 dernières années, l'évolution de la surface urbanisée du bassin représente en 2006 près de 1 200 km<sup>2</sup> supplémentaires par rapport à 1950.

Ces résultats sur l'évolution de l'occupation des sols sur cette période sont à prendre avec précaution en raison des approximations qui ont été faites. Cependant, ils permettent de définir un ordre de grandeur au phénomène observé par tous avec des conséquences sur le ruissellement et l'hydrologie des cours d'eau du bassin versant...

#### Evolution de l'urbanisation depuis 1950 par classe de population sur les 20 communes test



#### Les différents facteurs d'aggravation des crues et de leur rapidité

- L'urbanisation et l'implantation d'activités industrielles**  
L'imperméabilisation totale des sols, liée à l'implantation humaine et à ses activités, s'accroît avec l'augmentation de la population et le développement des réseaux d'infrastructures.
- La modification des pratiques agricoles et les aménagements fonciers**  
Toute modification de l'occupation du sol (déboisement, suppression des haies, réseaux d'assainissement et de drainage) limitant l'infiltration des eaux favorise une augmentation du ruissellement, un écoulement plus rapide et une concentration des eaux.
- L'aménagement des cours d'eau**  
De nombreuses rivières et ouvrages ont été modifiés localement sans se soucier des conséquences en amont ou en aval. Ces aménagements (suppression de méandres, endiguement, etc.) peuvent avoir pour conséquences préjudiciables l'accélération de crues en aval et l'altération du milieu naturel.
- La réduction du champ d'expansion des crues**  
Consécutives à l'urbanisation et parfois aggravées par l'édification de digues ou de remblais, elles ont pour conséquence une réduction de l'effet naturel d'écrêtement des crues qui permet de ralentir et réduire le débit de pointe d'une crue.
- Le dérèglement climatique**  
Ce dernier facteur pourrait favoriser l'apparition d'épisodes pluvieux violents de plus en plus fréquents et une remontée de l'influence méditerranéenne sur le bassin de la Saône.

#### Quelques définitions

**Bassin versant** : région drainée par un cours d'eau et ses affluents, dont elle constitue l'aire d'alimentation. Les limites superficielles du bassin versant sont les lignes de partage des eaux. Un « sous bassin » désigne le bassin versant d'un affluent.

**Imperméabilisation** : modification d'une zone ou d'un sol que l'on rend imperméable (qui ne laisse pas passer un fluide, notamment l'eau de pluie) par son revêtement (bétonnage, goudronnage, etc.).

**Urbanisation** : concentration croissante de la population et des activités autour d'agglomérations de type urbain. Par extension, transformation de l'occupation des sols lors de ce phénomène.

**Ruissellement** : Partie des précipitations qui s'écoule à la surface du sol qui rejoint directement la rivière.

**Infiltration** : Mouvement de l'eau pénétrant dans un milieu poreux (terre) depuis la surface du sol.

**Coefficient de ruissellement** : rapport entre le ruissellement en sortie d'une surface considérée et la pluie tombée sur cette surface.

### Une évolution de l'urbanisation variable d'un territoire à l'autre

Toutes les communes du bassin versant ont vu au cours de la période 1950-2000 leur superficie urbanisée s'accroître entre 150% et 1800%. Cette variation de croissance peut s'expliquer par différents facteurs, dont la localisation géographique des communes par rapport aux zones attractives que sont les grands centres urbains ou les axes majeurs de communication.

De manière générale, les communes rurales sont celles qui se sont le moins urbanisées. Même si pour certaines d'entre elles, la population au cours de cette période 1950-2000 a diminué, on constate néanmoins une évolution de l'urbanisation du fait de l'extension des infrastructures routières et agricoles (bâtiments d'exploitation). Les communes urbaines ou périurbaines sont celles dont l'artificialisation des sols s'est le plus accrue en 50 ans. L'évolution de l'urbanisation est très liée à celle de la population : en effet la classe 0-500 habitants ne voit une augmentation que de 316% de l'urbanisation au cours des cinquante dernières années contre une hausse de 661% pour la classe supérieure à 10 000 habitants.

### Une évolution particulièrement forte des surfaces urbanisées sur 35 % du territoire du bassin de la Saône

L'influence de l'évolution de l'urbanisation est particulièrement marquée sur 6 territoires et 20 sous-bassins versants. 10 200 km<sup>2</sup> sont concernés soit un tiers du bassin versant de la Saône par une évolution des surfaces imperméabilisées supérieure à 300%.

- Le nord de l'agglomération Lyonnaise** aussi bien en rive gauche qu'en rive droite de la Saône (jusqu'à Bourg-en-Bresse et Mâcon sur les bassins de l'Azergue, Ardière, Vauxonne, Chalarnonne, Veyle, Mauvaise, Arlois, Petite-Grosne et Mouge). Il représente une surface de 3 500 km<sup>2</sup> (sur 320 communes)
- L'agglomération de Chalon-sur-Saône** sur les bassins de la Corne, Thalie, Cosnes. 700 km<sup>2</sup> sont concernés (sur 60 communes).
- La zone d'influence de Dijon** sur les bassins de l'Ouche, Tilles, Vouge, Bèze-Albane. 3 500 km<sup>2</sup> concernés sur 300 communes.
- La zone d'influence de Vesoul** principalement le bassin du Durgeon. 400 km<sup>2</sup> sur 50 communes.
- La zone Doubs Savoureuse Allan** sur les secteurs de Montbéliard et Belfort. 160 communes concernées (hors Suisse) sur 1 200 km<sup>2</sup> et 160 communes.
- Le Doubs aval** de Besançon à Dole. 940 km<sup>2</sup> (100 communes).

