

R
E
S
S
O
U
R
C
E
S
P
O
U
R
L
E
D
É
V
E
L
O
P
P
E
M
E
N
T
D
U
R
A
B
L
E



Q U A R T I E R V A U B A N L A B O R A T O I R E D E L A V I L L E D U R A B L E

Bertrand BARRERE, octobre 2004

Le présent document d'accompagnement propose un éclairage sur différentes problématiques de développement durable abordées au cours de la visite du Quartier Vauban, et sur la manière dont elles ont été prises en compte dans le cadre de la conception et de la mise en oeuvre des aménagements.

Chaque thème est traité dans le cadre de doubles pages pouvant être abordées de manière indépendante.

Ces double-pages sont regroupées en 3 parties :

- *la première partie* présente des points de vue généraux sur la conception urbaine du quartier,
- *la seconde partie* présente des démarches novatrices mises en oeuvre dans le domaine de l'habitat,
- *la troisième partie* présente des approches innovantes dans le domaine de l'énergie et de la gestion de l'eau.

Conception, illustration et réalisation :

REDD - Ressources pour le Développement Durable
12 rue Ehrmann F-67000 STRASBOURG
03 88 24 13 28 // contact@redd.fr

s o m m a i r e

Première partie	p.8 • chronologie & méthode
	p.10 • le concept d'aménagement
	p.12 • automobile : le modèle Vauban
	p.14 • la qualité urbaine est dans la rue
	p.16 • trame verte, lieux de vie
 Deuxième partie	 p.20 • le lotissement dense
	p.22 • les <i>Baugruppen</i>
	p.24 • la mixité de fonctions
	p.26 • GENOVA
	p.28 • S.U.S.I.
 Troisième partie	 p.32 • la planification énergétique urbaine
	p.34 • le standard «habitat passif»
	p.36 • l'énergie solaire photovoltaïque
	p.38 • la gestion des eaux de ruissellement
	p.40 • les concepts alternatifs d'assainissement
 Annexes :	 p.45 • REDD et les visites d'urbanisme durable

p r e m i è r e p a r t i e

- chronologie & méthode
- le concept d'aménagement
- automobile : le modèle Vauban
- la qualité urbaine est dans la rue
- trame verte, lieux de vie

c h r o n o l o g i e

1935 • construction des casernes

1952 • transfert à l'armée française, qui attribue au site le nom de Vauban

1990 • fondation de S.U.S.I.

1992 • départ de l'armée française

- cession par l'Etat fédéral à la Ville de Fribourg de la plus grande partie du site (34 hectares sur 42)

1993 • décision de la Ville d'aménager un nouveau quartier à la place des casernes

1994 • création de l'association *Forum Vauban*

1995 • engagement de la municipalité dans une démarche participative, s'appuyant sur Forum Vauban

- organisation d'un concours d'urbanisme, remporté par l'agence Kohlhoff & Kohlhoff, de Stuttgart

1996 • début de commercialisation des terrains de la première tranche d'aménagement

- fondation des premiers *Baugruppen* et de GENOVA

1997 • travaux de restructuration et de viabilisation

- plan d'aménagement de zone opposable (*Bebauungsplan*)
- projet de recherche-développement «Vauban-quartier modèle du développement durable» soutenu dans le cadre du programme européen LIFE

1998 • réalisation des premières opérations d'habitat, arrivée des premiers habitants

1999 • première rentrée de l'école primaire

2001 • ouverture à la construction de la deuxième tranche

2002 • aménagement de la maison de quartier *Haus 037*

2003 • 3300 habitants recensés

2006 • arrivée du tram sur *Vaubanallee*

- achèvement prévu du quartier

& m é t h o d e

Dans les années 1990, le départ des troupes alliées fournit à de nombreuses villes allemandes l'occasion de récupérer d'importantes emprises militaires pour y réaliser des projets urbains.

***une opération
typique de
renouvellement
urbain***

La Ville de Fribourg-en-Brigau saisit rapidement l'opportunité représentée par le départ de l'armée française et détermine dès 1993 des objectifs de réaménagement pour le futur «Quartier Vauban» :

- construction d'un nouveau quartier urbain à proximité du centre-ville, destiné à accueillir à terme 5000 habitants et 600 emplois
- recherche de mixité sociale et création d'une offre résidentielle attractive pour les familles, afin de contrebalancer celle des communes périphériques
- réalisation d'un cadre urbain de qualité, diversifié sur le plan architectural et s'appuyant sur le patrimoine arboré déjà existant
- mise en oeuvre d'un urbanisme écologique (réseau de chaleur, promotion du vélo, des transports collectifs etc.)
- mise en oeuvre d'une démarche participative forte

Dès l'origine, la réaffectation urbaine du site des casernes s'inscrit dans un cadre juridique équivalent à celui des Zones d'Aménagement Concerté françaises : la *Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme*. Ce système prévoit l'acquisition de l'ensemble des terrains par la collectivité, puis leur revente avec une plus-value servant à couvrir l'ensemble des coûts d'aménagement, de requalification et d'équipements.

***un montage
équivalent à celui
des Z.A.C.***

La mise en oeuvre de la procédure est confiée à l'équivalent d'une société d'économie mixte opérant à l'échelle du Land de Bade-Württemberg (*Landesentwicklungsgesellschaft* LEG). Elle planifie le réaménagement du site sur dix ans, dans le cadre de 3 tranches d'aménagement, pour un volume global d'investissement de 85 millions d'euros.

Parallèlement, un groupe d'étudiants et d'habitants de Fribourg voit dans le réaménagement des casernes l'occasion de concrétiser leur idéal d'une ville écologique et sociale et crée l'association Forum-Vauban afin de peser sur le débat local.

***Forum-Vauban :
contre-pouvoir et
force de proposition***

La municipalité va bientôt confier à l'association l'animation de la démarche participative liée à l'aménagement du quartier et l'associer aux réflexions de planification. Forum-Vauban va jouer le rôle d'agitateur d'idées, apporter de nombreuses propositions dont une grande partie sont reprises par la Municipalité, et diffuser l'image de Vauban «quartier écologique modèle». Son fonctionnement fait appel à divers financements publics et privés, dont une contribution du programme européen LIFE de 1997 à 1999.

A part les secteurs où le bâti ancien a été conservé, le Quartier Vauban se présente donc comme un lotissement urbain, dont les terrains sont attribués par décision de la municipalité. Celle-ci fait théoriquement intervenir des considérations de composition familiale et d'origine socio-professionnelle des acquéreurs, afin de favoriser les familles et de promouvoir la mixité sociale dans le quartier.

***un grand
lotissement...***

Le foncier viabilisé coûte actuellement environ 430€ TTC/m².

l e c o n c e p t d ' a m é n a g e m e n t



un site urbain proche du centre

Depuis les années 1990, les efforts de la Ville de Fribourg (200.000 habitants) en matière de développement urbain se sont essentiellement portés d'une part sur une zone d'extension de 70 hectares à l'ouest de la ville (le quartier *Rieselfeld*), d'autre part sur les 40 hectares du quartier Vauban. Les deux sites auront permis à l'agglomération de développer son offre résidentielle neuve et de contrebalancer l'attractivité des communes périphériques.

A un quart d'heure de vélo du centre, le site de Vauban permettait de faire le pari d'un style de vie urbain et de pratiques de mobilité moins étroitement dépendantes de l'automobile individuelle.

les équipements de la tranche II

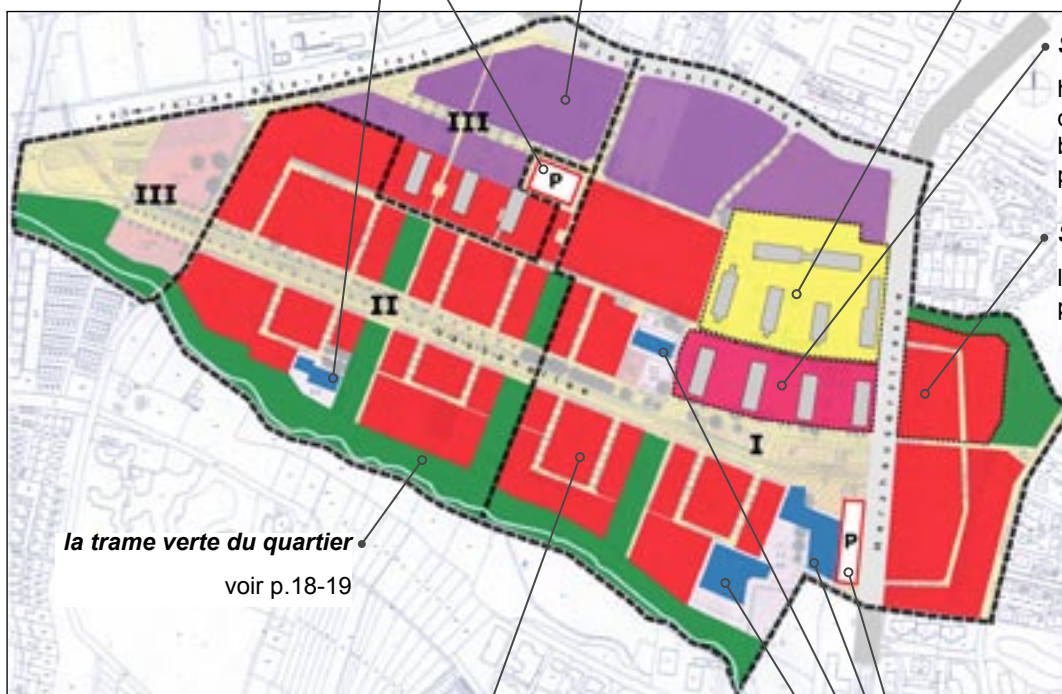
parking-silo *Eiswürfel*
second jardin d'enfants

la zone d'activités

en frange nord du quartier,
elle s'inscrit en continuité
d'une zone d'activité intra-
urbaine déjà existante

la résidence universitaire

elle accueille 600 étudiants,
dans 6 anciens corps de
bâtiments rénovés



S.U.S.I.

habitat alternatif autogéré,
dans 4 anciens corps de
bâtiments rénovés (voir
p.28-29)

Solarsiedlung

les maisons à toiture solaire
photovoltaïque (voir p.36-37)

la trame verte du quartier

voir p.18-19

le «lotissement»

partagé entre la 1ère et la 2nde tranche
d'aménagement, le secteur à vocation
résidentielle est découpé en lots, dont la
majorité est attribuée soit à des acheteurs
individuels soit à des ménages regroupés
dans le cadre de *Baugruppen*

les équipements de la tranche I

parking-silo *Solargarage*
école élémentaire et gymnase
maison de quartier *Haus 037*
jardin d'enfants

une hiérarchisation claire des voies

- branchée sur une voie urbaine importante, la *Vaubanallee* est l'axe principal autour duquel se structure le quartier ; elle recevra le tramway à partir de 2006. Elle se termine en impasse et ne reçoit aucune circulation de transit.



- le côté sud est ouvert à la circulation automobile et comporte des stationnements ; sur cet alignement, le règlement d'urbanisme impose la construction en arcades et l'affectation des rez-de-chaussée à des commerces et des services.
- le côté nord comporte une contre-allée soulignée par de beaux alignements d'arbres anciens, dont la conservation a influé sur le parti d'aménagement.



- de chaque côté de la Vaubanallee, la desserte des îlots résidentiels se fait par des voies en boucle, traitées en voirie mixte et où le stationnement est interdit. Pour toute la partie du quartier classée «sans emplacement de stationnement» (*stellplatzfrei*), le stationnement résidentiel ainsi que celui des visiteurs est assuré dans deux parkings en silo d'une capacité totale de 500 places.



- un réseau dense de cheminements piétons et cyclables offre des raccourcis d'une rue à l'autre et permet de multiplier les circuits de promenade.
- à l'origine destinée à être surbâtie, la place située devant la maison de quartier est devenue pour les habitants «la place du marché» ; ils se mobilisent pour son maintien en espace public.
- les espaces attenants à l'école élémentaire ne sont pas clôturés ; pendant le temps scolaire, ils servent d'espace de récréation et le reste du temps d'espace public :
 - à caractère de place d'entrée de quartier devant l'école,
 - à caractère de terrain de jeux à l'arrière de celle-ci.



a u t o m o b i l e : l e m o d è l e V a u b a n

deux approches possibles L'automobile est tellement omniprésente dans l'espace public de nos villes qu'il est devenu difficile de se représenter à quoi celles-ci ressembleraient si la voiture perdait son statut de moyen de transport banal et quotidien.

En examinant les opérations d'urbanisme récentes où l'on a tenté de réduire la place dévolue à l'automobile dans les secteurs résidentiels, on distingue fondamentalement deux approches.

moins de voitures sur l'espace public... La première consiste à évacuer les fonctions de stationnement en sous-sol ou en périphérie d'opérations afin de pouvoir fabriquer un espace public digne de ce nom à proximité des habitations et d'en éloigner les nuisances. Accessoirement, cette approche tend déjà à dissuader le recours compulsif à l'automobile pour des micro-trajets, dans la mesure où, n'étant plus garée devant la maison, celle-ci n'est plus le moyen de transport le plus immédiatement disponible. La qualité de ces opérations peut être remarquable mais génère des coûts supplémentaires liés à une gestion plus qualitative du stationnement.

...ou moins de voitures tout court La seconde approche, beaucoup plus radicale, vise à créer les conditions les plus favorables possibles pour les ménages faisant le choix de ne pas posséder de voiture. Cette approche a été mise en oeuvre avec succès dans certaines grandes villes européennes, dans le cadre de programmes d'habitat destinés exclusivement à des foyers sans auto. Ces opérations s'accompagnent toujours d'une offre globale de mobilité, s'appuyant d'une part sur une desserte excellente par les moyens de transport collectifs, d'autre part par des services d'auto-partage, permettant une mobilité individuelle lorsque celle-ci s'avère nécessaire. Ces opérations réalisent une économie nette sur le coût de réalisation des stationnements, dont le nombre peut être ramené aux alentours de 0,1 à 0,2 place par logement (pour les services de secours, les visiteurs, les véhicules d'auto-partage etc...). L'économie réalisée peut être répercutée sur le coût des logements, ou réinvestie dans la qualité des constructions et des espaces extérieurs.

Le problème de la seconde approche réside dans son aspect systématique, nécessairement rebutante pour une grande majorité de ménages, persuadés à tort ou à raison de ne pouvoir se passer de leur automobile.

le compromis à la Vauban Elaboré en grande partie à l'initiative de Forum Vauban, le concept de stationnement mis en oeuvre dans le secteur «sans auto» du Quartier représente une synthèse intéressante des deux approches, mettant en avant les objectifs suivants :

- permettre l'approche des logements en voiture tout en faisant de la circulation automobile un «évènement rare» sur l'espace public du quartier
- laisser le choix aux ménages de posséder ou non une voiture, mais pratiquer la vérité des coûts en faisant supporter aux ménages motorisés des coûts plus élevés, proportionnés aux coûts d'infrastructure que leur choix génère pour la collectivité
- permettre des adaptations ultérieures en fonction de l'évolution des pratiques.

Dans la partie «sans auto» du Quartier Vauban, le règlement d'urbanisme interdit la création de parkings sur les parcelles privées et le stationnement n'est, en principe, pas non plus autorisé le long des voies (à l'exception des emplacements payants aménagés le long de la *Vaubanallee*).

Afin de répondre aux besoins de stationnement résidentiel et des visiteurs, 500 places de stationnement ont été aménagées aux portes du quartier dans deux parkings en silos, dont aucune habitation n'est éloignée de plus de 500 mètres.

**le stationnement
implanté aux portes
du quartier**

Les ménages propriétaires d'un logement dans le quartier ont le choix suivant :

- s'ils souhaitent conserver l'usage privé d'une voiture, ils doivent acquérir ou louer une place de stationnement dans l'un des deux parkings collectifs ; l'acquisition d'un emplacement y coûte environ 17.000 € ;
- dans le cas contraire, ils doivent s'engager - par une déclaration écrite adressée à la Ville et renouvelée chaque année - à ne pas posséder ni utiliser régulièrement d'automobile particulière, ni de moto de plus de 50 cc. L'engagement vaut pour toutes les personnes habitant au foyer, ainsi que pour les locataires en cas de mise en location.

**un statut pour
les ménages non
motorisés**

Comme le Code de l'urbanisme du Land stipule que chaque logement doit disposer d'au moins un emplacement de stationnement, les foyers sans auto sont tenus d'adhérer à une association foncière dont la fonction est la gestion d'un terrain que tous les foyers non motorisés peuvent désigner comme leur emplacement de stationnement potentiel. Concrètement, chaque ménage adhérent doit verser à l'association une somme de 3700 €, correspondant à l'acquisition de 8 m² de terrain (soit l'encombrement moyen d'une voiture en stationnement) ; par rapport aux ménages motorisés, les ménages adhérents bénéficient de l'économie liée au non-aménagement des places. Le terrain s'agrandit au fur et à mesure que le nombre d'adhérents s'accroît et doit atteindre à terme environ 3000 m².

Un ménage peut toujours sortir de l'association mais doit alors acquérir une place de stationnement dans l'un des parkings. Si les ménages décidant de reprendre une voiture étaient un jour plus nombreux que les places encore disponibles dans les silos, alors le terrain remplirait sa fonction de réserve foncière et devrait accueillir les emplacements de stationnement nécessaires, le cas échéant sous la forme d'un troisième silo. En attendant, ce terrain est aménagé comme espace vert collectif, accessible à tous les habitants.

En dépit des nombreuses critiques et même si le recul semble insuffisant pour tirer des conclusions à long terme, force est de constater que le concept fonctionne et représente certainement l'un des principaux facteurs d'attractivité du quartier pour de nombreux ménages fortement sensibilisés à l'écologie ou simplement séduits par l'agrément d'un quartier sans autos. Les abus existent mais restent limités et font l'objet de poursuites.

**150 voitures pour
1000 habitants...**

Dans la partie «sans auto» du quartier, plus de la moitié des foyers ne possède pas de voiture ; 57% d'entre eux ont choisi de s'en séparer à l'occasion de leur emménagement dans le quartier. Le taux de motorisation laisse songeur : 150 voitures individuelles pour 1000 habitants, contre 446 en moyenne pour la ville de Fribourg.

40% des ménages environ ont recours à un service officiel d'auto-partage, qui met une douzaine de véhicules à disposition des usagers du quartier. Mais beaucoup d'autres personnes s'organisent de manière informelle pour partager des véhicules.

la qualité urbaine est dans la rue



la rue à vivre

Dans les rues transversales du quartier Vauban, le passage d'une voiture est un « évènement rare » ; on s'y déplace essentiellement à pied ou à vélo. La rue est un espace sûr et tranquille. En s'y promenant, on fait l'expérience singulière d'un lieu à la fois totalement urbain par la densité et l'architecture et plus villageois que bien des villages d'aujourd'hui par l'ambiance et la quiétude.

En l'absence de stationnement, la chaussée reste dégagée. Après l'école, elle est investie par les enfants, qui en font un espace privilégié de jeu et de découverte, à portée de regard des adultes. Ils peuvent sans crainte s'asseoir par terre pour dessiner à la craie ou jouer aux billes.



un décor créé par l'architecture et les jardins

L'espace public est traité de manière sobre : une bande d'enrobé de 4 m. de large, encadrée de larges fils d'eau pavés qui reçoivent toutes les eaux de ruissellement. Pas de marquages au sol et une signalisation réduite au strict minimum. Pas de trottoir non plus : la chaussée appartient ici davantage aux piétons et aux cyclistes qu'aux automobilistes.

Autour de cet espace neutre se construit un décor urbain riche et diversifié, à la fois très cohérent grâce à la construction à l'alignement, et très diversifié grâce à la variété des traitements architecturaux d'une façade à une autre. Les jardins étonnent par leur luxuriance et leur diversité florale, et les lianes grimpent à l'assaut des façades et des coursives.



la maison s'ouvre sur la rue

Devant les maisons, pas de place de stationnement ni de sortie de garage : l'espace est mesuré mais totalement disponible, pour en faire une pièce extérieure faisant la transition entre sphère privée et sphère publique. On y jardine, on y bricole, les enfants y déposent leurs jouets. A la belle saison, on installe en toute simplicité un banc, des chaises, une table et l'on y cause entre voisins...



C'est en même temps un espace utile, où s'épanouit toute une micro-architecture d'abris à vélos et de remises. Tout ce qui roule sans moteur est ainsi à portée de main dès que l'on sort de la maison. Ces petites constructions sont souvent utilisées comme des écrans visuels entre la rue et la maison, et contribuent à la personnification et à l'appropriation de l'espace par les habitants.



Les clotures, lorsqu'elles existent, restent basses et discrètes. Des murets sont autorisés mais doivent être justifiés par une fonction donnée, comme par exemple le rangement des poubelles.



un espace de transition

Dans la plupart des rues, la chaussée est encadrée par deux bandes d'1,50 m. de large faisant partie du domaine public et dans lesquelles sont implantés les arbres d'alignement, l'éclairage public et la signalisation.



Ces bandes doivent permettre d'aménager des stationnements si ceux-ci devenaient par la suite nécessaires. En attendant, elles sont laissées à l'usage des riverains dont elles agrandissent les jardins.



t r a m e v e r t e , l i e u x d e v i e



un patrimoine naturel valorisé dans l'aménagement du quartier

Dès l'origine, le réaménagement du quartier a pu s'appuyer sur une trame paysagère pré-existante, dont la conservation a fortement influencé le parti d'aménagement.

Le quartier est bordé au sud par une petite rivière, le *Dorfbach*, qui constitue la limite communale de la Ville de Fribourg. Les abords de la rivière ont été renaturés, et sont entretenus de manière très extensive, offrant un bel espace de nature aux portes du quartier.



Le patrimoine d'arbres d'alignements datant de l'origine de la caserne a été conservé et intégré dans le dessin des rues. Une partie de ces 70 arbres majestueux se retrouve maintenant sur terrain privé, mais reste protégée par le règlement d'urbanisme.

une trame verte multi-fonctions

Les espaces verts publics représentent près de 6 hectares, soit 14% de la superficie du quartier. Plutôt que de concentrer ces surfaces et d'en faire par exemple un seul parc, le parti d'aménagement a cherché à construire une véritable trame verte s'appuyant sur les éléments suivants :

- les abords du *Dorfbach*, laissés dans un aspect très naturel,
- trois bandes vertes fortement paysagées, d'une largeur de 30 mètres, orientées nord-sud, et qui se décomposent en cinq sous-espaces aménagés de manière individualisée : les *Grünspangen* ,
- les principaux alignements d'arbres, d'orientation générale est-ouest
- les grandes noues d'infiltration d'eau, végétalisées, également est-ouest



Cette trame remplit une pluralité de fonctions :

- *urbanistique* : elle structure et aère le quartier, délimite des unités de voisinages, met en valeur l'architecture et facilite l'orientation
- *paysagère* : les bandes vertes ménagent de belles échappées visuelles sur le grand paysage environnant (vignoble, collines boisées...)
- *climatique* : l'orientation nord-sud des bandes vertes est censé faciliter l'apport quotidien d'air frais venant des reliefs situés au sud du quartier
- *écologique* : la mise en réseau des espaces naturels est très favorable à la petite faune sauvage, très présente dans tout le quartier (oiseaux, hérissons, renards etc...)
- *de loisir et de cadre de vie* : les cinq *Grünspangen* se présentent comme de véritables plaines de jeu, quotidiennement investies par les enfants et les habitants du quartier.



une démarche participative

L'aménagement des bandes vertes s'est effectué progressivement, au fur et à mesure de l'urbanisation du quartier et de la constitution du voisinage.

Dès l'origine, la conception et l'équipement des cinq *Grünspangen* ont été l'objet d'une démarche de concertation et de participation des habitants, dans le but de favoriser l'appropriation des espaces par leurs futurs utilisateurs et riverains.

Pour chacun d'eux, la Ville a chargé un paysagiste d'établir un concept d'aménagement en y associant tous les habitants qui le souhaitent, y compris les enfants. La démarche d'animation a pris des formes variées et souvent ludiques : brainstormings autour de maquettes, simulation du relief *in situ* avec des monticules d'écorces...

A chaque fois, les habitants impliqués ont eu la possibilité d'effectuer des choix au niveau de l'affectation des budgets. Dans certains cas, le travail bénévole des riverains a permis de réaliser des économies financières réinvesties dans des équipements particuliers (par exemple un four à tartes flambées utilisable par tous, des jeux, un mur d'escalade...) ou dans une plus-value qualitative (par exemple l'utilisation de dallages en pierre naturelle...).

Ce dispositif a produit des espaces fortement personnalisés et dans une large mesure complémentaires (l'un davantage destiné aux jeunes enfants, l'autre aux adolescents...).

Après achèvement, les *Grünspangen* ont été intégrés dans le patrimoine des espaces verts de la ville.



d e u x i è m e p a r t i e

- le lotissement dense
- les *Baugruppen*
- la mixité de fonctions
- GENOVA
- S.U.S.I.

l e l o t i s s e m e n t d e n s e

l'habitat individuel aujourd'hui : une production de masse Pour de nombreux ménages, la maison individuelle demeure l'aboutissement logique d'un itinéraire résidentiel qui commence souvent par la location d'un appartement en ville et se conclut idéalement par la construction du pavillon avec jardin.

La production d'une offre répondant à cette aspiration a donné lieu depuis une trentaine d'années à un mode de fabrication d'espace urbain à grande échelle touchant d'innombrables communes péri-urbaines et s'appuyant sur une quadruple standardisation :

- *la standardisation des règles d'urbanisme*, dans le cadre de POS ou de PLU reproduisant à l'infini des règles de prospect taillées sur mesure pour l'habitat pavillonnaire,
- *la standardisation du découpage foncier*, entièrement orienté vers la production de terrains plus ou moins rectangulaires de 500 à 1000 m²,
- *la standardisation de la conception urbaine*, totalement asujettie à la nécessité de gérer le stationnement à l'échelle de chaque parcelle et contrainte de dimensionner la voirie et les accès en conséquence,
- *la standardisation de l'architecture de la maison*, définie par les pavillonneurs en fonction d'un «goût moyen» et tenue à l'écart des recherches et tendances de l'architecture contemporaine.

un urbanisme peu «durable» Outre les nombreuses questions qu'il soulève quant à la qualité architecturale et au devenir des espaces urbains produits, ce mode de production pose également problème si l'on se place dans une perspective de développement durable :

- tout d'abord, il utilise l'espace de manière inefficace ; l'aspiration à «pouvoir faire le tour de la maison» fabrique des terrains sur lesquels une part importante des surfaces n'a aucune valeur d'usage, sans parler de l'espace stérilisé par les accès de garages ; en même temps, rares sont les opérations prévoyant des espaces collectifs assez grands pour permettre les jeux d'enfants, ou des fêtes de plein air...
- la petite taille des volumes bâtis rend ceux-ci structurellement plus coûteux à chauffer en termes de consommation énergétique et leur dispersion pénalise la mise en oeuvre de solutions collectives valorisant efficacement les énergies renouvelables (production d'eau chaude sanitaire par énergie solaire, ou réseaux de chaleur alimentés par des chaufferies au bois, par exemple).
- enfin, l'habitat pavillonnaire va souvent de pair avec un style de vie et de mobilité péri-urbain, marqué par une dépendance forte des ménages vis-à-vis de l'automobile individuelle et un taux de motorisation élevé.

redonner sa place à la maison de ville Concilier l'aspiration des ménages à l'habitat individuel, une utilisation efficace de l'espace et la construction d'espaces urbains et villageois de qualité n'est en aucun cas un problème architectural. La difficulté essentielle réside dans la représentation extrêmement pauvre et stéréotypée qui définit aujourd'hui la maison individuelle. Peu de place est faite à l'émergence de formes alternatives d'habitat individuel, mis à part les opérations dites de «maisons en bande» souvent assimilées à l'image du logement social et qui de toutes manières ne répondent pas à l'aspiration d'une expression architecturale individualisée.

Depuis l'époque médiévale, la maison de ville a constitué la substance de la plupart des villes et des bourgs d'Europe et donné lieu à des tissus urbains unanimement admirés comme patrimoine et recherchés comme cadre de vie. A sa manière, le quartier Vauban cherche à remettre au goût du jour cette belle recette ancienne pour fabriquer de la ville.

une offre foncière adaptée à la maison de ville

A Vauban, une part importante des terrains a été réservée aux acquéreurs individuels: 64 parcelles sur 86 dans la seconde tranche d'aménagement. Implantées dans les rues transversales à vocation résidentielle, ces parcelles présentent une largeur de façade de 6 ou 7 m. sur rue - qui impose l'accolement - et une superficie de 160 à 250 m². Le COS applicable est de 1,4 et l'emprise au sol maximale des constructions de 0,5.



les mêmes règles d'urbanisme que pour l'habitat collectif

Dans tout le quartier, les règles d'urbanisme qui garantissent la cohérence du paysage urbain sont les mêmes quel que soit le type d'habitat: alignements obligatoires, tracés des zones d'implantation du bâti, hauteur maximale (en général 13 m.) et nombre maximal de niveaux (en général 4). A l'intérieur de ces contraintes est laissée une très grande liberté architecturale (matériaux, coloration, modénature, pente de toits...).



De cette manière, la différenciation visuelle entre habitat individuel et habitat collectif est pratiquement éliminée, d'autant que de nombreux *Baugruppen* incluent également des maisons individuelles accolées. Inversement, les maisons individuelles comprennent souvent deux logements superposés. L'individualité s'exprime par l'échelle de la parcelle et la différenciation de l'architecture.

Ainsi l'habitat individuel s'intègre totalement dans le paysage de la rue, et apporte en même temps une contribution forte en termes de diversité architecturale.



le jardin : variations sur le thème de la pièce extérieure

Les règles d'implantation du bâti créent à chaque fois un jardin à l'avant et un jardin à l'arrière.

Abondamment fleuri, le jardin de devant participe au paysage de la rue ; les seules clôtures autorisées sont des murets bas devant être justifiés par une fonction (par exemple rangement des poubelles....). Le jardin de l'arrière est un espace plus intime, en relation avec les pièces de séjour. Il est toujours inclus dans un ensemble de verdure plus vaste, comprenant les jardins voisins et parfois un élément de la trame verte de quartier (les *Grünspangen*). Les haies restent généralement très basses et discrètes.

Les jardins sont petits mais leur surface est complètement utilisable et correspond aux usages réels de la plupart des ménages : s'installer dehors quand il fait beau, faire un peu de jardinage, offrir un espace de jeu pour les jeunes enfants...



En outre, beaucoup de maisons comprennent une grande terrasse en attique inaccessible aux regards, et qui complète la panoplie des pièces extérieures de la maison.

I e s *B a u g r u p p e n*

une idée simple : se regrouper pour construire ensemble

Le principe des *Baugruppen* est en soi relativement simple : des familles à la recherche d'un habitat personnalisé et correspondant à leurs possibilités financières se regroupent, achètent un terrain, embauchent un architecte et construisent un ensemble immobilier. A la différence des SCI que l'on rencontre fréquemment en France, les *Baugruppen* allemands n'ont pas comme motivation essentielle de réaliser un placement immobilier mais de fabriquer un habitat que le marché classique n'est simplement pas en mesure de proposer.

une conception personnalisée de chaque appartement

Dans le cadre du groupe de maîtres d'ouvrages, chacun des ménages participants est en mesure d'exprimer ses demandes individuelles en termes d'habitat : taille et configuration du logement, prestations, conception des espaces collectifs etc... L'architecte effectue la synthèse de ces demandes particulières pour les fondre dans un projet d'ensemble. Des compromis doivent évidemment être trouvés tout au long du processus, mais le système permet néanmoins une conception largement personnalisée des logements, tout en restant dans le cadre d'un habitat collectif. Par ailleurs, les *Baugruppen* séduisent également des ménages désireux de réaliser une maison individuelle, mais qui souhaitent s'intégrer à une dynamique d'ensemble et profiter des économies d'échelle réalisées collectivement ; dans ce cas, les programmes incluent également des maisons de ville.

des économies substantielles à l'investissement puis au niveau des charges

Outre la conception individualisée, l'un des avantages les plus évidents des *Baugruppen* réside dans la différence de rapport qualité/prix avec l'acquisition d'un logement neuf de promotion immobilière. A prestations équivalentes, et d'après les expériences du Quartier Vauban, l'économie réalisée à l'investissement peut atteindre jusqu'à 30%. Dans la plupart des cas, les ménages choisissent d'investir l'argent économisé dans des matériaux sains et de meilleure qualité, des équipements favorisant les économies d'énergie, les espaces extérieurs...

Les *Baugruppen* peuvent négocier des abonnements collectifs auprès des fournisseurs de services (eau, gaz, électricité, chauffage urbain etc.), et réduire ainsi les charges des copropriétaires. Enfin, la mise en commun de certains équipements - par exemple les machines à laver ou les sèche-linges dans le cadre d'un local collectif de laverie - permettent des économies financières et des gains de place dans les appartements.

la construction de fortes relations de voisinage

La constitution des groupes se fait dès l'origine selon des affinités, ou autour de valeurs et de préoccupations communes. Tout au long du processus d'élaboration du projet - qui prend toujours au moins un an - les participants ont amplement l'occasion de faire connaissance et d'éprouver leur capacité à se comprendre et à vivre ensemble. Les groupes qui emménagent dans l'immeuble terminé ont déjà un vécu commun et une pratique de la prise collective de décision qui leur donnent les meilleures chances, non seulement de bien gérer les conflits mais également de développer des pratiques d'entraide au quotidien (petits services, mise en commun de matériels, garde des enfants etc.). Démultipliées à l'échelle d'un quartier, ces pratiques donnent un sens fort à la notion de voisinage et construisent un rapport collectif au quartier riche de sens.

une spécificité forte du Quartier Vauban

En Allemagne les *Baugruppen* restent une rareté à l'échelle nationale, mais se sont beaucoup développés depuis une dizaine d'années dans quelques villes de tradition universitaire, notamment Fribourg et Tübingen. Certaines municipalités cherchent à encourager leur constitution, notamment par des actions de conseil et la mise à disposition de personnel d'animation.

Les premiers groupes qui ont construit sur le Quartier Vauban se sont constitués sous les auspices de Forum Vauban, à l'occasion d'actions de sensibilisation menées par l'association, ou sont directement sortis de ses rangs. Dans le cadre de son partenariat critique avec la municipalité, Forum Vauban a vigoureusement soutenu les demandes d'attribution de terrain formulées par les premiers *Baugruppen*, et a poussé la Ville à leur donner la préférence sur la promotion immobilière privée.

De très nombreux ménages, motivés par l'idée d'emménager dans un quartier écologique modèle, ont été séduits par l'idée. Dans le cadre de la première tranche d'aménagement, 15 opérations de toutes tailles ont ainsi vu le jour, représentant 140 logements sur 450.

Ce succès a conduit la municipalité à réserver d'emblée aux *Baugruppen* une grande partie des terrains de la deuxième tranche.

un apport considérable en termes de qualité urbaine

Le rôle joué par les *Baugruppen* dans l'urbanisation du Quartier a sans nul doute fortement contribué à sa qualité architecturale, ainsi qu'à la richesse de sa structure sociale.

Les conditions mêmes d'élaboration des projets requièrent de la part des architectes un travail de conception beaucoup plus approfondi que ce n'est l'usage en collectif ; en même temps, la taille des projets autorise des moyens d'expression plus ambitieux. Le résultat de cette exigence saute aux yeux lorsque l'on parcourt les rues du quartier, surtout si l'on garde à l'esprit que le coût moyen des opérations (1500 à 2000 € TTC/m²) reste dans la norme du coût de l'immobilier neuf en Allemagne, d'autant plus à Fribourg où le foncier est l'un des plus chers du pays.

Par ailleurs, la motivation écologique de nombreux ménages s'est révélée comme un facteur d'innovation essentiel ; en témoigne le fait que toutes les opérations entrant dans le standard de l'habitat passif ont été réalisées par des *Baugruppen*.

La diffusion de cette manière de construire, notamment grâce à l'effet de vitrine du Quartier Vauban, a incité certains cabinets d'architecture à se spécialiser dans ce type de programme et a suscité la création de cabinets proposant aux *Baugruppen* un accompagnement professionnel tout au long de leur projet, notamment pour l'animation, la négociation, la gestion des conflits etc.



l a m i x i t é d e f o n c t i o n s

la mixité de fonctions : bien souvent un voeu pieu... La mixité des fonctions, dont on chante si souvent les louanges dans les publications officielles, se rencontre presque partout dans les tissus bâtis anciens mais rarement dans les opérations d'urbanisme contemporaines, tout au moins à une échelle correspondant aux trajets du piéton. En dépit de tous les discours, les logiques actuellement dominantes dans le monde de l'aménagement tendent vers une ségrégation spatiale à outrance des activités :

- *au stade des documents d'urbanisme réglementaire* : il y a les zones purement résidentielles d'un côté (et encore en dissociant «l'individuel» du «collectif»...), et les «zones d'activités» de l'autre... A la campagne, plus question d'avoir des fermes dans les villages, et plus question non plus d'habiter au milieu des champs si l'on n'est pas agriculteur...
- *au stade opérationnel* : la promotion immobilière valorise «le calme» de la cité-dortoir comme argument commercial ; de son côté, la grande distribution, qui monopolise de plus en plus le commerce de détail, impose partout les formes stéréotypées du centre commercial de périphérie, posé au milieu de son parking... mis à part dans les grands centres urbains, les opérations qui tentent d'associer les deux ne font pas recette. Et dans les villages, même les salles des fêtes sont mises à l'écart «pour ne pas créer de nuisances»...

l'exact contraire de l'urbanisme «durable» Ces tendances fabriquent une ville «plate», extrêmement consommatrice d'espace, où la majorité des fonctions se développent sur un seul niveau et où une part énorme des surfaces est occupée par des voiries, des stationnements utilisés par intermittence, des «espaces verts» décoratifs sans aucune valeur d'usage et des délaissés. Dans un pays comme la France, ce sont des dizaines de milliers d'hectares de terres agricoles de grande valeur - ressource non renouvelable d'une importance vitale - qui sont encore sacrifiées chaque année au profit de formes aussi inefficaces d'utilisation du sol.

Le corollaire de l'étalement urbain, sous la forme que nous lui connaissons, est bien sûr la croissance des déplacements, avant tout sous la forme de l'automobile individuelle, dont nous savons bien qu'elle constitue une impasse dans une perspective de développement durable.

réapprendre l'art de marier les fonctions Si certaines activités industrielles ou d'élevage doivent, de toute évidence, être isolées pour des motifs de sécurité et de nuisances, l'immense majorité des activités professionnelles a naturellement vocation à s'exercer «en osmose» avec l'habitat : commerces et services de proximité, professions indépendantes, administration, petit artisanat... sans oublier toute la palette des activités associatives ou culturelles.

La ville durable est dense et mixte, c'est la ville des «trajets courts», structurée à l'échelle humaine. Y parvenir requiert une bonne dose de créativité ainsi qu'une petite révolution culturelle, dont quelques exemples du Quartier Vauban nous donnent un avant-goût réjouissant.

Vaubanallee : commerces et services en pied d'immeubles

Sur tout le côté sud de la Vaubanallee, le règlement d'urbanisme a imposé à tous les maîtres d'ouvrages (en majorité des *Baugruppen*) de réserver les rez-de-chaussée à des activités commerciales ou de services, afin de donner clairement à l'axe majeur du quartier une fonction de centralité.

Sur le plan architectural, cette fonction a été soulignée de manière forte par l'obligation de créer des arcades, renouant ainsi avec une ancienne tradition des villes du Rhin supérieur.



Villaban, Amoebe, Sonnenhof... de la mixité comme programme

Réalisée en 2003 dans l'idée de créer des synergies entre des activités de nature très variée, la maison Villaban réunit sur ses trois niveaux et derrière ses façades bariolées des locaux associatifs et culturels, des cabinets de professions libérales, des ateliers d'artistes et d'artisans, des logements et une cafétéria. Le maître d'ouvrage - une entreprise de construction bois qui a elle-même assuré le gros oeuvre - a mis à disposition de ses 23 locataires des locaux «à finir» (sols et câblage électrique) pour un loyer de 6,50 € le m2. Le règlement de la zone d'activités a limité à quatre le nombre de logements, qui sans cela aurait été plus élevé ; ce règlement a été mis en révision depuis afin d'autoriser une plus grande mixité.



Le succès de Villaban fait des émules. Le bâtiment «Amoebe» (c'est-à-dire l'amibe, ainsi nommé en raison de sa forme organique) est en cours de construction sur le terrain voisin, sous l'impulsion d'un *Baugruppe*, avec un objectif analogue de mixité.

Un peu plus loin, le projet du *Baugruppe* Sonnenhof vise à réunir de l'habitat, des locaux d'activité et un lieu de vie et de soins pour des personnes handicapées mentales...



Sonnenschiff : des maisons sur le toit

Etiré le long de la Merzhauserstrasse, le projet immobilier tertiaire Sonnenschiff vient parachever l'ensemble résidentiel Solarsiedlung (voir page 39) qu'il va protéger des nuisances de cet axe de passage important. Il proposera dès l'année prochaine 5000 m2 de surfaces commerciales et tertiaires à très basse consommation d'énergie sur 3 niveaux.

Sur sa toiture-terrasse prendront place 10 maisons jumelées analogues à celles commercialisées dans le lotissement Solarsiedlung, et qui se partageront 1500 m2 de jardins en terrasse...



illustration fournie par la société Solarsiedlung

une renaissance de l'esprit coopératif En 1996, le dispositif national allemand d'aide à l'accession à la propriété est étendu aux ménages acquérant des parts de propriété dans des coopératives de logement. L'Etat s'engage à verser aux ménages une subvention annuelle nette d'impôts correspondant à 3% du montant des parts souscrites, à laquelle se rajoute une prime de 256 € par enfant et par an, cela pendant une durée de huit ans.

Ce dispositif décide un groupe de sympathisants de Forum-Vauban à créer l'année suivante la coopérative GENOVA (pour *GENOssenschaft VAuban*), dont la vocation est de proposer à des personnes de tous âges et de toutes conditions sociales un habitat écologique, économique et personnalisé dans ce qui s'annonce comme le futur quartier modèle de Fribourg.

Bientôt forte de 90 coopérateurs, GENOVA parvient à assurer 45% du financement de sa première opération de 36 logements par du capital propre. La construction est bouclée en un an. Les coopérateurs qui souhaitent obtenir un logement locatif doivent acquérir préalablement l'équivalent de 15.000 € sous forme de parts sociales, et 15.000 € supplémentaires au bout de 6 ans de location.

un projet de mixité sociale Afin de favoriser l'accès au logement de personnes ne disposant pas de ce capital, un conventionnement au titre du logement social est obtenu pour 10 logements de la première tranche ; celui-ci donne droit par ailleurs à des prêts bonifiés.

En 1998, l'Etat décide subitement de réserver les subventions à l'acquisition de parts sociales aux sociétaires habitant effectivement une opération de logement coopératif. Ce changement empêche de réunir un nombre suffisant de souscripteurs pour financer la deuxième tranche dans les mêmes conditions que la première. Pour réussir le montage financier, GENOVA doit proposer la moitié des logements à la vente. Les candidats à l'acquisition doivent aussi être coopérateurs, ils ont besoin de l'accord de la coopérative s'ils veulent mettre leur logement en location et GENOVA dispose également d'un droit de préemption en cas de revente.

En 2002, GENOVA compte 260 sociétaires, totalisant un capital de 2.600.000 € environ ; une soixantaine d'entre eux n'habitent pas dans les résidences de la coopérative.

un habitat polyvalent et adaptable Dès l'origine, l'ambition de GENOVA a été de créer un cadre de vie favorisant la cohabitation de générations différentes, et permettant le maintien de personnes âgées dans leur logement ainsi que l'accueil de personnes handicapées. Cette préoccupation s'est notamment traduite par de nombreux «détails» de conception dans les logements (largeur des ouvertures, absence de seuils, hauteur des poignées de portes etc..) qui, en définitive, n'ont pas généré de surcoûts et se sont révélés pratiques pour tous. L'accès aux appartements des étages se fait des coursives, elles-mêmes desservies par un ascenseur. Par ailleurs, les appartements sont conçus de manière à faciliter des transformations, divisions ou redécoupages ultérieurs en fonction des besoins.

des locaux collectifs Les locaux collectifs résultent d'une démarche de concertation avec les futurs habitants et sont utilisés quasi-quotidiennement en particulier :

- *les deux chambres d'hôte* avec salle de bain permettent de recevoir parents et amis en laissant à chacun son autonomie, moyennant une participation aux frais de 8 € par nuit,
- *les deux salles d'activité* sont réservées pour des fêtes, des activités associatives ou des utilisations professionnelles.

- le patrimoine** • 2 ensembles immobiliers :
- 1ère tranche achevée en 1999, 36 logements
 - 2ème tranche, achevée en 2001, 37 logements
 - 3 locaux commerciaux
 - logements du studio au duplex, de 45 à 170 m²



- les habitants** • sur les 73 logements :
- 27 logements en propriété individuelle
 - 46 logements appartenant à la GENOVA et mis en location
 - ...dont 19 conventionnés au titre du logement social



- 113 adultes, dont 9 âgés de plus de 60 ans
- 91 enfants, la plupart entre 0 et 6 ans

- 14 célibataires
- 9 couples sans enfants
- 50 familles, jusqu'à 7 enfants



- 10 familles monoparentales
- 6 foyers avec personnes d'origine étrangère
- 4 foyers avec personnes handicapées

- les services** • locaux collectifs dans chaque tranche (chambre d'hôtes, salle d'activités, local à vélos, laverie...)



- l'écologie** • standard à basse consommation d'énergie, amélioré (48 kWh/m²/an)
- environnement adapté aux personnes handicapées, âgées ou de petite taille (selon norme DIN 18025)

- les coûts** • 1e tranche : 1700 € TTC/m² (1999)
- 2e tranche : 1800 € TTC/m² (2001)
 - loyers des logements :
 - non conventionnés : 6,90 €/m² hors charges
 - conventionnés : 4,75-6,65 €/m² selon revenus

1990 : un projet alternatif pour Vauban L'annonce du départ de l'armée française de Fribourg coïncide, au début des années 1990, avec une crise aiguë du logement qui touche avant tout les catégories sociales les moins favorisées, les familles monoparentales, les jeunes et les étudiants. Dans ce contexte, l'aspiration à un habitat financièrement accessible est l'une des motivations essentielles qui conduit un petit groupe de personnes motivées à s'intéresser de près aux perspectives offertes par la réutilisation des casernes Vauban, avant même que celles-ci soient libérées.

Sous l'initiative d'un jeune architecte, Bobby Glatz, ce groupe se structure dès 1990 en association, qui regroupera bientôt 200 sympathisants autour d'un concept alternatif de conservation et de réhabilitation des casernements en réponse à la crise du logement. A l'époque, l'intention de la municipalité est de raser tous les bâtiments existants.

Le nom de l'association résume bien son programme : *Selbstorganisierte Unabhängige Siedlungsinitiative*, ou Initiative indépendante et autogérée d'habitat.

1992 : une ouverture à l'expérimentation En 1992, la municipalité accepte finalement de céder quatre bâtiments à S.U.S.I., sur les 12 qu'elle revendiquait. Resté propriété de l'Etat fédéral, le terrain d'1,5 ha est loué à l'association par bail emphytéotique.

L'année suivante débutent les travaux de réhabilitation, faisant largement appel à l'autoconstruction et cherchant à tirer parti au maximum des structures existantes. Extérieurement, la transformation la plus spectaculaire réside dans l'ajout de vastes terrasses à chaque appartement. Pour l'essentiel, la remise en état des bâtiments est bouclée en cinq ans (les travaux d'amélioration se poursuivent cependant jusqu'à ce jour et des extensions neuves sont également programmées à terme sur le terrain).

logement social + logement étudiant Le montage financier de l'opération s'appuie sur le conventionnement des logements au titre du logement social, ainsi que sur les aides publiques à la création de logement étudiant. En contrepartie, les logements doivent être loués sous condition de ressources et la moitié d'entre eux au moins doivent être occupés par des étudiants. La mixité est recherchée au niveau, sinon de chaque appartement, du moins de chaque immeuble.

une dimension de projet social Le projet met en avant une forte dimension sociale et collective, et s'inscrit totalement dans la culture de la « scène alternative » allemande. L'habitat prend la forme de vastes appartements communautaires (*Wohngemeinschaften*), avec cuisine et salle de bain partagées. Chaque locataire s'engage par bail à fournir un minimum de 105 heures de travail bénévole sur trois ans dans les chantiers de rénovation et d'entretien. La gestion des affaires communes se fait sur un mode autogestionnaire et dans la recherche de consensus. Une attention particulière est donnée à l'accueil de publics fragiles, notamment d'anciens toxicomanes. Des apprentis et des personnes en réinsertion sont embauchés pour les travaux de rénovation...

Parallèlement, S.U.S.I. accueille en permanence sur son terrain un habitat « mobile » haut en couleurs, sous la forme de roulottes et de camions transformés. Une quinzaine de personnes y résident habituellement.

- le patrimoine**
- 4 bâtiments
 - 7500 m² de surface habitable
 - 45 appartements communautaires (F5 pour la plupart), soit 10 à 13 par bâtiment

- les habitants**
- 200 adultes
 - 50 enfants

- les services**
- café et petite restauration ouverts au public
 - coopérative de produits alimentaires
 - ateliers (bois, métal, céramique, réparation de vélos, labo photo...)
 - bibliothèque, salles de réunion, d'exposition...
 - halte-garderie
 - magazine
 - concierge

- l'écologie**
- matériaux naturels et sains, aucun emploi de PVC, récupération de matériaux existants
 - mise au standard de l'habitat à basse consommation énergétique, grâce à isolation extérieure performante (cellulose, liège...)
 - production de chaleur et d'électricité par un cogénérateur de 90 kW alimenté à l'huile de colza produite dans la région
 - production d'eau chaude sanitaire par capteurs solaires thermiques
 - mesures d'économie d'électricité : bail interdisant le chauffage et les cuisinières électriques, alimentation directe des lave-linges en eau chaude, fourniture d'ampoules basse consommation...
 - récupération de l'eau de pluie pour l'arrosage

- les coûts**
- coût de réhabilitation évalué à 460 €/m²
 - loyer hors-charge : 4,80 €/m²



t r o i s i è m e p a r t i e

- la planification énergétique urbaine
- le standard «habitat passif»
- l'énergie solaire photovoltaïque
- la gestion des eaux de ruissellement
- les concepts alternatifs d'assainissement

l a p l a n i f i c a t i o n é n e r g é t i q u e u r b a i n e

développer l'efficacité énergétique à l'échelle d'une agglomération

La planification énergétique urbaine est une démarche assez exceptionnelle en France, alors qu'elle est très répandue dans de nombreux pays européens, dont l'Allemagne. Elle consiste pour une collectivité - généralement une agglomération - à investir la question de l'énergie sous ses différents aspects et à développer des stratégies particulières en vue de favoriser une utilisation efficace et rationnelle des ressources énergétiques sur son territoire.

Elle ne se limite pas aux consommations d'énergie des équipements ou des transports publics, mais s'applique également à toute la gamme des consommations privées (habitat, activités économiques, déplacements etc.). Elle tente de mobiliser tous les moyens à disposition des collectivités afin de favoriser les choix individuels allant dans le sens de l'intérêt général.

diminuer les consommations et augmenter la part des énergies renouvelables

Etant donnée l'importance cruciale des enjeux énergétiques dans toute la problématique du développement durable, on peut s'attendre à ce que les démarches de planification énergétique s'imposent progressivement comme des éléments-clés de politiques urbaines tournées vers l'anticipation, et qu'elle tendent essentiellement vers deux objectifs complémentaires :

- *la valorisation maximale du potentiel d'économies d'énergie*, c'est-à-dire des «négawatts»,
- *le développement maximal de la part des énergies renouvelables* dans l'approvisionnement énergétique local, en substitution aux énergies fossiles, à effet de serre ou à risque technologique élevé (nucléaire).

Fribourg : un objectif de 25% de réduction des émissions de CO2 en 15 ans

L'exemple de Fribourg donne justement un aperçu des différents types d'outils susceptibles être mobilisés dans une ville d'importance moyenne, au service d'une planification énergétique urbaine. Celle-ci s'inscrit là-bas dans le cadre d'un objectif politique clair adopté par la municipalité en 1996 et qui vise une réduction de 25% des émissions de CO2 de la Ville d'ici 2010, afin de contribuer à la réduction de l'effet de serre.

La mise en oeuvre de cet objectif s'appuie essentiellement :

- sur le développement des énergies renouvelables,
- sur une politique volontariste de promotion du vélo et des moyens de transports collectifs,
- sur la promotion des économies d'énergie dans l'habitat, aussi bien neuf qu'ancien.

un maximum de 55 kWh/m2/an pour les logements construits sur foncier public

Dès 1992, la Ville a conditionné la cession de terrains publics à l'engagement des maîtres d'ouvrage de se conformer à un standard élevé d'efficacité énergétique. Cette norme, dite de «basse consommation énergétique» (*Niedrigenergiebauweise*) se définit par une consommation maximale de chauffage de 55 kWh/m2/an. La consommation est estimée au stade de la conception du bâtiment par simulation informatique, en fonction de paramètres climatiques et sur la base d'un usage moyen.

Ce standard s'est depuis largement répandu en Allemagne, et correspond à peu près aux normes d'efficacité énergétique introduites dans la réglementation nationale de la construction en 2002.

Vauban : une forme urbaine dense favorisant l'efficacité énergétique

L'ouverture à l'urbanisation du quartier étant postérieure à 1992, toutes les constructions neuves réalisées dans le Quartier Vauban répondent au minimum au standard de «basse consommation énergétique», et font souvent encore beaucoup mieux, en particulier dans le cas des projets réalisés par des *Baugruppen*.

La forme urbaine mise en oeuvre à Vauban vient également conforter l'objectif d'efficacité énergétique. La construction accolée conjuguée aux alignements obligatoires crée des volumes bâtis de grande taille et aux formes simples, et contribue ainsi à réduire les surfaces d'enveloppe par rapport aux volumes à chauffer.

A surfaces habitables et techniques constructives équivalentes, le gain en énergie de chauffage de cette forme urbaine par rapport à la maison individuelle détachée est de l'ordre de 30%.

chauffage urbain au bois déchiqueté et cogénération

Le quartier a été doté d'un réseau de chauffage urbain, auquel tous les maîtres d'ouvrages ont l'obligation de se raccorder (sauf les programmes d'habitat à standard «passif», en raison de leur besoin de chaleur minime).

Le réseau est alimenté en chaleur par une chaufferie collective à cogénération implantée sur le quartier et qui utilise 70% de bois déchiqueté et 30% de gaz naturel. La centrale couvre l'ensemble des besoins de chauffage du quartier et assure une production d'électricité équivalente à la consommation d'environ 500 foyers.



un contexte favorisant l'utilisation des énergies renouvelables

La très grande liberté laissée en matière d'aspect extérieur des constructions facilite la valorisation de l'énergie solaire dans les projets individuels. De nombreuses maisons produisent une partie de l'eau chaude sanitaire au moyen de capteurs plans installés sur les toitures-terrasses. Leur mise en oeuvre est d'autant plus intéressante dans le cadre des *Baugruppen* grâce aux économies d'échelle réalisées.

Les panneaux photovoltaïques sont également fréquents en toitures. L'électricité n'est jamais utilisée sur place ; elle est réinjectée sur le réseau de distribution et fait l'objet - tout comme en France mais à un tarif beaucoup plus élevé - d'une obligation de rachat par les distributeurs d'électricité.

Enfin, bien que l'ensoleillement des constructions n'ait pas été une considération déterminante dans le tracé du parcellaire et des voies, les terrains permettant l'implantation la plus favorable aux maisons solaires sont réservés à des projets d'habitat répondant au standard «passif».



l e s t a n d a r d « h a b i t a t p a s s i f »

le standard de demain en matière d'efficacité énergétique dans l'habitat

Sous l'influence du renchérissement de l'énergie, mais sans doute davantage grâce au renforcement des réglementations thermiques, d'énormes avancées techniques ont été accomplies depuis une trentaine d'années dans le sens d'une plus grande efficacité énergétique dans l'habitat.

Le besoin d'énergie de chauffage, exprimé en kWh/m²/an, est un indicateur simple des progrès réalisés, très couramment utilisé en Allemagne. Alors que dans le parc ancien, des consommations de 200 à 300 kWh sont encore courantes, la réglementation en vigueur depuis 2 ans chez nos voisins impose des performances minimales de 50kWh/m²/an en habitat collectif et 115 en individuel détaché. Ces performances correspondent à peu près à celles définies pour le standard de l'habitat à «basse consommation énergétique» (*Niedrigenergiebauweise*), qui s'est généralisé dans le pays au cours des années 1990.

Parallèlement, les progrès techniques se poursuivent et laissent entrevoir ce qui s'annonce comme le standard de demain : l'habitat dit «passif» (ou *Passivhausbauweise*). Mis au point en Allemagne à la fin des années 1980, il a été mis en oeuvre pour la première fois en 1991 dans un programme expérimental de quatre maisons individuelles accolées près de Francfort.

des immeubles sans système de chauffage

L'habitat «passif» s'appuie sur les mêmes principes que l'habitat à basse consommation énergétique, mais les met en oeuvre de manière encore plus rigoureuse et systématique :

- réduction au maximum des surfaces de déperdition de chaleur par la recherche de volumes simples et compacts (ce qui oblige notamment à accoler l'habitat individuel),
- isolation très poussée de toutes les enveloppes (valeurs $U < 0,1$ W/m² pour les toitures, $U < 0,14$ W/m² pour les murs extérieurs, $U < 0,8$ W/m² pour les fenêtres à triple vitrage...),
- élimination systématique des ponts thermiques, notamment en désolidarisant les terrasses ou les balcons des corps de bâtiments...
- renforcement de l'étanchéité à l'air des enveloppes (recherche des fissures...), testée en fin de chantier,
- systèmes de ventilation mécanique à double flux permettant un renouvellement continu de l'air tout en assurant la récupération d'au moins 80% de la chaleur de l'air sortant,
- optimisation des apports thermiques solaires grâce à l'orientation systématique des façades principales et des grandes surfaces de vitrage au sud ; limitation des ouvertures sur les autres faces du bâtiment...

La mise en oeuvre coordonnée de toutes ces prescriptions permet de ramener les besoins de chauffage de ces bâtiments au-dessous de 15 kWh/m²/an, seuil en-deçà duquel un système de chauffage de type classique ne se justifie plus.

Même au cœur de l'hiver, ces bâtiments tirent l'essentiel de leur chauffage des apports solaires passifs (d'où leur nom), ainsi que de la chaleur dégagée par la présence humaine, l'éclairage et le fonctionnement des appareils ménagers.

Pendant les journées les plus froides de l'année, la température intérieure peut être maintenue au niveau de confort grâce à un dispositif de chauffage de l'air entrant, au niveau de la ventilation.

Il faut bien entendu s'habituer à ne plus ouvrir les fenêtres en hiver...

un surcoût limité en termes d'investissement

L'économie réalisée au niveau des systèmes de chauffage permet de compenser en grande partie les surcoûts liés aux matériaux et à la technicité plus poussée, et donne ainsi au procédé sa pertinence économique.

Le retour d'expérience sur les quelques centaines de réalisations d'habitat passif en Allemagne, en Autriche et en Suisse met en évidence un surcoût à l'investissement de 0 à 15% selon les projets par rapport à une construction équivalente «conventionnelle». Dans le cas du seul projet de ce type réalisé à ce jour en France - la résidence Salvatierra à Rennes - le surcoût lié au standard «passif» a été estimé à 8%.

Le gain est évidemment énorme en termes de coûts de fonctionnement, puisque la facture de chauffage d'un logement de taille moyenne en standard «passif» est de l'ordre de 50€ par an. L'économie ne se limite d'ailleurs pas au chauffage : le standard «passif» recherche une performance élevée de toutes les applications domestiques de l'énergie - y compris celle des appareils ménagers - et vise à ramener la consommation *d'énergie primaire* liée à l'habitat au-dessous du seuil de 120 kWh/m²/an.

Vauban : une concentration exceptionnelle d'opérations

L'ouverture à l'urbanisation du quartier Vauban a justement coïncidé avec la montée en puissance de l'habitat passif en Allemagne. Sa promotion par Forum-Vauban a suscité de nombreux projets, portés par des *Baugruppen* ambitieux et a conduit à faire du quartier l'une des plus grandes concentrations d'opérations de ce type au monde.

On peut s'y familiariser avec les formes architecturales caractéristiques de ces «maisons solaires» ultra-performantes, qui sont très certainement appelées à se généraliser sous nos latitudes dans les décennies qui viennent...



l ' é n e r g i e s o l a i r e p h o t o v o l t a ï q u e



le solaire : ne pas confondre...

On parle souvent de «panneaux solaires» pour désigner deux formes complètement différentes de valorisation directe de l'énergie solaire :

- *le solaire thermique* : essentiellement un mode de production d'eau chaude sanitaire, il a depuis longtemps démontré sa rentabilité et rentre progressivement dans les mœurs, aussi bien pour des applications individuelles que collectives ; au quartier Vauban, il fait pratiquement partie de l'équipement standard des immeubles ;
- *le solaire photovoltaïque* : il sert à produire de l'électricité. Si son coût élevé à l'investissement l'empêche encore d'être «compétitif» par rapport à d'autres modes de production électrique, la contribution qu'il pourrait apporter à la résolution des problèmes énergétiques à moyen et long-termes fait du développement de cette filière un enjeu industriel majeur pour les pays occidentaux.

un soutien massif au développement du solaire photovoltaïque

Depuis quatre ans, l'Etat allemand soutient massivement le développement des capacités de production photovoltaïques, d'une part par des programmes de prêts à taux réduits, d'autre part en imposant aux distributeurs d'électricité des tarifs de rachat élevés : 0,45 €/kWh, et même 0,62 €/kWh depuis cette année si les panneaux solaires sont implantés sur des bâtiments. A titre de comparaison, le tarif de rachat est de 0,15€/kWh en France, mais les installations bénéficient, il est vrai, de subventions directes à l'investissement.

En Allemagne, cette politique suscite une floraison de projets : 10.000 à 20.000 installations par an, majoritairement dans le sud du pays, plus ensoleillé. La puissance moyenne des installations tend à augmenter rapidement : de 2,5 kW-crête en 1999, elle est passée à 6,5 en 2003. L'opération attire en effet de nombreux investisseurs, qui se regroupent pour financer des installations de plus en plus grandes et rentables.

Parallèlement, l'ouverture à la concurrence du marché de l'électricité en Allemagne a suscité l'émergence d'opérateurs faisant appel à la conscience écologique des ménages à qui ils proposent la fourniture de «courant vert», produit à partir de sources d'énergie renouvelables. Cette demande nouvelle offre des débouchés pour le développement de l'électricité solaire.

Siège de l'un des principaux instituts de recherche sur l'énergie solaire (le *Fraunhofer-Institut*) et d'un important centre de production de modules photovoltaïques (la *Solarfabrik*) Fribourg est l'un des hauts-lieux de la filière solaire en Allemagne. L'achèvement dans le quartier Vauban du spectaculaire lotissement solaire de Rolf Disch (*Solarsiedlung*) confirme cette prééminence.

quelques repères de dimensionnement d'une installation photovoltaïque :

une installation d'une capacité théorique de...	produit en moyenne dans l'année...	soit la consommation électrique domestique moyenne de...	elle occupe une surface de...	et coûte à l'investissement...
1 kW-crête	800-1000 kWh	1 personne	10 m2	10.000 €

L'idéal d'un habitat à «bilan énergétique positif»

Pionnier de l'architecture solaire en Allemagne, l'architecte fribourgeois Rolf Disch réalise pour la première fois en 1994 son idéal d'un habitat à bilan énergétique positif en construisant sa propre maison : Heliotrope. Elle se présente comme un cylindre à ossature de bois, qui pivote sur son axe au cours de la journée pour optimiser les apports thermiques solaires. Les besoins énergétiques - notamment de chauffage - sont minimes tandis que la production d'électricité par les capteurs photovoltaïques dépasse largement la consommation des habitants. De cette manière, le bilan énergétique global de la maison présente un excédent sur l'année.



L'ouverture à l'urbanisation du Quartier Vauban est pour Rolf Disch l'occasion d'appliquer pour la première fois ce concept à un habitat destiné au grand public. En 1998, il fonde la société de promotion immobilière *Solarsiedlung* et se donne pour objectif la réalisation d'un quartier de 125 maisons accolées, complétées par un vaste immeuble tertiaire, sur toute l'ancienne emprise militaire située à l'ouest de la *Merzhauserstrasse*.

Solarsiedlung, le lotissement solaire

Les maisons du *Solarsiedlung* sont à ossature bois et peuvent être assemblées en six semaines. Les différents plans proposés offrent des surfaces habitables comprises entre 75 à 270 m² avec sous-sol en option. Conçues selon les standards de l'habitat passif, leur consommation énergétique de chauffage est inférieure à 15 kWh/m²/an.



En même temps que la maison, l'acquéreur achète l'installation de capteurs photovoltaïques qui recouvre le toit et dont la production électrique est réinjectée sur le réseau. Chaque maison est ainsi équipée d'une petite centrale électrique d'une puissance de 3 à 10 kWh-crête, amortie en 10 ans grâce aux prix de rachat du courant imposés par l'Etat. Sur les 20 années suivantes au moins, la revente de l'électricité doit pouvoir fournir un revenu net de 1500 à 5000 €/an selon la taille de l'installation, à coût de rachat constant.



Si des difficultés financières ont conduit à réviser les ambitions initiales à la baisse (58 maisons au lieu des 125 prévues à l'origine), elles n'ont pas eu raison du projet, et ont amené ses promoteurs à imaginer des solutions de commercialisation innovantes. Une partie des maisons a pu être réalisée grâce à la constitution de trois fonds d'investissements successifs, proposant des parts sociales de 5000 et de 25000 €. Le loyer s'élève à 8,70 €/m² hors charges.



l a g e s t i o n d e s e a u x d e r u i s s e l l e m e n t

l'eau de pluie : un problème urbain Sous nos climats, les précipitations représentent un volume d'eau annuel de l'ordre de 600 litres au m². Lorsqu'elle tombe sur un sol naturel, l'eau s'infiltre et rejoint le réseau hydrographique, entretenant les processus de vie tout au long de son parcours. En ville, par contre, l'eau est.. un problème. Sur les surfaces imperméabilisées qu'elle rencontre (toitures, chaussées etc.), elle stagne ou ruisselle et doit donc être canalisée et évacuée.

L'approche classique a consisté jusqu'à présent à l'évacuer dans les réseaux d'assainissement, soit mélangée aux eaux usées dans le cadre de réseaux d'assainissement dits unitaires, soit séparément dans le cadre de réseaux séparatifs.

Dans le premier cas, l'économie réalisée en regroupant les réseaux est tempérée par la nécessité de les surdimensionner - afin qu'ils puissent être en mesure d'évacuer les eaux d'averses - ainsi que par les difficultés de fonctionnement des stations d'épuration ayant à traiter des volumes d'eau irréguliers et de pollution variable.

Dans le cas d'un réseau séparatif, la question est bien de savoir si l'eau de pluie mérite d'être traitée comme un effluent - ce qui est effectivement le cas lorsqu'elle ruisselle sur des surfaces polluées comme la chaussée de routes à fort trafic - ou si elle peut être considérée comme un élément naturel ayant toute sa place dans le paysage urbain, voire comme une ressource à valoriser.

une palette de réponses possibles Les projets d'urbanisme sont de plus en plus nombreux à prendre en compte cette dimension, et conjuguent trois types de mesures :

- *la rétention de l'eau* : il s'agit de faire en sorte que l'eau tombée lors d'une averse, par exemple sur les parcelles privées, y reste temporairement stockée et soit relâchée dans les réseaux d'évacuation de manière différée, avec un flux régulé ; une variante consiste à capter une partie de cette eau et à l'utiliser pour des usages domestiques ne nécessitant pas d'eau potable (chasses d'eau, lave-linges, nettoyage, arrosage...)
- *le parcours de l'eau en surface* : l'idée est de faire l'économie de réseaux enterrés et d'intégrer le parcours de l'eau comme un élément de composition à part entière de l'espace public, par exemple sous la forme de fils d'eau pavés, de noues plantées etc. ;
- *l'infiltration* : lorsque l'eau de pluie n'est pas chargée de pollution et si les caractéristiques des sols le permettent, la solution de bon sens consiste à permettre son infiltration *in situ* et la recharge de la nappe phréatique.

La mise en oeuvre de telles approches n'est pas nécessairement réservée à des opérations d'aménagement neuves. Dans une petite ville du nord de l'Allemagne confrontée à la nécessité de rénover son réseau d'évacuation d'eau pluviale, des calculs économiques ont démontré qu'il était beaucoup plus avantageux de subventionner les particuliers pour qu'ils créent des dispositifs d'infiltration sur terrain privé, et c'est l'option qui a finalement été retenue.

Plus généralement, de nombreuses collectivités allemandes - dont la ville de Fribourg depuis 1996 - encouragent la gestion des eaux de ruissellement sur la parcelle en modulant la redevance d'assainissement en fonction de la part de surfaces imperméabilisées. L'existence de toitures végétalisées est alors prise en compte comme facteur de réduction des surfaces imperméabilisées.

Vauban : une gestion globale des eaux de ruissellement

La plupart des programmes de construction réalisés à Vauban ont des toitures-terrasses ou à faible pente. Le règlement d'urbanisme en vigueur dans le quartier impose leur végétalisation lorsque la pente est inférieure à 10°. Selon l'épaisseur et les caractéristiques du substrat employé ainsi que l'intensité des précipitations, les toitures végétalisées permettent de retenir 70 à 100% des eaux de pluie, qui sont ensuite utilisées par les plantes ou s'évaporent directement. L'eau en excès est relâchée progressivement par les gouttières.



Certains équipements publics, notamment l'école élémentaire, sont dotés de citernes, permettant la récupération de l'eau de pluie et son usage pour les chasses d'eau.



Dans le quartier, le parcours de l'eau de pluie se fait à l'air libre, aussi bien sur le domaine privé que sur l'espace public. Il est souligné par un traitement spécifique des revêtements de sols, généralement des fils d'eau pavés qui encadrent en même temps la chaussée.

A proximité des écoles, de petits dispositifs de rétention d'eau remplis de galets constituent en même temps des espaces de jeu et de découverte sensorielle.



La circulation et le stationnement automobiles, extrêmement limités, n'apparaissent pas comme une source de pollution significative des eaux de ruissellement. L'ensemble des eaux de pluie collectées peut donc être dirigé vers une grande noue d'infiltration engazonnée, aménagée sur toute la longueur de la *Vaubanallee*, l'axe principal du quartier. Ce n'est qu'en cas de très fortes précipitations qu'une partie de l'eau est évacuée vers le *Dorfbach*, le petit cours d'eau bordant le quartier au sud.



les concepts alternatifs d'assainissement

le tout-à-l'égout a peut-être fait son temps... Dans certains pays (en particulier l'Allemagne, l'Autriche, la Suisse et les pays scandinaves), l'idée d'une collecte et d'un traitement différenciés des différentes catégories d'eaux usées fait son chemin et donne lieu à de multiples expérimentations. Elle s'appuie sur une critique fondamentale du modèle d'assainissement qui s'est généralisé dans les pays occidentaux depuis un siècle environ et qui consiste à évacuer et traiter collectivement toutes les catégories d'eaux usées (du moins celles d'origine domestique).

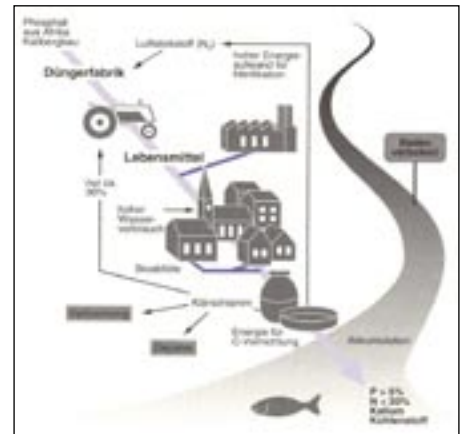
Ce système présente en effet une série d'inconvénients, pour ainsi dire structurels :

- *une forte consommation d'énergie* pour le fonctionnement des réseaux et des stations d'épuration (même si une méthanisation est effectuée avec les boues, cela ne couvre jamais qu'une fraction des besoins en énergie)
- *un énorme gaspillage de matières premières* : la matière organique minéralisée ainsi que les minéraux nécessaires à la croissance des plantes (phosphore, soufre, potassium) se retrouvent dans des boues de stations d'épurations polluées par des métaux lourds, ce qui empêche leur réutilisation comme amendement agricole ; l'épandage des boues de stations d'épuration est de plus en plus mal accepté, et semble à terme condamné ; les boues se retrouvent donc mises en décharge. Pendant ce temps, l'agriculture utilise des engrais dont la fabrication nécessite à son tour de grandes quantités d'énergie, et fait appel à des matières premières importées issues de ressources non renouvelables (nitrates, phosphates...)
- *une pollution permanente des cours d'eau* : même en fonctionnant de façon optimale, les stations d'épuration ne peuvent jamais tout retenir ; une part importante des nutriments (N, P...) se retrouvent dans les eaux de surface et entraîne leur pollution par eutrophisation ; par ailleurs, une part des germes microbiens contenues dans les matières fécales se retrouve également dans les eaux de surface, et interdit notamment de retrouver une qualité d'eau de baignade
- *un surdimensionnement des installations*, qui doivent être conçues en fonction des «pics» d'écoulement... d'autant plus si l'on est en présence de réseaux unitaires en amont.

repenser l'assainissement dans une perspective de développement durable Les expérimentations développées depuis quelques années dans ces pays, tant à l'échelle d'opérations isolées que de quartiers entiers s'appuient sur différentes variantes d'un modèle alternatif d'assainissement présentant les objectifs suivants :

- *un bilan énergétique positif*, grâce à la méthanisation des eaux-vannes, ce qui implique de les collecter séparément et de les diluer le moins possible, donc d'utiliser soit des toilettes sèches (notamment en habitat isolé) soit des toilettes à dépression (en habitat collectif)
- *une restitution de la matière organique et des nutriments à la terre*, sous une forme ou une autre (matières fécales compostées, résidu demeurant après méthanisation des matières organiques, éventuellement l'urine quand elle est collectée séparément...)

- *des cours d'eau retrouvant une qualité d'eau de baignade*, car n'ayant plus à subir une sur-pollution d'origine organique ou microbienne à l'aval des stations d'épuration ; en séparant les flux d'eaux usées et notamment l'urine, on se donne également la possibilité de traiter les «nouvelles pollutions» par micro-polluants (résidus d'hormones, d'antibiotiques etc..), dont on commence à peine à étudier les effets et qui se concentrent précisément dans les urines (moins de 1% du volume total des effluents)
- *une approche décentralisée du traitement des eaux*, par des installations simples, maîtrisables au niveau local, peu coûteuses d'entretien, conçues à l'échelle de l'immeuble, de l'îlot ou du quartier (épuration et recyclage des eaux grises après filtration ou passage par des filtres plantés, méthanisation avec valorisation énergétique locale du gaz produit etc....)

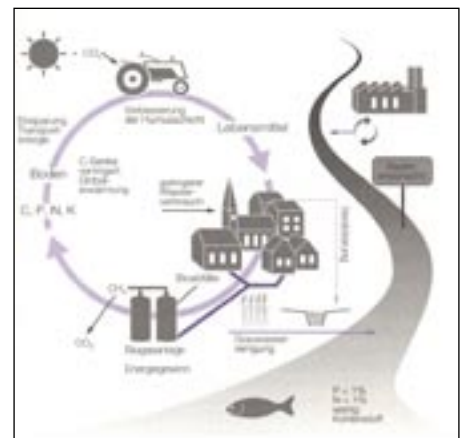


Wohnen und arbeiten : l'immeuble sans eaux usées

Parmi les initiateurs du *Baugruppe* «Wohnen und arbeiten» figurent des personnalités très engagées dans le développement des concepts alternatifs d'assainissement en Allemagne. S'ils n'ont pas su convaincre la municipalité de mettre en oeuvre ces approches à l'échelle du quartier, leur projet de construction leur aura permis de tester la faisabilité d'un assainissement autonome à l'échelle d'un immeuble urbain et permet d'imaginer la ville sans réseau collectif d'assainissement...

Les eaux grises provenant des cuisines et des salles de bain sont collectées séparément, micro-filtrées par un dispositif à membrane et réutilisées pour les chasses d'eau et l'arrosage en été. Le surplus d'eau filtrée est évacué vers le fossé d'infiltration d'eau situé en limite de parcelle.

Les toilettes sont équipées d'un dispositif à dépression, réduisant la consommation d'eau à moins d'un litre par chasse. Lorsque l'installation prévue sera totalement fonctionnelle, un digesteur installé en sous-sol assurera la méthanisation conjointe des eaux-vannes et des déchets de cuisine et produira en continu du biogaz, utilisable dans les cuisinières. Le résidu de méthanisation, pratiquement inodore et débarrassé des germes, sera valorisé comme engrais et épandu dans les champs.



illustrations : Jörg Lange, tiré de *Abwasser*, éditions Mallbeton

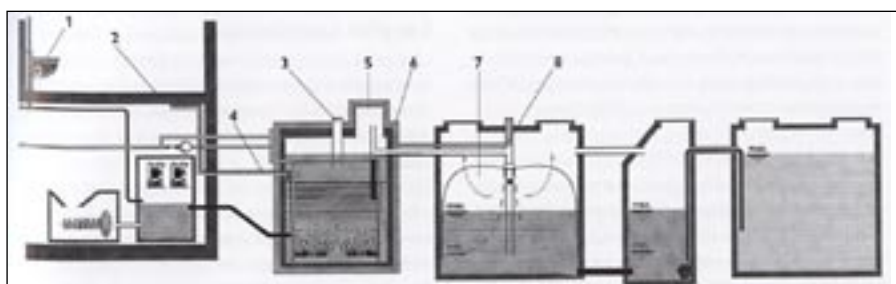


illustration : Jörg Lange, tiré de *L'Architecture écologique*, éditions du Moniteur



