

Heinrich Gugerli (éd.)

Sites et quartiers

Pour un développement et une exploitation durables



Sommaire

1. Introduction	5	7. Construction	91
1.1 Pertinence	6	7.1 Production – Exploitation – Mobilité	92
1.2 Petit précis historique	7	7.2 Le parc immobilier pèse lourd	93
1.3 Thèmes principaux	10	7.3 La construction, un enjeu majeur	95
2. Sites et quartiers durables	21	7.4 Champs d'action pour la planification et l'exécution	98
2.1 Bâtiment, site, quartier – Clarification des termes	22	7.5 Le site, laboratoire de recherche sur le zéro net	104
2.2 Zones rurales, friches, densification dans le bâti existant	24	8. Approvisionnement énergétique	107
2.3 Mobilité, économie, urbanisation	25	8.1 Visant le zéro net	108
2.4 Énergie et climat	26	8.2 Planification et concept énergétique	110
2.5 Processus et acceptation	28	8.3 Chaleur: des potentiels renouvelables locaux	112
2.6 Rentabilité et accessibilité	30	8.4 Réseaux thermiques	114
3. Processus	37	8.5 Électrification de la chaleur et de la mobilité	115
3.1 Opportunités, défis, réalisation	37	8.6 Exploitation	118
3.2 Acteurs et groupes d'intérêt	38	8.7 Exemple: Réseau anergie de Friesenberg (ZH)	120
3.3 Aménagement du territoire	39	9. Mobilité	123
3.4 Développement de site et de quartier	42	9.1 La mobilité peut être contrôlée	124
3.5 Gestion de site	44	9.2 La mobilité sur le site	127
3.6 Revalorisation d'un quartier	46	9.3 Mesures de mobilité sur le site	128
3.7 Exemple: aménagement du territoire sur le site de Wolf, Bâle	47	9.4 Pouvoirs publics: cadre et marge de manœuvre	131
4. Utilisation de l'espace et urbanisme	51	9.5 Concepts de mobilité	132
4.1 Le sol, une ressource limitée	52	10. Adaptation au changement climatique et biodiversité	137
4.2 Densité	53	10.1 Plus de vert et de bleu, moins de gris	138
4.3 Diversité	57	10.2 Urbanisme, espace extérieur et bâtiments	139
4.4 Espaces publics et privés	58	10.3 Planification, réalisation et gestion	145
4.5 Espaces individuels	60	10.4 Exemple: site Hobelwerk de Winterthour	147
4.6 L'approvisionnement de proximité	61	11. Labels et standards	151
4.7 L'accessibilité des quartiers durables	63	11.1 Site 2000 watts	154
4.8 Ville des courtes distances	65	11.2 Minergie-Quartier	155
4.9 Densification vers l'intérieur, et ensuite?	67	11.3 SNBS-Quartier	156
5. Société	71	11.4 Certificat DGNB pour les quartiers	157
5.1 Évolution des valeurs	71	11.5 Quartiers durables (Naqu by Sméo)	158
5.2 Programmer et développer	73	11.6 SEED	158
5.3 Planifier et bâtir	74	11.7 Quartier à énergie positive	159
5.4 Affecter et exploiter	75	12. Exemples pratiques	161
6. Économie	81	12.1 Site d'Hunziker, Zurich	161
6.1 Défis et tendances	81	12.2 Suurstoffi, Rotkreuz	166
6.2 Des stratégies immobilières globales	83	12.3 Le Campus de l'Université de Lausanne	171
6.3 Planifier et exploiter en fonction du cycle de vie	84	12.4 Site de Tuwag, Wädenswil	176
6.4 Durabilité économique	87	12.5 Le Lagerplatz de Winterthour	180
6.5 Gestion	88	12.6 Le Cloalet à Épalinges	185
		12.7 Églantine, Morges	189
		12.8 L'Étang à Vernier	193
		13. Annexe	197

Impressum

Sites et quartiers – Pour un développement et une exploitation durables

Éditeur: Heinrich Gugerli

Autrices et auteurs

Andreas Binkert, Thomas Gautschi, Laura Germann, Daniel Kellenberger, Katrin Mark, Katrin Pfäffli, Andreas Schneider, Stefan Schneider, Christine Steiner Bächli, Veronika Sutter

Avec des contributions de

Remo Bürgi, Nicolas Gattlen, Paul Knüsel, Katharina Köppen

Traduction

Translingua AG

Lectorat spécialisé

Francine Wegmüller, Weinmann-Energies SA

Rédaction et mise en page:

Faktor Journalisten AG, Zurich;
René Mosbacher, Christine Sidler

Photographie de couverture: Areal

Greencity, Zurich.

Source: Losinger Marazzi AG

Cet ouvrage fait partie de la série de publications spécialisées «Construire et rénover de manière durable». Cette publication a été financée par l'Office fédéral de l'énergie OFEN/SuisseEnergie et la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK).

Lien: à télécharger (gratuit) sur www.suisseenergie.ch

Février 2025

Avec le soutien de

energie360°



Stadt Zürich
Amt für Hochbauten

ZugEstates



:tuwag für Immobilien

Avant-propos

Un développement vers l'intérieur de qualité

La mise en œuvre de l'Agenda 2030 et de ses 17 objectifs de développement durable représente une tâche colossale. Malheureusement, force est de constater qu'à l'échelle mondiale, nous ne sommes pas sur la bonne voie. En Suisse, l'action doit plus particulièrement porter sur les thèmes prioritaires de la Stratégie pour le développement durable 2030 du Conseil fédéral que sont la consommation et la production, le climat, l'énergie et la biodiversité, ainsi que l'égalité des chances et la cohésion sociale.

Aujourd'hui, nos pratiques et nos modes de vie ne sont pas durables. Pour changer cette situation, une transformation complète doit être engagée dans de nombreux domaines de la vie. Les principaux concernés sont le logement, la mobilité et l'alimentation. Nous devons élaborer des approches innovantes pouvant nous aider à accomplir nos missions à l'échelle collective et individuelle.

Notre façon de gérer les zones urbaines peut jouer un rôle important. Les principaux défis, en tête desquels la croissance démographique, la consommation excessive de ressources, les effets du changement climatique et l'inégalité sociale, sont en effet plus faciles à relever lorsque ces zones urbaines font l'objet d'un développement vers l'intérieur de qualité.

Le développement de sites et de quartiers durables s'appuie sur plusieurs approches et concepts, comme la société à 2000 watts, les Smart Cities et les villes climatiquement neutres. Cet ouvrage fournit un éclairage sur les grandes approches et les principaux thèmes et critères. Il présente aussi bien les liens que les conflits d'objectifs

et offre un aperçu des futurs défis liés à la transformation.

Il aborde aussi très concrètement la question de l'aménagement durable des sites et des quartiers et, en même temps, de l'amélioration de la qualité de vie. Des spécialistes reconnus font part de leurs expériences et le regard porté sur le sujet est soutenu par une sélection d'exemples concrets. Ces exemples illustrent notamment la manière dont les principes d'un développement durable ont été mis en œuvre avec succès dans des projets concrets. Ils fournissent des renseignements précieux sur la manière d'aborder des tâches similaires.

L'ouvrage s'adresse au vaste lectorat concerné par la conception de quartiers orientés vers l'avenir. Mes sincères remerciements à l'éditeur, ainsi qu'aux autrices et aux auteurs, pour leurs contributions passionnantes. Grâce à eux, cet ouvrage est une ressource précieuse pour celles et ceux qui le liront. Que son contenu vous inspire également et vous aide à planifier, à mettre en œuvre et à exploiter vos projets de développement de sites et de quartiers de manière à ce qu'ils contribuent à un avenir durable.

Daniel Dubas

Délégué du conseil fédéral à l'Agenda 2030, directeur de la section Développement durable et membre de la direction élargie de l'Office fédéral du développement territorial ARE

À propos de cet ouvrage

Interdisciplinarité et complexité

Développer des sites et des quartiers dans une optique de durabilité est une tâche interdisciplinaire et complexe. Cet ouvrage souhaite fournir un aperçu des grandes questions et des principaux défis que cela soulève. Il s'adresse moins aux experts dans ce domaine qu'aux généralistes.

Les propriétaires immobiliers institutionnels et privés et les coopératives de construction y découvrent comment (continuer de) développer et exploiter des sites et des quartiers de manière durable.

Les développeurs et les planificateurs y trouvent une vue d'ensemble des principaux défis et des approches possibles lors de la phase de démarrage d'un développement durable. Il couvre un large spectre de sujet, dont le développement de l'immobilier, le marketing,

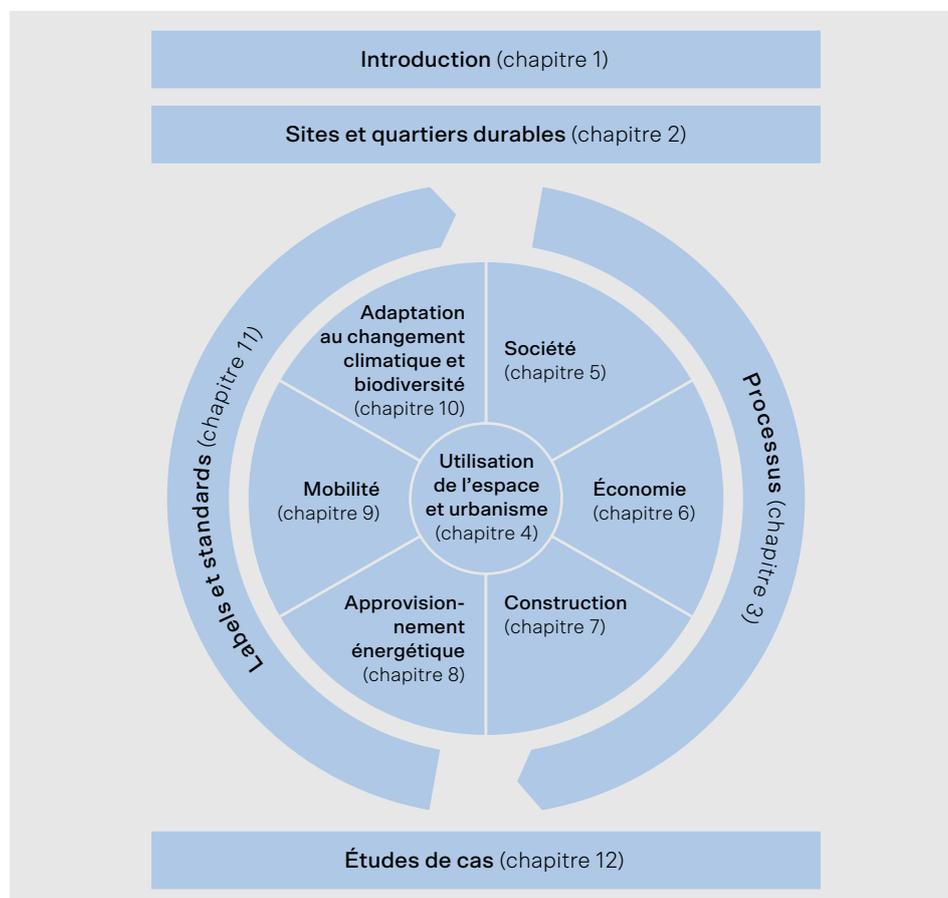
l'aménagement du territoire, l'architecture, les installations techniques des bâtiments et la rentabilité.

Les autorités municipales et communales, en tant qu'instances chargées de délivrer les autorisations et, le cas échéant, des permis de construire, y découvrent leurs possibilités d'influence et les exigences qui s'appliquent.

Les exploitants y apprennent l'importance de l'exploitation courante pour la durabilité des sites et des quartiers.

Les prestataires de service tels que les fournisseurs d'énergie, les entreprises de contracting ou les fournisseurs de mobilité y sont incités à adapter leur offre aux besoins des projets de développement durables.

Les étudiants en formation initiale ou continue y trouvent de l'aide pour se familiariser avec cette matière.



Aperçu des thèmes abordés dans cet ouvrage et de leurs liens.

Introduction

**Andreas
Schneider**

En Suisse, la population résidente permanente a augmenté de

84 % entre 1950 et 2020. D'ici à 2050, elle devrait encore augmenter de

10 à 30 %, selon l'évolution économique et politique.

Entre 1950 et 2020, la performance économique de la Suisse a augmenté de

531 % en valeur nominale, soit

289 % par personne.

La surface habitable par personne était de

46,6 m² en 2021, soit

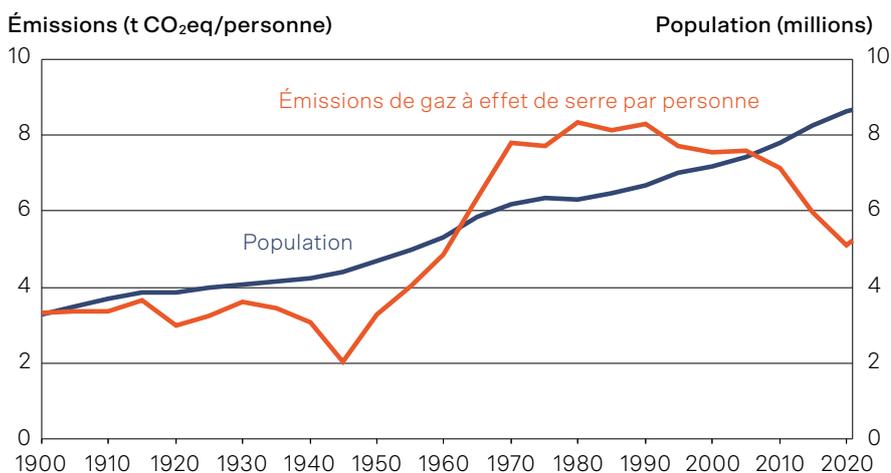
37 % de plus qu'en 1980.

0,75 m² a été construit chaque seconde entre 1985 et 2018.

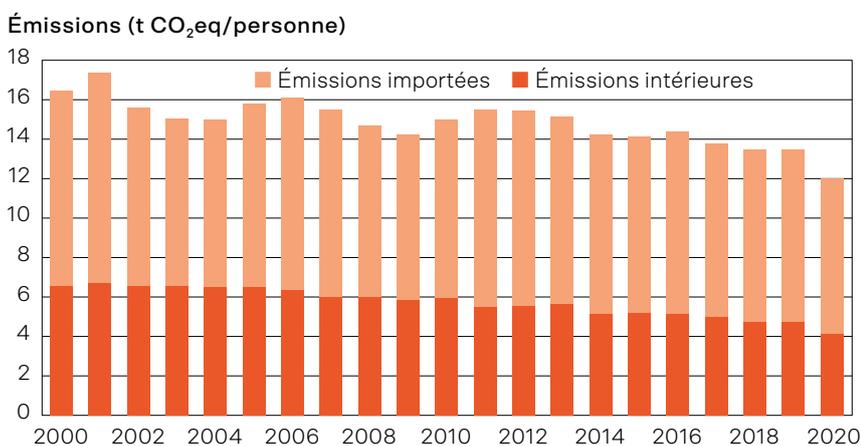
La consommation d'énergies fossiles a augmenté de

374 % entre 1950 et 2021.

Émissions de gaz à effet de serre et évolution démographique



Émissions de gaz à effet de serre par personne



1.1 Pertinence

Depuis la Seconde Guerre mondiale, la Suisse a connu une croissance économique et démographique sans précédent, qui a largement éclipsé les évolutions des époques précédentes. Par conséquent, au cours des trois dernières générations, la consommation de ressources et les émissions ont massivement augmenté, non seulement à l'échelle du pays, mais aussi par habitant:

- la population résidente permanente a pratiquement doublé entre 1950 et 2020, passant de 4,7 à 8,7 millions [1].
- Le produit intérieur brut nominal corrigé de l'inflation a presque été multiplié par six entre 1950 et 2020. Par habitant, il a presque triplé [2], [3].
- La surface habitable totale a presque doublé au cours des quatre dernières décennies, passant de 214 à 404 millions de m². La surface habitable par personne a, quant à elle, déjà augmenté d'un bon tiers entre 1980 et 2021, passant de 34 à 46,6 m² [4].
- Les prestations totales de transport de personnes, hors trafic aérien, ont été multipliées par cinq entre 1960 et 2019, passant de 28,9 à 138,3 milliards de voyageurs-kilomètres [5]. Rapportées à chaque personne, les prestations de transport ont triplé, passant de 5470 à 16 170 voyageurs-kilomètres.
- Entre 1985 et 2018, la surface bâtie, infrastructures de transport comprises, a augmenté de près d'un tiers, passant de 249 500 à 327 100 ha, au détriment des surfaces agricoles [6].
- La consommation d'énergie a presque quintuplé entre 1950 et 2021, tandis que la part relative des sources d'énergie fossiles a chuté de 68 % à 59 % durant la même période [7].
- Les émissions de gaz à effet de serre de la Suisse à l'intérieur du pays ont presque triplé entre 1950 et 2021, passant de 15,4 à 45,3 millions de tonnes de CO₂eq. Le niveau le plus haut a été atteint en 2005, avec 56,3 millions de tonnes. Par personne, elles étaient en 2021 encore près de 60 % supérieur à 1950 [1].

Compte tenu de la disponibilité limitée des ressources naturelles et de la crise climatique, cette situation ne peut perdurer. Les «Limites à la croissance», pronostiquées dès 1970 par le Club de Rome [8] et à partir desquelles l'écosystème mondial est supposé basculer, sont désormais clairement prévisibles et se rapprochent.

Les chiffres susmentionnés mettent rapidement en évidence qu'outre la mobilité et la consommation, et malgré tous les efforts (d'économie d'énergie) entrepris jusqu'à présent, la construction et l'exploitation des bâtiments sont les principales causes de la dégradation de l'environnement et des sols. Cette augmentation dépasse largement la croissance démographique et montre que nos obligations ont fortement augmenté.

Les pistes pour sortir du cercle vicieux

Le présent ouvrage veut esquisser des pistes pour sortir de ce cercle vicieux et tendre vers un développement de sites et de quartiers à la fois durable et respectueux du climat. Ce niveau d'échelle ouvre des leviers d'action qui sont hors d'atteinte avec les bâtiments individuels.

Dans le domaine de l'aménagement du territoire, l'idée est de délaisser la construction en «zone rurale» (Greenfield Development), déjà largement freinée par la révision de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) de 2014. La densification qualitative des quartiers situés dans les centres (Bluefield/Infill Densification), menée parallèlement à la réutilisation des friches industrielles et ferroviaires (Brownfield Conversion), déjà bien établie, doit permettre d'atteindre cet objectif.

Sur le plan architectural, il faut abandonner les nouvelles constructions, grandes gaspilleuses de ressources avec les constructions de remplacement et privilégier la transformation, l'extension et la surélévation des bâtiments existants qui permettent d'économiser les ressources. Sur le plan

énergétique, il faut délaissier les constructions des années 1970, chauffées au mazout, et privilégier les bâtiments économes en énergie en visant, à terme, la construction de bâtiments producteurs d'électricité. Sur le plan social, la piste mène de la foi en l'expert de l'époque moderne à la mise en place de processus coopératifs entre les propriétaires fonciers et les autorités et, par la suite, de processus de négociation entre tous les groupes de parties prenantes.

Les stratégies et les planifications d'ordre supérieur ne seront que d'un maigre soutien si nous voulons, conformément aux prévisions, augmenter la population résidente et active de 10 à 30 % d'ici 2050 en conservant la même surface urbaine, en préservant les ressources et en garantissant une bonne qualité environnementale. La mise en œuvre dans le développement de quartiers et de sites aura, à terme, un impact bien plus décisif.

1.2 Petit précis historique

Le développement de sites et de quartiers entiers n'est pas nouveau en Suisse. On retrouve des traces de ce type d'approches planifiées dans les vestiges des colonies fondées par les Romains du III^e siècle avant notre ère au I^{er} siècle et dans les villes médiévales de Zähringen et de Kybourg (XII^e et XIII^e siècles).

La première vague d'industrialisation du début du XIX^e siècle, portée par l'énergie hydraulique, a démarré de manière très ponctuelle le long des fleuves. Lors de la deuxième vague d'industrialisation, portée par l'avènement de la vapeur et de l'électricité, du milieu du XIX^e au début du XX^e siècle, de grands quartiers industriels et résidentiels ont poussé dans les zones rurales situées en périphérie des villes médiévales. Il faut attendre la troisième vague d'industrialisation du milieu du XX^e siècle, portée par l'automatisation, l'automobile et l'informatique, pour atteindre, grâce à

une production de masse de plus en plus mondialisée, un degré de prospérité que de larges couches de la population auraient eu du mal à imaginer deux générations auparavant.

Tandis que la production, l'habitat et la consommation s'éloignaient de plus en plus des centres et les uns des autres, les besoins en surface et en matière de mobilité ont littéralement explosé. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la conciliation de la croissance économique et du plein emploi avec l'aménagement du territoire et la protection de l'environnement soit devenue un thème politique récurrent.

À l'époque romaine et durant le Moyen Âge, le développement des sites et de quartiers était avant tout entrepris, contrôlé et réalisé par des acteurs publics. Depuis l'industrialisation et la création de l'État fédéral libéral et bourgeois en 1848, la force motrice et réalisatrice est plutôt à chercher du côté de l'économie. L'État endosse davantage un rôle de soutien, lorsque les répercussions sociales et écologiques menacent de dégénérer.

À partir des années 1980, des mouvements citoyens, issus de groupes d'intérêts de plus en plus variés, commencent à remettre en question la représentation exclusive de l'intérêt public par l'État et à s'impliquer. De ce fait, aujourd'hui, le développement de sites et de zones s'inscrit presque toujours dans une relation triangulaire incluant le propriétaire foncier ou le développeur, les autorités publiques de planification et les autres parties prenantes concernées par la planification.

Développement de sites 1.0 – Zones rurales

Encore récemment, comme nous l'avons mentionné, les sites et les quartiers étaient en Suisse principalement développés vers l'extérieur, dans des zones rurales. Parfois, une construction en ruines était déblayée et en grande partie reconstruite de la même façon. Les exigences posées à une telle plani-

fication de l'habitat étaient relativement faibles. Seuls quelques éléments devaient être pris en compte, comme la topographie, la desserte générale et la constitution de parcelles constructibles adaptées.

Développement de sites 2.0 – Friches industrielles et ferroviaires

Il faut attendre la désindustrialisation à grande échelle du secteur des machines et de l'électricité, amorcée en Suisse à la fin des années 1980, pour voir naître un nouveau type de sites et de quartiers: de vastes friches industrielles et ferroviaires datant de la deuxième vague d'industrialisation, désormais situées dans les centres-villes. En Suisse alémanique, la série commence en 1989 à Winterthur, avec la Sulzer Areal Stadtmitte. La liste ne s'arrête pas là (voir encadré page 9).

Lorsque les premières friches ont été réaffectées, le secteur immobilier parlait encore du principe qu'il fallait déblayer entièrement toutes les surfaces libérées, puis les recycler avec des affectations «à forte valeur ajoutée»,

comme des bureaux ou des services. En 1989, le projet «Winti Nova», développé par Burckhardt & Partner Architekten et uniquement composé de bureaux, en est la parfaite illustration. Cette maximisation des profits, reflet de la haute conjoncture des années 1980, s'est toutefois effondrée avec le début de la crise immobilière de 1991, celle-ci entraînant une désertion massive des bureaux et la chute des prix. En formulant sa vision d'une «éco-cité économique» mixte pour Baden Nord en 1992, Edwin Somm, directeur d'ABB Suisse, exprime notamment sa volonté de «ne plus mettre tous ses œufs dans le même panier» en matière de mixité d'affectation. Par ailleurs, les premiers projets de friches industrielles ont rapidement montré qu'il n'était pas possible de raser les friches et de leur appliquer le même modèle de planification que dans les zones rurales en bordure d'agglomérations. Dès lors que plusieurs propriétaires fonciers étaient impliqués, il était clair que leurs intentions et les limites des parcelles entraient en ligne de compte. Mais surtout, la destruction



Illustration 1.1: Baden Nord. (Source: Luftbild Schweiz 2005, Stadt Baden, Stadtentwicklung)

complète des infrastructures et des constructions existantes entraînait une perte brutale et massive de la valeur. Contrairement aux zones rurales, la présence de sites contaminés et de polluants était aussi susceptible de limiter considérablement la constructibilité et le rendement. Le rôle prépondérant de la conservation et de la réutilisation de certains bâtiments du passé industriel dans la création de l'identité d'une zone a aussi été rapidement mis en évidence. Autre grande différence, la répartition traditionnelle des tâches entre les autorités (définition et contrôle des conditions cadres de planification) et les propriétaires privés (conception et réalisation de bâtiments) ne fonctionnait plus dans le cadre du développement à grande échelle de friches. Comme l'a montré l'exemple de Baden, il fallait aussi, contrairement aux dictats du néolibéralisme de l'époque, que les autorités démontrent leur esprit d'entreprise et que le secteur privé se familiarise avec l'aménagement du territoire. Cela a exigé un dialogue permanent entre les deux parties, décrit comme une «planification coopérative» par la ville de Zurich. Le développement des friches en centre-ville a également révélé une différence socio-spatiale: les champs d'action ne sont pas les mêmes qu'en rase campagne, où il n'y a guère que le renard et le lièvre pour se souhaiter bonne nuit. On y est aussi notamment entouré de voisins, qui disposent d'un droit d'opposition. Sans oublier qu'une multitude d'intérêts publics et d'idéaux se manifestent, auxquels la réaffectation des anciens «quartiers interdits» doit également apporter une réponse. La discussion sur le développement urbain «Werkstatt '90», lancée par des architectes de Winterthur en signe d'indignation à l'égard de «Winti Nova», doit être interprétée dans ce sens. L'association BadeNORDstadt et le Forum interpartis de la ville de Baden ciblent la même approche. Tous deux veulent garder un œil critique sur le conseil municipal et les propriétaires fonciers et thé-

matiser les principaux aspects du développement de ces sites pour l'ensemble de la ville.

La réaffectation de friches industrielles et ferroviaires s'avère donc beaucoup plus complexe que le développement de sites et de quartiers en zone rurale. On s'éloigne en outre d'une tâche qui ne serait accomplie que par des géomètres ou des urbanistes pour se rapprocher de celle d'un travail d'équipe interdisciplinaire exigeant un bon leadership et une bonne gestion de projet.

Grandes friches industrielles et ferroviaires de Suisse alémanique

- Site Sulzer Centre-ville de Winterthur: friche industrielle de 15 ha, secteur des machines, 1989 «Winti Nova», Protestation des architectes SIA, 1992 Planification test «Megalou» Jean Nouvel; recherche infructueuse d'investisseurs et d'affectation intermédiaire, réalisation par étape en prenant en compte le bâti existant
- Site ABB/BBC 1990, Baden: friche industrielle de 30 ha, secteur électronique, 1990–1994 Schéma directeur du développement «Chance Baden Nord 2005», accompagnement critique BadeNORDstadt / Stadtforum Baden, puis réalisation successive, 1996 et 2009 Adaptation du schéma directeur conformément aux stratégies révisées des usagers industriels restants
- Site ABB/MFO-/OerlikonBührle-/AccuOerlikonl 1990: friche industrielle de 60 ha, secteur des machines et électronique, 1990 Début de la planification «Chance Oerlikon 2011», 1992 Concours international d'urbanisme, 1998 Règlements de construction spéciaux, réalisation rapide vers 2000
- Site Escher-Wyss 1991, Zurich: friche industrielle de 17 ha, secteur des machines, 1993 Technopark, Plan d'aménagement général 1995, divers plans d'aménagement détaillés pour les réaffectations et les nouvelles constructions (2000 Schiffbauhalle-Schauspielhaus, 2004 Giessereihalle Puls 5, 2014 Logements Escher Terrasses)
- Stadtraum HB/Europaallee, Zurich: friche ferroviaire de 8 ha, 2003 Concept urbanistique KCAP, 2006 Plan d'aménagement, réalisation complète jusqu'en 2022
- Quai West et quai Klybeck, Bâle: friche logistique de 21 ha, 2006 Premières réflexions, 2011 Vision «Rheinhattan», 2012 Début des affectations intermédiaires, 2019 Concept urbanistique, 2024 Plan directeur de quartier
- Site Klybeck, Bâle: friche de 30 ha, industrie pharmaceutique, 2016 Convention de planification, 2018 Planification test, 2019 Vente au planificateur, 2022 Lignes directrices urbanistiques, 2024 Plan directeur de quartier

Développement de site 3.0 – Densification vers l'intérieur

Les exigences en matière de développement de sites et de quartiers ont été renforcées par le moratoire de fait sur le classement des zones à bâtir, consécutif à la révision 1 de la LAT. Depuis ce moratoire, il faut non seulement réaliser tout ce qui est concrètement possible pour densifier l'habitat sur les sites en friche, mais aussi, dans la grande majorité des communes, absorber toute la croissance de la population et de l'emploi à l'intérieur des zones à bâtir existantes.

Une grande partie des friches industrielles et logistiques qui sont correctement desservies, bien situées et adaptées à la densification de l'habitat ont déjà été réaffectées au cours des trois dernières décennies. Par conséquent, il est indispensable, surtout dans les villes et les agglomérations, de densifier à l'avenir les quartiers résidentiels et les quartiers mixtes existants.

En général, la réaffectation d'une friche industrielle implique un ou quelques propriétaires, qui, n'ayant plus besoin d'une partie de leur parcelle pour la production, souhaitent leur trouver une affectation plus rentable. Comparativement, la densification de l'existant exige encore plus de connaissances techniques et, surtout, une gestion accrue des processus. Lors du développement de quartiers résidentiels et de quartiers mixtes existants, l'intégration de nou-

velles thématiques telles que la protection du climat, la préservation des ressources et une restructuration urbaine adaptée et favorisant la biodiversité ne suffit plus. Presque plus important encore, les sites et les quartiers existants sont souvent composés de petites structures propriétaires. Ils constituent le cadre de vie immédiat de nombreux habitants et employés, qui doit maintenant changer. Comme pour les friches industrielles il y a 30 ans, nous n'en sommes aujourd'hui qu'aux prémices des méthodes et des approches nécessaires.

1.3 Thèmes principaux

Après la Seconde Guerre mondiale, le développement de sites et de quartiers voit se superposer des idées et des thèmes très divers, parfois répétitifs ou contradictoires, dont le degré d'importance varie selon le contexte local, le moment et les acteurs impliqués. La liste ci-dessous, non exhaustive, présente les principaux thèmes dans un ordre à peu près chronologique.

De la séparation des affectations et de la ville conçue pour les voitures à la mixité des affectations

La dissociation des zones urbaines fonctionnelles en vue de créer des zones de logement et de travail agréables est née des discussions du «IV^e Congrès international d'Architecture Moderne (CIAM)» de 1933, qui s'était penché sur un contre-projet moderne à la ville surpeuplée et insalubre du XIX^e siècle.

En 1943, Le Corbusier en a publié ses conclusions dans sa «Charte d'Athènes», une interprétation personnelle et dogmatique de la séparation fonctionnelle stricte des zones résidentielles, de travail, de loisirs et de transport. Cette charte a marqué le débat urbanistique en Europe durant la grande période de reconstruction qui a suivi la Seconde Guerre mondiale et s'est poursuivie jusqu'à la fin des années 1970.

Illustration 1.2:
Densification par sur-
élévations – Lotis-
sissement Nessleren, à
Wabern bei Bern.
(Source:
Previs Vorsorge)



Aujourd'hui, les lois sur l'aménagement du territoire de différents pays tels que l'Allemagne ou les États-Unis prévoient encore un zonage avec des affectations exclusives. Dans d'autres pays comme la Suisse ou le Japon, le zonage autorise en revanche toutes les autres affectations compatibles avec l'affectation primaire. Même si la Charte elle-même prescrivait des trajets courts entre le logement, le travail et les loisirs, des politiques et des architectes passionnés d'automobile, à l'instar de Le Corbusier, en ont déduit une transformation des structures urbaines favorisant la voiture.

Le contre-mouvement soutenant la mixité des affectations et le maintien des structures en îlots du XIX^e siècle, critiquées par le modernisme, a trouvé sa première grande expression dans l'espace germanophone avec l'«Exposition internationale d'architecture» (IBA, ou Internationale Bauausstellung) de Berlin en 1987. En Suisse, en revanche, où la guerre n'a pas causé de destructions, il n'a jamais été possible de mixer les affectations sur de grandes surfaces. Les très grandes extensions urbaines ou villes-satellites, caractérisées par une séparation des affectations et une certaine ségrégation sociale, sont restées une exception, si l'on fait abstraction des tapis de maisons individuelles. De même, avec la crise immobilière de 1991, la démesure du boom du marché des bureaux des années 1980 a assez rapidement cédé sa place au paradigme de la mixité. Au niveau du bâtiment individuel, la mixité des affectations est loin d'être plébiscitée dans le secteur immobilier, car elle empêche les investissements «par type». L'importance des utilisations du rez-de-chaussée tournées vers le public à certains endroits (pas tous!) a fini par faire partie des connaissances générales en matière de planification grâce au développement du quartier de Neu-Oerlikon, en 2005.

En 2016, Carlos Moreno formule le concept de ville du quart d'heure et

prescrit des espaces urbains denses dans lesquels tous les besoins quotidiens peuvent être satisfaits en 15 minutes à pied ou à vélo [9]. Grâce à Anne Hidalgo, qui en fait l'un de ses thèmes de campagne pour sa réélection à la mairie de Paris en 2020, le concept de Moreno acquerra aussi une notoriété internationale. Il mise sur le low-tech et l'évitement du trafic, tout comme le «quartier à 10 minutes» de la chercheuse de l'EPFZ Sibylle Wälty, encore plus radical, piétonnier et très dense [10]. Le développement de sites sans ou avec un nombre réduit de voitures va dans le même sens, de manière un peu plus pragmatique.

De la protection des paysages et du patrimoine à une culture du bâti de qualité

La liberté originelle de la Suisse en matière de construction, combinée au boom économique de l'après-guerre, a rapidement eu de lourdes répercussions sanitaires et esthétiques, indésirables d'un point de vue social. Pour lutter contre d'excessifs mitages, Patrimoine suisse s'engage dès 1905 en faveur du

Illustration 1.3: Le concept de la ville du quart d'heure.
(Source: micaeldessin.com)



maintien et contre le défigement des paysages, de sites construits et des bâtiments emblématiques. Les premiers décrets cantonaux relatifs à la protection du paysage (Greifensee, Jura soleurois) sont promulgués dans les années 1940. En 1962, la protection de la nature et du patrimoine est inscrite dans la Constitution fédérale comme mission conjointe de la Confédération et des cantons (art. 78 aujourd'hui) [11]. Sa mise en œuvre sous forme d'inventaires et de mise sous protection des paysages, des sites construits, des voies de communication et des constructions individuelles est toujours d'actualité. À la fin des années 1980, la qualité esthétique des développements de sites et de quartiers fait l'objet d'intenses discussions, dans un contexte d'exigence de croissance qualitative. Mais la faible croissance des années 1990, période de

dérégulation et d'hostilité vis-à-vis de la planification, y met rapidement fin. De nombreuses communes s'efforcent toutefois à nouveau de créer une architecture de qualité. Des commissions locales ou esthétiques sont formées, des concours organisés et des mandats d'études attribués. La déclaration de Davos, intitulée «Vers une culture du bâti de qualité pour l'Europe» et adoptée en 2018 par les ministres européens de la Culture, va bien au-delà d'une approche principalement esthétique [12]. Selon cette déclaration, une culture du bâti de qualité se traduit par des villes, des villages et des bâtiments de qualité, lesquels constituent des cadres de vie agréables et contribuent au bien-être et à la santé des personnes. La culture du bâti des sites construits et des bâtiments doit être évaluée à l'aide de huit critères [13]:

Illustration 1.4:
Grandes évolutions politiques concernant le développement de sites et de quartiers de 1940 à 2025:
Amendements constitutionnels
Lois et ordonnances
Autres décrets, etc.
Accords internationaux

	1940	1950	1960	1970	1980
Séparation et mixité des affectations	1943 «Charte d'Athènes» Le Corbusier				
Protection de la nature et du paysage, culture du bâti	À partir de 1943 Décrets cantonaux sur la protection des paysages		1962 Protection de la nature et du paysage	1967 Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN)	1977 Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (IFP)
Protection des eaux, techniques de protection de l'environnement		1953 Protection des eaux		1971 Loi sur la protection des eaux (LEaux) 1972 Protection de l'environnement	
Aménagement du territoire	1943 EspaceSuisse, Association pour l'aménagement du territoire		1961 Institut ORL de l'ETH Zürich	1969 Aménagement du territoire 1975 AF urgents AT	1980 Loi sur l'aménagement du territoire (LAT)
Préservation des ressources				1970 Club de Rome «Limites à la croissance» 1971 Crise du pétrole	
Climat					
Développement durable					
Smart City					
Green Finance					

- Gouvernance
- Fonctionnalité
- Environnement
- Économie
- Diversité
- Contexte
- Esprit du lieu
- Beauté

Ce modèle de pensée global peut aussi être utile dans le cadre du développement de sites et de quartiers.

Protection des eaux et techniques de protection de l'environnement

À peu près à la même époque que la politique de protection des paysages et du patrimoine, la pollution croissante des cours d'eau et des eaux souterraines par les eaux usées et les déchets est révélée. S'agissant toutefois de problèmes qui dépassent le cadre des can-

tons ou qui surviennent en aval, dans des cantons voisins, les cantons réagissent peu. La protection des eaux est donc inscrite dès 1953 dans la Constitution fédérale, en tant que compétence de la Confédération (art. 76 aujourd'hui) [11].

En 1962, l'épidémie de typhus qui frappe Zermatt durant la saison des sports d'hiver tire le signal d'alarme et met en évidence la nécessité d'une mise en œuvre concrète. Il faut attendre 1972 pour qu'une loi de protection des eaux efficace entre en vigueur [14].

En séparant pour la première fois les zones constructibles (desservies par des canalisations) et les zones non constructibles, elle est remarquable du point de vue de l'aménagement du territoire. La protection des eaux est mise en œuvre des années 1960 aux années 1990. Des stations d'épuration sont

1990	2000	2010	2020	2030
1987 IBA Berlin			2016 «Ville du quart d'heure»	
1981 Inventaire des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse (ISOS)		2010 Inventaire des voies de communication hist. de la Suisse (IVS)	2016 ISOS Révision 1 2017 IFP Révision 1 2018 Déclaration de Davos	
1985 Loi sur la protection de l'environnement (LPE) / Ordonnance sur la protection de l'air (OPair)				
1986 Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)	2000 Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI)			
1988 Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE)				
	2008 Initiative paysage 1		2014 LAT Révision 1 2020 Initiative paysage 2	2024 LAT Révision 2
1985 SIA 380/1	1994 Société à 2000 watts (ETH) 1998 Standard Minergie 2008 Concept directeur Société 2000 watts	2011 La voie SIA vers l'efficacité énergétique 2013 Certificat Site 2000 watts	2017 Loi sur l'énergie, Stratégie éner. 2050	2023 Label Minergie-Quartier
1992 Conférence de Rio de l'ONU	1997 Accord de Kyoto		2016 Accord de Paris sur le climat 2019 Net zéro d'ici 2050	2023 Loi sur le climat et l'innovation
1987 Rapport Brundtland 1992 Conférence de Rio de l'ONU	2000 Développement durable		2016 Agenda 2030 (ODD)	2021 Stratégie pour le développement durable 2030 2023 Label SNBS-Quartier
	2001 Premières publications (Coe)	2013 Premières approches (Pully)	2019 Programme Smart-City SuisseEnergie	
	2005 Principles of Responsible Investment (PRI)		2019 Taxonomie européenne	

construites et les ordures ménagères sont de plus en plus transportées vers des incinérateurs plutôt que dans les décharges. Des zones de protection des eaux souterraines sont également délimitées. L'obligation de laisser l'eau de pluie s'infiltrer sur place est particulièrement pertinente aujourd'hui pour les projets de développement de sites. Un peu plus tard dans l'après-guerre, d'autres effets néfastes pour l'homme et l'environnement sont révélés. Tout d'abord l'augmentation de la pollution atmosphérique générée par la production, le chauffage par combustion et le trafic automobile. Puis le bruit dû à la production et au trafic.

La protection de l'environnement est donc inscrite en tant que compétence de la Confédération dans la constitution fédérale en 1971 (art. 74 aujourd'hui) [11] et une partie de l'exécution est déléguée aux cantons. La loi fédérale sur la protection de l'environnement n'entre toutefois en vigueur qu'en 1985, après une longue bataille politique [15].

Outre la protection de l'air et la protection contre le bruit, les connaissances acquises entre-temps permettent de réglementer dès le début les substances dangereuses pour l'environnement, les déchets et l'étude d'impact sur l'environnement (EIE). Chacun de ces thèmes a été concrétisé dans des ordonnances distinctes.

Le droit de recours des organisations est également inscrit dans la loi dès le début. Des dispositions spécifiques sur les rayonnements non ionisants, la gestion des organismes, la pollution des sols et les sites contaminés ainsi que sur la prévention des accidents majeurs sont rédigées plus tard. Plusieurs de ces thèmes restent d'actualité pour le développement de sites et de quartiers.

Aménagement du territoire

Sur le territoire suisse, les ressources naturelles sont rares. Environ 70 % de sa superficie s'étend sur les Alpes et le Jura. Un peu plus de 30 % seulement du territoire couvre le Plateau suisse, où se

trouve une grande partie des régions relativement plates, fertiles et bien peuplées. C'est là que se concentrent plus de 75 % des 9 millions d'habitants et plus de 80 % de l'activité économique. Sans surprise, les sols, particulièrement propices à l'agriculture et à la construction, font l'objet d'une forte concurrence. La loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) [16], entrée en vigueur en 1980, s'appuie sur ce constat. Elle cite comme objectifs essentiels «l'utilisation mesurée du sol» et la «séparation claire entre les parties constructibles et non constructibles du territoire». Les politiques l'ont longtemps interprétée comme interdisant désormais de construire n'importe où, mais permettant de s'étendre en «zone rurale» lorsque cela s'avère nécessaire.

Certains experts et le Tribunal fédéral ont rapidement signalé le défaut de conformité de ce projet à la LAT. La croissance démographique, économique et de la surface bâtie doit au contraire être couverte par une densification de l'habitat. Mais pendant longtemps, hormis la revalorisation des friches industrielles et ferroviaires situées au centre de la ville, peu de choses ont été faites.

Les choses n'ont commencé à bouger dans la politique d'aménagement du territoire que lors du dépôt de l'Initiative pour le paysage en 2008. Cette initiative exigeait un transfert de compétences vers la Confédération et un moratoire de 20 ans sur le classement des zones à bâtir. Depuis que la 1^{ère} étape de la révision de la LAT, contre-projet indirect à celle-ci, a été acceptée à la surprise générale par près de deux tiers des votants en mars 2013, le nouveau mandat politique est clair: stop à l'extension urbaine, développement vers l'intérieur avant l'extérieur!

L'objectif est désormais de couvrir les besoins supplémentaires en surfaces d'habitat, d'activité, de consommation et de loisirs à l'intérieur des zones à bâtir existantes chaque fois que c'est possible. Pour cela, il faut non seulement

revaloriser les friches, mais aussi densifier les sites et les quartiers dans les zones urbanisées existantes.

La 2^e initiative pour les paysages, déposée en 2020, exige en outre une régulation plus stricte de la construction à l'extérieur des zones à bâtir. Compte tenu des nombreuses exceptions qu'elle contient, il n'est pas certain que la deuxième étape de la révision de la LAT, élaborée en 2023 par le Parlement en guise de contre-projet indirect, permette d'atteindre cet objectif.

Ressources et climat

Les premiers efforts pour réfréner l'appétit d'énergies fossiles de la Suisse, qui ne faisait que croître depuis la Seconde Guerre mondiale, débutent dès la crise pétrolière de 1971. L'amélioration de l'isolation des bâtiments ou les dimanches sans voiture en sont quelques exemples.

Depuis, des normes et des dispositions relatives à la consommation ont été introduites et successivement renforcées dans différents domaines. Pour les bâtiments, cela s'est fait sur le plan légal via la mise à jour permanente du Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) [17]. Au niveau du marché, ce sont les exigences facultatives et progressivement renforcées de Minergie qui y ont contribué [18].

Le modèle de la société à 2000 watts, plus complet, a été développé par l'École polytechnique fédérale de Zurich en 1994. Il est fondé sur l'hypothèse selon laquelle une puissance continue de 2000 watts par habitant, rapportée à l'énergie primaire, pourrait être durable. La puissance 5 à 7 fois plus élevée actuellement nécessaire dans les pays industrialisés doit donc être réduite à 2000 watts grâce à des améliorations techniquement réalisables de l'efficacité des bâtiments, de la production, des transports quotidiens, etc. Conformément à ses principes directeurs actuels [19], la société à 2000 watts vise trois objectifs à atteindre d'ici 2050 au plus tard en Suisse:

1. Efficacité énergétique: 2000 watts d'énergie primaire exprimée en puissance continue par habitant, soit 17 520 kWh/a.
2. Neutralité climatique: zéro net émission de gaz à effet de serre liée à la production d'énergie, 2 tonnes par personne et par an d'ici 2035.
3. Durabilité: assurer l'entier de l'approvisionnement énergétique de la Suisse au moyen d'énergies renouvelables (électricité, chauffage, froid, mobilité et processus).

Entre-temps, des doutes subsistent quant à la possibilité d'atteindre les objectifs de la société à 2000 watts uniquement avec de l'efficacité (optimisations techniques) et de la consistance (énergies renouvelables). La prise en compte du principe de sobriété (renoncement à la consommation) offre cependant un éventail de mesures politiquement sensibles (voir chapitre 2.4). Les principes directeurs de la société à 2000 watts servent de point de départ de «La voie SIA vers l'efficacité énergétique» (voir chapitre 7.1), publiée en 2011, et du certificat «Site 2000 watts», qui se base dessus (voir chapitre 11.1). Plusieurs villes et communes se sont également engagées à mettre en œuvre une charte énergétique et climatique allant en ce sens et ont déterminé des objectifs contraignants pour leur administration ou toute la ville [20].

Les objectifs de la société 2000 watts coïncident étroitement avec ceux de la Stratégie énergétique 2050 (Loi sur l'Énergie [21]) et de l'Accord de Paris sur le climat [22], ratifié par la Suisse en 2017. En 2019, le Conseil fédéral a adopté l'objectif de «Zéro net d'ici 2050» pour la Suisse, qui a également été approuvé par votation populaire avec la Loi sur le climat et l'innovation en 2023 [23]. Les Perspectives énergétiques 2050+ de la Confédération montrent la voie à suivre [24].

Dans les ménages et la branche des services (y compris l'exploitation des bâtiments), l'industrie (construction des

bâtiments et des infrastructures de transport, production de véhicules) et le transport (exploitation des véhicules), les émissions de gaz à effet de serre doivent être quasi complètement évitées d'ici 2050 en recourant à des techniques connues. Les 12 millions de tonnes d'émissions de gaz à effet de serre par année que l'agriculture, l'incinération des déchets et les processus industriels tels que la production de ciment génèrent et qui ne peuvent pas être évitées doivent être compensées par des technologies d'émission négative.

Ces objectifs ne s'appliquent toutefois qu'aux émissions générées à l'intérieur du pays, c'est-à-dire sans les biens et services importés ni le transport aérien à l'étranger. Ce point est important, car deux tiers de l'empreinte liée à la consommation de la Suisse (103 millions de tonnes de CO₂eq en 2020) sont émis à l'extérieur du pays et un tiers seulement à l'intérieur (34 millions de tonnes de CO₂eq). Si la Suisse, en tant que pays, ne figure «qu'à» la 32^e place mondiale en matière d'émissions de CO₂, elle occupe la 13^e place en matière d'empreinte carbone [1].

Développement durable

La question de la durabilité est connue depuis longtemps en économie forestière et fait l'objet d'une législation dès la fin du XIX^e siècle. La notion de «développement durable» ne s'est répandue qu'avec le rapport de la Commission des Nations unies sur l'environnement et le développement (rapport Brundtland) en 1987 [25]. Celui-ci définit un développement comme durable lorsqu'il répond aux besoins économiques, écologiques et sociaux de la génération actuelle sans compromettre les perspectives des futures générations.

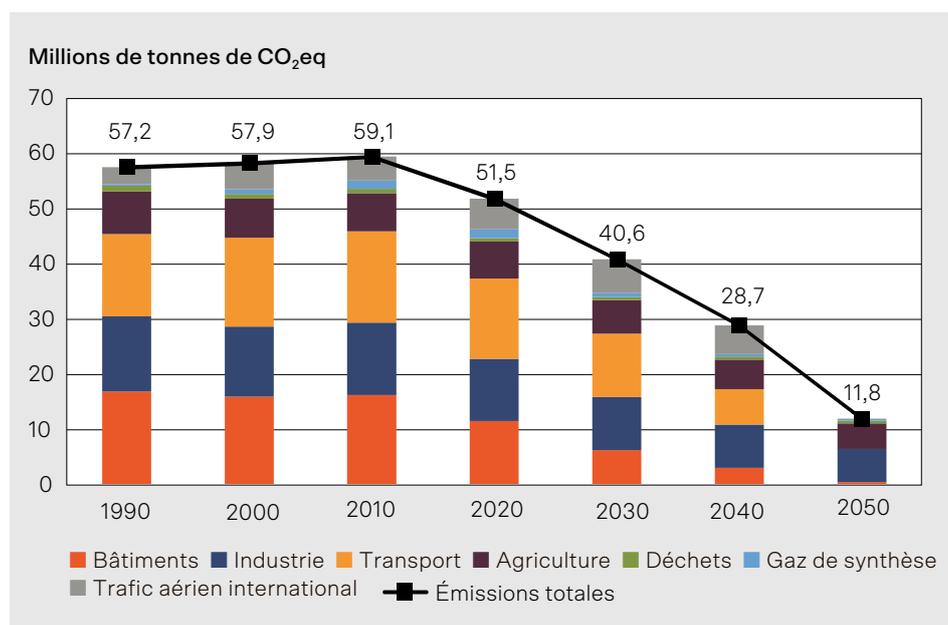
En s'appuyant sur ce rapport, la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement de 1992 à Rio de Janeiro a adopté trois conventions de droit international non contraignantes:

- La Déclaration de Rio [26]
- L'Agenda 21 [27]
- La Déclaration de principes sur les forêts

Deux conventions juridiquement contraignantes ont également été adoptées: la Convention-cadre sur les changements climatiques et la Convention sur la diversité biologique.

Un paquet de mesures relatif au développement durable au XXI^e siècle, prin-

Illustration 1.5: Évolution des émissions de gaz à effet de serre par secteur selon le scénario de base «zéro» des Perspectives énergétiques 2050+ de la Confédération [24]. (Source: Stratégie climatique du Conseil fédéral)



cipalement adressé aux organisations internationales et aux États, a été adopté avec l'Agenda 21. Les niveaux étatiques inférieurs ont également été invités à agir en ce sens avec des agendas 21 locaux. Comme l'a montré le bilan intermédiaire de 2002, ces derniers n'ont toutefois eu que peu de succès. En 2016, l'Agenda 21 a été remplacé par «l'Agenda 30» et ses 17 objectifs de développement durable (ODD), que les États membres de l'ONU sont tenus d'atteindre d'ici 2023 [28].

En Suisse, le développement durable est inscrit comme un objectif d'État dans l'art. 2, alinéa 2 de la Constitution fédérale [11] depuis 2000. La Confédération, les cantons et les communes sont invités à agir en conséquence (art. 73). La Confédération s'y conforme avec sa «Stratégie pour le développement durable», actualisée périodiquement (actuellement Stratégie NE 2030 [29]), et des programmes d'action correspondants. Divers cantons et communes ont aussi élaboré leurs propres stratégies de développement durable et agendas 21.

Cela a un impact sur le développement des sites et de quartiers au plus tard lorsque la commune requiert de la durabilité lors de la modification des plans d'affectation et des plans d'affectation

spéciaux. Il existe différents outils permettant de soutenir le développement durable de sites et de quartiers. Le Standard Construction Durable Suisse pour les quartiers (SNBS-Quartier) et son certificat en font partie (voir chapitre 11.3). Le cahier technique SIA 2050 «Développement territorial durable – planifications spatiales communale et régionale» [30] ou les «Check-lists pour un développement durable des quartiers à l'intention des villes et des communes – ANANAS» (Stratégie d'offre pour une densification durable des villes) [31] soutiennent l'intégration précoce de la durabilité dans le processus de planification (voir chapitre 3).

Smart City

Depuis les années 2000, divers acteurs politiques, économiques, administratifs et planificateurs urbains emploient le terme «Smart City», qui désigne en premier lieu les changements et les innovations basés sur la digitalisation dans les espaces urbains. Promu par l'Office fédéral de l'énergie en mettant un certain accent sur la protection du climat, le sujet trouve également un écho en Suisse dès 2018. Le guide présente la procédure de mise en œuvre des initiatives Smart City en Suisse [32]. Entre-temps, la plupart des grandes villes se sont do-



Illustration 1.6: Objectifs de développement durable (ODD) de l'Agenda 2030 que les États membres de l'ONU doivent atteindre d'ici 2030.

tées des concepts partiels plus ou moins sectorisés. La Confédération a notamment mis à disposition une série de mesures pour soutenir le développement des sites en direction des Smart Cities [33].

Secteur financier

Les développements de sites durables et «verts» sont aussi toujours liés aux investissements financiers. Les critères

ESG fournissent des critères et des conditions cadres internationaux pour les investisseurs et les détenteurs de capitaux agissant de manière durable. ESG signifie Environmental, Social and Governance et désigne une activité responsable de l'entreprise en matière d'environnement, de société et de gouvernance. Les critères ESG sont nombreux et évoluent en permanence.

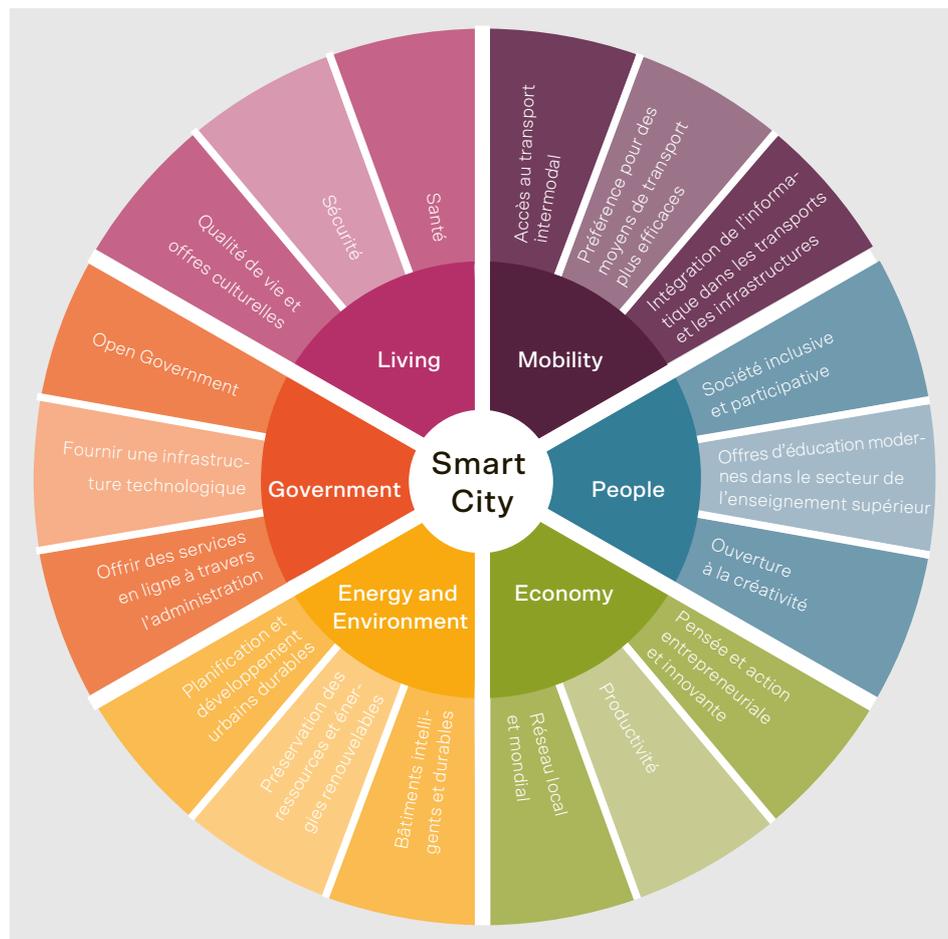


Illustration 1.7: Mesures Smart City dans six domaines. (Source: Suisse Energie)

Tableau 1.1: Exemples d'indicateurs environnementaux, sociaux et de gouvernance (critères ESG). La pertinence des thèmes varie d'une entreprise à l'autre. (Source: Gabler Wirtschaftslexikon, présentation adaptée en interne)

Environnement	Société	Gouvernance
<ul style="list-style-type: none"> - Changement climatique (réduction et adaptation) - Ressources en eau - Raréfaction des ressources et économie circulaire - Pollution - Biodiversité 	<ul style="list-style-type: none"> - Implication des salariés, diversité et inclusion - Conditions de travail, rémunération, formation initiale/continue - Sécurité au travail et protection de la santé - Droit de la personne et droit du travail - Durabilité dans la chaîne d'approvisionnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Diversité et structure de la direction d'entreprise - Rémunération des dirigeants - Respect des lois et des règlements internes (Compliance) - Normes éthiques et culture d'entreprise - Subornation et corruption

L'apparition des investissements ESG sur le marché financier remonte aux «Principes pour l'investissement responsable» (PRI) [34]. Par le biais de cette initiative, les Nations unies ont appelé à s'engager volontairement à intégrer les critères ESG dans les décisions d'investissement et la gestion des actifs. De plus en plus d'institutions ont ensuite décidé d'orienter leurs portefeuilles à partir des critères ESG. L'évaluation des critères ESG est notamment assurée par des agences de notation qui sont spécialisées dans la durabilité et s'appuient sur le rapport de durabilité des entreprises. Le catalogue exhaustif du Global Reporting Initiative (GRI) [35], qui comprend 120 indicateurs, constitue la norme en la matière. La Commission européenne a également développé son propre système de classification des investissements durables et respectueux du climat en 2019: la taxinomie verte européenne. L'ordonnance correspondante [36] fournit la première liste mondiale d'activités économiques durables (voir chapitre 6.1).

1.4 Sources

- [1] Office fédéral de l'environnement (éd.). Indicateurs de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse 1990–2022. Berne, actualisé en 2024. <https://bit.ly/4dw5xaS>
- [2] La Vie économique Revue de politique économique 1/2-2010. La croissance de l'économie suisse depuis 1920. <https://bit.ly/3yvOWoB>
- [3] Institut für Banken und Finanzplanung. BIP Schweiz nominell und real 1948–2022, Chur, 2023. <https://bit.ly/BIPCH>
- [4] Office fédéral de la statistique. Construction et logement, Surface par habitant, Neuchâtel, 2023. <https://bit.ly/3YyHR1I>
- [5] Office fédéral de la statistique. Prestations de transport de personnes 1960–2022, Neuchâtel, 2023. <https://bit.ly/3U0wtb8>
- [6] Office fédéral de la statistique. L'utilisation du sol en Suisse Résultats de la statistique de la superficie 2018. Neuchâtel, 2021. <https://bit.ly/4fwKHtD>
- [7] Office fédéral de l'énergie. Statistique globale suisse de l'énergie 2022, Berne, 2023. https://bit.ly/bfe_ges
- [8] Meadows, D. et al. Limits to Growth. Universe Books, New York, 1972. https://bit.ly/Limits_Growth
- [9] Moreno, C. La Ville du ¼ heure. Sur: www.moreno-web.net, consulté en novembre 2023. <https://bit.ly/v15h>
- [10] Lüdi, M., Wälty, S. (2020). Vollzug der haushälterischen Bodennutzung in der Schweiz. Dans: *disP – The Planning Review*, 56 (1) 2020. <https://bit.ly/waelty>
- [11] Confédération suisse. Constitution fédérale du 18 avril 1999 (état au 13 février 2022). Berne, 2022.
- [12] Conférence du Conseil de l'Europe des Ministres de la Culture. Déclaration de Davos – Une culture du bâti de qualité pour l'Europe! Davos, 2018. <https://davosdeclaration2018.ch/fr>
- [13] Office fédéral de la culture. Système Davos de qualité pour la culture du bâti – Huit critères pour une culture du bâti de qualité Berne, 2021. <https://davosdeclaration2018.ch/fr/systeme-davos-de-qualite-pour-la-culture-du-bati/>
- [14] Confédération suisse. Loi fédérale sur la protection des eaux (loi sur la protection des eaux, Leaux) du 24 janvier 1991 (état au 1^{er} février 2023). Berne, 2023.
- [15] Confédération suisse. Loi fédérale sur la protection de l'environnement (loi sur la protection de l'environnement, LPE) du 7 octobre 1983 (état au 1^{er} janvier 2022). Berne, 2022.
- [16] Confédération suisse. Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (loi sur l'aménagement du territoire,

- LAT), modifiée le 13 décembre 2002. Berne, 2002.
- [17] Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie. Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC). Berne. Consulté en septembre 2023, <https://bit.ly/3SEQ2p0>
- [18] Association Minergie. Bâle. Consulté en septembre 2023, www.minergie.ch
- [19] SuisseEnergie pour les communes (éd.). Principes directeurs pour une société à 2000 watts – Contribution à une Suisse climatiquement neutre. Berne, 2020. <https://bit.ly/3AaES4V>
- [20] Alliance pour le climat Suisse. Charte pour le climat et l'énergie des villes et communes. Berne, 2020. <https://bit.ly/3LUvepF>
- [21] Confédération suisse. Loi sur l'énergie (LEne) Berne, 2018.
- [22] Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Accord de Paris. Paris, 2015. <https://bit.ly/3Ae9LW7>
- [23] Confédération suisse. Loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (Lcl). Berne, 2023.
- [24] Office fédéral de l'énergie (mandant). Energieperspektiven 2050+, Technischer Bericht & Gesamtdokumentation der Arbeiten. (disponible en allemand) Berne, actualisé en 2022. https://bit.ly/BFE_EP
- [25] Nations unies. Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development. (disponible en anglais) New York, 1987. Consulté sur: https://bit.ly/ARE_brundtland
- [26] Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement. Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. Rio de Janeiro, 1992. (disponible en anglais) <https://bit.ly/UN-rio>
- [27] Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement. Agenda 21. Rio de Janeiro, 1992. <https://bit.ly/4ewalxV>
- [28] Assemblée générale des Nations unies. Transformer notre monde: le Programme de développement durable à l'horizon 2030 New York, 2015. <https://bit.ly/3LVF4HW>
- [29] Conseil fédéral suisse. Stratégie pour le développement durable 2030 Berne, 2021. <https://bit.ly/3LUjDHb>
- [30] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2050:2015 «Développement territorial durable – planification spatiale communale et régionale», compléments à la norme SIA 111. Zurich, 2015.
- [31] Hugentobler, M., Wiener, D. (éd.). ANANAS – Check-lists pour un développement durable des quartiers à l'intention des villes et des communes. VDF-Verlag. Zurich, 2016. <https://ananas.net/fr/>
- [32] Musiolik, J., Kohler, A., Vögeli, P., Lobsiger-Kägi, E., Carabias-Hütter, V. Smart City: Guide de mise en œuvre des initiatives Smart City en Suisse Office fédéral de l'énergie. Berne, 2019. <https://bit.ly/4dyltaR>
- [33] SuisseEnergie pour les communes (éd.): Les sites et quartiers intelligents, Propositions d'actions, bons exemples et outil d'évaluation Smart Site. Berne, 2022. <https://bit.ly/3Yc3wvA>
- [34] Principes pour l'investissement responsable, une initiative lancée par des investisseurs en partenariat avec l'UNEP Finance et le pacte mondial des Nations unies <https://bit.ly/4fzqpQ3>
- [35] Global Reporting Initiative GRI. GRI 101 Grundlagen. Amsterdam, 2016. <https://bit.ly/4dutlq4>
- [36] European Parliament and Council. Regulation (EU) 2020/852 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088. Bruxelles, 2020. <https://bit.ly/3LSgLe3>

Sites et quartiers durables

Andreas
Schneider

5 % de la superficie de la Suisse est constituée de zones à bâtir.

95 % de la population réside en zone à bâtir.

10 % des zones à bâtir en Suisse sont encore non construites. La Suisse a besoin de

25 % de surface d'habitation et de surface d'activité en plus d'ici 2050.

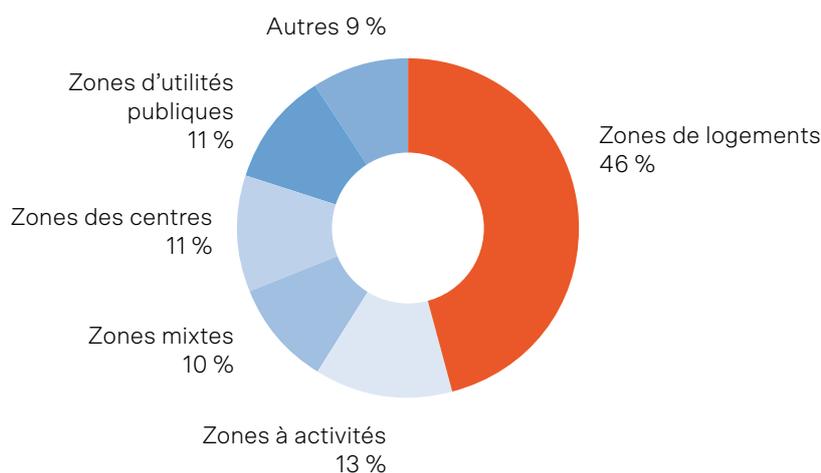
65 %, l'augmentation du coût global de la vie depuis 40 ans.

Le coût du logement a augmenté de

128 % au cours des 40 dernières années.

25 % du panier d'un ménage moyen sont désormais constitués par les dépenses pour le logement et l'énergie.

Affectation des zones bâties



Évolution de la densité d'occupation



+12,3 %

Depuis 2012, le nombre d'habitants dans les zones bâties a augmenté de **7,4 à 8,3 millions** d'habitants, à surface constante.



-27 m²

La surface moyenne de la zone à bâtir par habitant a diminué depuis 2012, passant de **309 m² à 282 m²** par habitant.

Desserte par les TP

45 % des surfaces de zones à bâtir sont très bien, bien ou moyennement desservies.

Ces surfaces se trouvent principalement dans des zones urbaines. Elles couvrent

68 % des habitants et des actifs.

2.1 Bâtiment, site, quartier – Clarification des termes

Le présent ouvrage est consacré au développement de sites et de quartiers durables. Il ne se focalise donc pas explicitement sur le critère architectural des anciens ou nouveaux bâtiments ni sur leur viabilité pour les générations à venir, mais s'intéresse davantage à la durabilité d'un point de vue urbanistique du développement de plusieurs parcelles.

Site

Par site, on entend ici des parcelles d'un seul tenant abritant plusieurs constructions et espaces extérieurs intermédiaires. Les sites ont un périmètre clairement défini et appartiennent à quelques propriétaires fonciers, parfois un seul, généralement privés (!). Le développement d'un site naît de la volonté des propriétaires d'engager conjointement un changement et de s'organiser en conséquence. La valeur ajoutée du développement d'un site par rapport à celui d'un bâtiment provient du fait que l'élargissement du périmètre permet de trouver des solutions plus globales pour:

- le concept d'affectation (affectation mixte),
- l'urbanisme,
- l'aménagement des espaces extérieurs,
- l'approvisionnement en énergie et
- la mobilité.

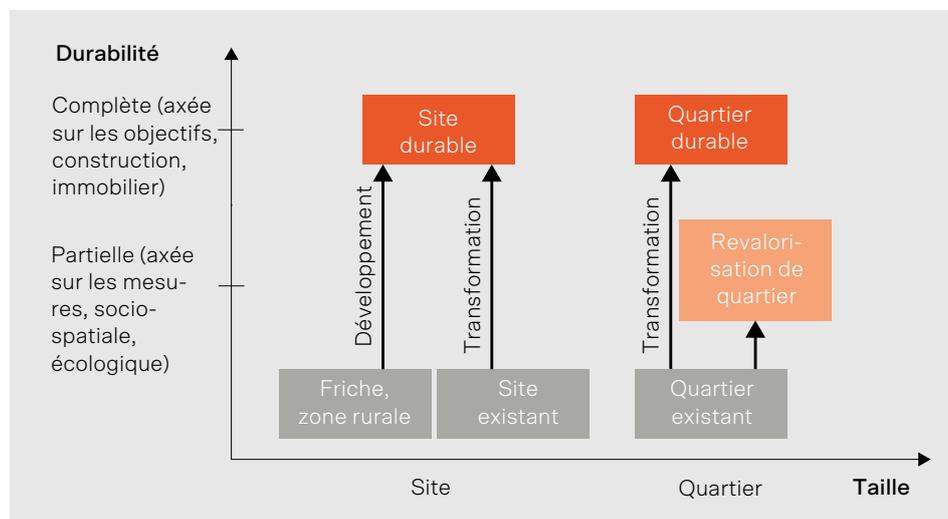
Cela ouvre en outre des perspectives pour:

- un plan de construction ou d'aménagement sur mesure,
- l'utilisation de synergies lors de l'exploitation et, en particulier,
- un vivre-ensemble organisé.

Il arrive fréquemment qu'un site soit partiellement ou entièrement délimité par des rues et des places et qu'il soit donc couramment appelé «quartier de rue» ou «pâté de maisons». Toutefois, il n'est pas rare que ce périmètre du système conduise au développement d'îlots insuffisamment imbriqués avec l'espace routier adjacent et les constructions environnantes.

D'une manière générale, le développement d'un site durable est le résultat de l'expression d'un besoin en matière de construction ou d'immobilier. Le projet qui en découle doit cibler l'ensemble des objectifs de durabilité. Une distinction est faite entre le développement de sites composés de nouvelles constructions avec une faible proportion de bâtiments existants et de transformations (voir chapitres 12.1 à 12.4) et la transformation de sites existants avec une forte proportion de bâtiments existants et de transformations (voir chapitres 12.5 à 12.8 et 3.4).

Illustration 2.1: Délimitation entre les sites durables, les quartiers durables et la revalorisation des quartiers en fonction des exigences de durabilité. (Source: Gugerli, Schneider)



Quartier

Par quartier, on entend ici des ensembles (d'habitations) constitués de plusieurs rues, d'un seul tenant et socialement cohérents, dans lesquels se déroule une partie essentielle de l'approvisionnement et des relations quotidiennes. Bien que les limites d'un quartier soient délicates à définir, elles sont toutefois nettement plus petites que des secteurs entiers d'une ville ou d'un village. Dans ces quartiers (urbains), la propriété foncière est détenue à la fois par la commune, par exemple sous la forme de rues et d'infrastructures publiques, et, généralement, par plusieurs dizaines de propriétaires privés.

En raison de leur plus grand périmètre, les développements de quartier offrent des opportunités de solutions «encore plus globales» que les développements de sites en termes d'affectation, de densification, d'espace public, de mobilité et d'approvisionnement en énergie. Un développement de quartier se produit lorsque les autorités communales, les propriétaires fonciers et les habitants reconnaissent la nécessité d'agir. Le périmètre est défini en fonction des enjeux en termes d'affectation, d'infra-

structure, de transport et d'aspects sociaux ou écologiques. L'impossible émergence d'un consensus à l'échelle du quartier incite toutefois plutôt à chercher une «coalition des bonnes volontés» intégrant suffisamment les «mauvaises volontés» pour qu'elles acceptent au moins le développement. Par principe, à l'échelle du quartier, on fait la distinction entre:

a) un quartier durable, qui n'atteint des objectifs de durabilité globaux que vers la fin de sa transformation (voir chapitre 3.4) et

Bibliographie complémentaire sur la revalorisation de quartiers

Le «Manuel de développement de quartier» fournit des conseils et des exemples pratiques utiles sur la revalorisation de quartier [1]. Il couvre des champs d'action tels que «Activités socioculturelles», «Intégration et participation», «Approvisionnement de proximité et services publics», «Développement immobilier», «Mobilité et espace routier», «Espaces extérieurs et abords des logements» et «Image du quartier» (voir aussi les encadrés aux chapitres 5 et 7 à 10).

Tableau 2.1: Caractéristiques des sites durables, des quartiers durables et d'une revalorisation de quartier.

	Site durable	Quartier durable	Revalorisation de quartier
Point de départ, besoin	Immobilier (nouvelle construction, transformation, densification)	Immobilier (transformation, densification)	Besoin socio-spatial ou autre besoin concret
Nombre de bâtiments et d'espaces intermédiaires	Plusieurs bâtiments et les espaces extérieurs situés entre eux	De très nombreux bâtiments et les espaces extérieurs, places et rues situés entre eux	De très nombreux bâtiments et les espaces extérieurs, places et rues situés entre eux
Nombre de propriétaires	Un ou plusieurs propriétaires	Nombreux propriétaires	Nombreux propriétaires
Nombre d'affectations	Plusieurs affectations (logement, services, commerces)	Beaucoup d'affectations (logement, services, commerces, bâtiments publics, etc.)	Beaucoup d'affectations (logement, services, commerces, bâtiments publics, etc.)
Périmètre, délimitation	Périmètre cohérent, délimitation clairement définie	Périmètre cohérent, délimitation en fonction du contexte	Périmètre cohérent, délimitation en fonction du contexte
Objectifs de durabilité	Complets (axés sur les objectifs)	Complets (axés sur les objectifs)	Partiels (axés sur les mesures)
Organisation, collaboration	Collaboration institutionnalisée de tous les propriétaires au sein de l'instance responsable du site	Collaboration des propriétaires dans le sens d'une «coalition des bonnes volontés»	Participation des propriétaires, généralement dirigée par la commune
Forme	Développement d'un nouveau site ou transformation d'un site existant avec un horizon défini	Transformation avec un horizon défini	Mises en œuvre des mesures individuelles

b) la revalorisation de quartier à l'aide de mesures en faveur d'une durabilité sociale et écologique, faciles à mettre en œuvre et dans une optique, par exemple, de réhabilitation du quartier (voir chapitre 3.6) [1].

2.2 Zones rurales, friches, densification dans le bâti existant

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, le développement urbain n'a plus lieu dans les zones rurales en périphérie des agglomérations au moins depuis que la loi fédérale sur l'aménagement du territoire, plus stricte, est entrée en vigueur en 2014. Une grande partie des sites industriels et ferroviaires laissés en friche ont déjà été réaffectés à l'habitat et aux services et reconstruits, du moins dans les zones urbaines bien situées. En d'autres mots, il y a de moins en moins de grands sites susceptibles d'être repensés en termes d'affectations et de construction.

En revanche, le développement des sites et des quartiers déjà construits et utilisés, dotés d'un parc immobilier vieillissant, prend de plus en plus d'importance. Contrairement aux zones rurales et aux friches industrielles, leurs usagers doivent être impliqués dans leur développement.

Ce type de développement de site ou de quartier reste relativement simple tant qu'il ne s'agit que du remplacement successif de la substance bâtie vieillissante. La situation se complique considérablement lorsqu'une desserte de qualité se heurte à une trop faible densité d'occupation dans des zones centrales. C'est le cas dans les sites et les quartiers où la croissance économique, démographique et de l'emploi qui est attendue impose une nette densification des affectations et de l'urbanisation.

Hausse de la complexité

Les méthodes et les procédures applicables à la transformation du bâti existant sont beaucoup plus exigeantes que celles applicables au développement des friches ou, dans une plus grande mesure encore, au développement des zones rurales. Pour ces dernières, l'accent était mis sur l'exploitabilité du site à des fins de construction, c'est-à-dire sur l'économie et s'accompagnait de quelques mesures de protection de l'environnement. Pour les friches, l'accent est principalement mis sur la reconversion (économie) et sur l'impact environnemental (écologie), avec la participation du voisinage. À l'inverse, la densification du bâti existant accorde une importance égale à la densification d'utilisation (économie), à l'impact environnemental (écologie) et à la participation des parties prenantes (social). Cette approche est renforcée par le fait que les ressources sont limitées.

D'un point de vue méthodologique, la densification du bâti existant se trouve aujourd'hui à peu près au même niveau que la reconversion des friches industrielles en Suisse en 1995. Les premières pistes sont donc identifiables et peuvent être décrites, mais pas encore répandues dans la pratique. Dans ce chapitre et les suivants, nous nous efforcerons de donner un aperçu de l'avenir du développement de site et de quartier.

Les grands défis à venir

Les futurs développements de site et de quartier sous forme de développements vers l'intérieur ou de densification urbaine voient s'entremêler différents défis, parmi lesquels:

- le développement versus la préservation de l'environnement,
- le virage énergétique et le changement climatique,
- la complexité croissante et
- la faisabilité économique.

2.3 Mobilité, économie, urbanisation

Selon le scénario moyen de l'Office fédéral de la statistique (OFS), la population suisse devrait augmenter de 20 % et atteindre un peu plus de 10 millions d'habitants d'ici 2050. Le scénario «bas» table sur 10 %, le scénario «haut» sur 31 % [2]. Cette croissance n'est pas due à un surcroît de naissances, mais essentiellement à l'immigration de travailleurs étrangers et de leurs familles. La croissance économique attendue et le besoin de main-d'œuvre qui en résulte sont donc à la fois la cause et le moteur de cette croissance. En raison du vieillissement de la population, le besoin en main-d'œuvre est de plus en plus difficile à satisfaire dans le pays. Bien que la surface habitable par habitant, qui a fortement augmenté par le passé, stagne pratiquement depuis 2005, cela signifie en première approximation qu'il faudra quelque 25 % de surface habitable et d'activité en plus d'ici 2050. À titre d'information, la surface nette habitable par personne et la surface de plancher étaient respectivement de 46,6 m² et d'environ 55 m² en 2021. Conformément à la loi sur l'aménagement du territoire [3], ce surcroît de surface de plancher devrait, en principe, être proposé dans les zones à bâtir existantes. Pour y parvenir, l'on pourrait exploiter les 10 % de zones à bâtir non construites restantes sous forme de vides dans le tissu bâti ou de zones vertes et/ou en densifiant les 90 % de zones à bâtir déjà construites par le biais de surélévations, d'extensions et de nouvelles constructions (de remplacement) [4].

Des villes-centres et des agglomérations plus grandes

Toutefois, la demande de surface de plancher pour la main-d'œuvre et la population, liée à l'économie, n'est pas répartie régulièrement sur l'ensemble du territoire. Le besoin se concentre en premier lieu dans les villes-centres et dans les agglomérations. Selon le scénario moyen de l'OFS, les zones rurales périphériques, éloignées des zones métropolitaines de Zurich et de Genève-Lausanne, croissent au maximum deux fois moins vite que la Suisse dans son ensemble.

L'OFS estime aussi que les villes-centres croîtront de façon moins importante que l'ensemble de la Suisse, du fait de leur densité déjà forte. Au contraire, la croissance la plus importante aura lieu dans les agglomérations et dans les zones périurbaines, où la densité relativement faible se heurte à la proximité des centres. La croissance dans les agglomérations devrait ainsi être de moitié plus élevée que dans l'ensemble de la Suisse et environ un quart plus élevée dans les zones périurbaines. À noter cependant que ces prévisions de l'OFS ne sont qu'une mise à jour purement statistique et descriptive de l'évolution des dernières décennies et ne se traduisent pas encore par une intention de contrôle de la planification. Au contraire, si l'on prenait au sérieux les réflexions en matière d'aménagement du territoire et de planification des transports pour coordonner l'urbanisation et les transports, la croissance de la population et de l'emploi ne devrait presque avoir lieu que là où la desserte par les transports publics [5] est, au minimum, modérée. Cela correspondrait au niveau C de qualité de desserte par les TP, qui signifie qu'il existe un arrêt à 300 m à vol d'oiseau, desservi toutes les ≥15 min par le bus, ou toutes les 30 min par le train. Or, selon la statistique des zones à bâtir 2022, seulement 45 % de l'ensemble des zones à bâtir de Suisse remplissent cette exigence. Par ailleurs, d'un point de vue quantitatif et propor-

Tableau 2.2: Correspondance à viser entre densité urbaine (habitants et actifs, H+A) et la desserte en transports [6].

Niveaux de qualité de desserte par les TP, desserte	Densité visée
A, très bonne	≥ 300 H+A/ha
B, bonne	≥ 200 H+A/ha
C, moyenne	≥ 160 H+A/ha
D, faible	≤ 80 H+A/ha
<D, marginale ou nulle	≤ 40 H+A/ha

tionnel, celles-ci se situent en grande partie dans des communes urbaines et d'agglomération. Dans les communes périurbaines et rurales, seulement 10 à 25 % de toutes les zones à bâtir conviennent à une croissance supplémentaire du point de vue de leur desserte.

Au sujet de la mobilité durable, on peut donc dire que le développement d'un site ou d'un quartier dans l'objectif d'harmoniser l'urbanisation et les transports ne devrait avoir lieu que là où la qualité de desserte par les TP est de niveau C ou supérieur. Les objectifs de densité visés en termes d'habitants et d'actifs par hectare sont présentés dans le Tableau 2.2.

2.4 Énergie et climat

Le défi apparaît encore plus fondamental sous l'angle de la politique climatique et se vérifie déjà pour l'adaptation d'un site au changement climatique. Il est encore plus grand lorsque l'on cherche à satisfaire aux exigences de la société à 2000 watts et aux objectifs de zéro émission nette de gaz à effet de serre (voir chapitre 1.4, Ressources et climat).

Adaptation au changement climatique

Les sites et les quartiers doivent être préparés à l'augmentation des températures, de la sécheresse et des fortes précipitations. On parle d'adaptation au changement climatique. Celle-ci pose d'abord de nouvelles exigences urbanistiques en matière d'ombrage et d'aération et limite les constructions en sous-sol. Elle a aussi un impact sur la conception des bâtiments et notamment sur la part vitrée, la protection solaire, la réflexion et la capacité de stockage thermique, la végétalisation et la rétention en toiture. L'aménagement des espaces extérieurs, prenant en compte la végétalisation, la rétention, l'infiltration et l'évaporation des eaux de pluie, est également concerné. D'une manière générale, l'adaptation au changement climatique du bâti existant de-

vrait poser au moins autant d'exigences que la conception de sites neufs complets (voir chapitre 10).

En matière de protection du climat, l'énergie d'exploitation des bâtiments figure souvent au premier plan depuis des décennies. La priorité doit être donnée à la substance bâtie existante, qui représentera encore plus de trois quarts de l'ensemble du parc immobilier en 2050. Son exploitation doit être complètement convertie aux agents énergétiques non fossiles au cours des 25 prochaines années. Parallèlement, les besoins en énergie doivent être encore réduits si l'on veut éviter que l'augmentation des coûts énergétiques n'entraîne des frais annexes exorbitants.

Cependant, il sera tout aussi difficile de réaliser les + 25 % de surface de plancher prévus sans que leur construction et leur exploitation ne nuisent davantage au climat. Assurer l'exploitation uniquement avec des énergies renouvelables est certes un défi et nécessite des investissements de départ plus élevés, mais les techniques actuelles le permettent (voir chapitre 8).

La réduction des près de deux tiers des gaz à effet de serre qui sont émis lors de la construction des nouveaux bâtiments actuels est un défi encore plus grand.

Réduire les émissions grises, un défi ambitieux

Cela nécessite une conception fondamentalement différente des bâtiments et une utilisation beaucoup plus mesurée des matériaux de construction fortement émetteurs de CO₂ comme le ciment, les métaux ou le verre. Le prix de ces derniers devrait de toute façon nettement augmenter à cause des adaptations exigées en matière de fabrication, comme la capture du CO₂ lié à la production. D'après les prévisions, le prix du béton devrait augmenter de 10 à 30 %. Lors du développement de sites et de quartiers, cela signifie que pour minimiser les «émissions grises», il faudra toujours commencer par étudier la

transformation et la surélévation de l'existant avant d'envisager la construction d'un nouveau bâtiment (de remplacement). Il faudra en outre minimiser la surface de plancher par habitant et par employé (voir chapitre 7).

Concentrer la croissance dans les moyennes et grandes villes

La future mobilité quotidienne a un impact tout aussi important sur les besoins énergétiques et la protection du climat. L'objectif de 500 kg d'émissions de gaz à effet de serre par an et par personne pour la mobilité limite considérablement le comportement en matière de transport.

Que l'on se déplace avec un véhicule à combustion consommant 3 litres ou une voiture électrique, la technique et l'occupation actuelles des véhicules permettent de parcourir au maximum 20 à 50 km par jour et par personne pour l'ensemble des déplacements. La distance entre le lieu de travail ou de formation et le lieu d'habitation devrait donc être de 10 à 20 km, sauf télétravail. Par conséquent, la croissance de la population et des emplois devrait donc être exclusivement localisée dans les zones centrales des moyennes et grandes villes. Cela permettrait notam-

ment de compenser les «dommages climatiques» liés à la mobilité dans les zones périurbaines et rurales.

Dans les zones urbaines centrales, les emplois hautement spécialisés du secteur des services sont également accessibles à pied, à vélo, à vélo électrique ou en transports publics depuis le lieu de résidence, et ce, sur une courte distance. Le développement de sites et de quartiers dans ce type de zones permet au moins de créer les conditions propices à un habitat et à un travail aussi respectueux que possible du climat, ainsi qu'à la mobilité quotidienne.

Attention, système ayant des limites!

Le fait que les émissions d'un site ou d'un quartier soient imputables à différents secteurs complique la réglementation, notamment via les modèles de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC). Quelques exemples parmi d'autres: les émissions dues à l'exploitation des bâtiments relèvent à la fois du secteur des ménages et du secteur des services. L'exploitation des véhicules relève du secteur des transports. Les émissions grises des bâtiments, des infrastructures de transport et des véhicules relèvent, quant à elles, du secteur industriel.

Tableau 2.3: Bilan des émissions de gaz à effet de serre lors du développement de sites et de quartiers selon les scopes 1, 2 et 3. (Source: Gugerli, Schneider)

	Construction	Exploitation	Mobilité quotidienne	Consommation	Alimentation
Scope 1: Émissions directes sur place		Pétrole, gaz, bois			
Scope 2: Émissions indirectes, dues aux réseaux		Chauffage à distance, électricité			
Scope 3: Autres émissions indirectes	Extraction de matières premières, fabrication de matériaux de construction, chantier, déconstruction	Infrastructures de production et de transport d'énergie	Exploitation et production de véhicules, infrastructures de transport		
	Périmètre des systèmes site/quartier			Biens de consommation et services, mobilité occasionnelle	Agriculture, transformation de denrées alimentaires, nourriture et boissons

La question de savoir dans quelle mesure l'on pourrait dépasser les aspects purement physiques et architecturaux pour adopter un comportement de consommation, d'alimentation et de mobilité protégeant le climat reste de toute façon un «angle mort» dans le débat social actuel. Les changements de comportement nécessaires doivent éventuellement être imposés par des mesures financières ou réglementaires. Les Greenhouse Gas Protocols (GHG Protocol) ont été développés pour que les entreprises et les communes puissent établir le bilan de leurs émissions de gaz à effet de serre [7]. Les scopes 1, 2 et 3 sont pertinents dans le cadre du développement de sites et de quartiers: alors que les scopes 1 et 2 se limitent aux émissions directement et indirectement dues à l'énergie d'exploitation, le scope 3 comprend également les domaines, beaucoup plus importants, de la construction et de la mobilité quotidienne (Tableau 2.3). Cette délimitation courante du système fait toutefois vite oublier que le scope 3 englobe aussi le comportement effectif des usagers en matière de consommation et d'alimentation.

Impossible sans sobriété

Pour abaisser efficacement et rapidement les émissions de CO₂, il faut aussi, à terme, de la sobriété. En effet, il appa-

rait de plus en plus clairement que les deux stratégies suivies jusqu'à présent, à savoir l'amélioration de l'efficacité technique et la conversion aux énergies renouvelables, ne permettront pas à la Suisse d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2050. Une étude de l'Office des bâtiments de la ville de Zurich publiée en 2012 indique par exemple que les bâtiments de logement offrent un potentiel d'économie considérable de 50 à 60 % [8]. Les surfaces d'habitation, le comportement des utilisateurs lors de l'exploitation et la mobilité sont des points de départ (Tableau 2.4). Toutefois, pour que ce potentiel puisse être exploité, il faut que toutes les personnes concernées s'impliquent (voir chapitres 7 à 9). Une présentation complète des mesures de sobriété est proposée dans la boîte à outils Suffizienz-Toolbox de Pusch [9] ou le guide d'actions de l'association Cité de l'énergie [10].

2.5 Processus et acceptation

Les développements de sites et de quartiers ne concernent presque plus les zones rurales et de moins en moins souvent les vastes friches industrielles, ferroviaires et militaires. La tendance est à la poursuite du développement et à une importante densification du bâti existant. D'autres aspects s'ajoutent aux thèmes compliqués typiquement asso-

Tableau 2.4: Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments de logement grâce à une sobriété modérée selon les acteurs, comparé à la consommation de surface habitable et au comportement type selon La voie SIA vers l'efficacité énergétique [8].

100 % = Valeur cible de la voie SIA vers l'efficacité énergétique	Consommation de surface habitable par personne	Exploitation Chaleur, ventilation, éclairage, gros électroménager, TIC, petit électroménager	Mobilité
Équipement de base du maître d'ouvrage	15 % Économies grâce à la réduction d'un tiers de la consommation de surface habitable	2 à 4 % Économies grâce à l'équipement des logements (p. ex. plus petit réfrigérateur, décompte des frais de chauffage en fonction de la consommation)	2 à 4 % Économies grâce à l'équipement (p. ex. offre réduite de places de stationnement, remise d'abonnements pour les transports publics)
Exploitation, gestion			
Comportement des usagers, locataires		10 à 18 % Économies grâce aux équipements et au comportement des usagers (p. ex. consommation économe d'eau chaude, équipement et utilisation proportionnés des technologies de l'information et de la communication)	12 à 20 % Économies grâce aux équipements et au comportement des usagers (p. ex. pas de voiture de tourisme, distances plus courtes pour les loisirs, utilisation des transports publics pour se rendre au travail)

ciés aux friches industrielles, tels que les sites contaminés, la desserte, la protection contre le bruit, etc.: au lieu de n'avoir qu'un ou quelques propriétaires fonciers, on est souvent confronté à plusieurs dizaines de propriétaires fonciers, détenteurs de droits de superficie et copropriétaires. Pour eux, chaque réflexion concernant le développement de leur parcelle touche d'une part à des valeurs émotionnelles (foyer, histoire familiale, prestations personnelles, etc.) et, d'autre part, à des plus-values et des moins-values financières de l'ordre de plusieurs mois ou années de salaire. Sans oublier les locataires, les riverains et les groupes d'intérêt, qui font également valoir leurs exigences idéales, parfois aussi financières, pour le développement du site ou du quartier. Ils sont aussi susceptibles de faire valoir leurs intérêts en tant qu'opposants directement concernés, organisations habilitées à faire des recours ou citoyens, et de les imposer ou de tenter d'entraver le processus de planification. Non seulement compliquée, la situation de départ de ce type de développements de sites et de quartiers est donc aussi complexe et imprévisible du fait de la multitude d'acteurs impliqués et de leurs divers intérêts émotionnels et/ou rationnels. Cela suppose une démarche adaptée, très éloignée des processus traditionnels reposant essentiellement sur des spécialistes. Un processus approprié pour un projet de développement vers l'intérieur doit prévoir:

- un leadership,
- un processus coopératif,
- une démarche professionnelle,
- l'information du public.

Voici les recommandations qui en découlent:

- Premièrement, le développement d'un site ou d'un quartier doit être piloté par un leader local, crédible et engagé. Il peut s'agir, par exemple, du président d'une commune ou d'un citoyen respecté pouvant s'appuyer sur son prestige personnel et son attachement au

lieu pour défendre le bien-fondé du projet. S'il peut être soutenu par un spécialiste extérieur, en aucun cas il ne peut être remplacé.

- Deuxièmement, le concept de développement et sa mise en œuvre doivent faire l'objet d'un dialogue avec les propriétaires fonciers et toutes les autres personnes directement concernées. Cela présente l'avantage, d'une part, d'identifier et de pouvoir comparer à temps toutes les perspectives pertinentes et permet, d'autre part, de créer la compréhension et la confiance mutuelles nécessaires à une mise en œuvre la plus harmonieuse possible.

- Troisièmement, il faut une démarche professionnelle adaptée au projet. Une approche foncièrement robuste mais flexible en fonction de la situation, ainsi que des instruments de planification choisis avec soin, aident à maintenir le cap.

- Quatrièmement, et pas le moindre, le grand public doit être régulièrement tenu informé de l'avancement du projet. Une communication claire peut dissiper les éventuelles craintes de la population et permet de garder le contrôle de la communication du projet. Il sera ainsi plus difficile pour les opposants au projet d'inquiéter les électeurs au point de faire échouer le projet dans le processus politique et cela évitera de devoir sauver ce dernier à grand renfort de communication. Il est donc très important d'entreprendre dès le début ce qui est nécessaire pour influencer positivement l'acceptation du développement d'un site ou d'un quartier par les personnes directement concernées et dans son environnement (voir encadré p. 28).

Participation aux procédures de sélection

Pour le développement d'un site ou d'un quartier dans le bâti existant, cette situation de départ signifie que les procédures de sélection classiques (concours, mandats d'étude, planifications tests) sont synonymes de processus par tâtonnement (trial and error),

coûteux et très risqués. En effet, ces procédures sont menées par des spécialistes externes, peu rompus aux conditions locales et aux besoins des groupes d'intérêts locaux. Même si elles sont techniquement sophistiquées, les solutions qu'ils élaborent vont souvent à l'encontre des besoins réels des groupes d'intérêt – avec les répercussions politiques qui en découlent. Pour éviter cela, une densification qualitative doit être développée dès le départ dans le cadre d'un processus correctement structuré, dirigé de manière professionnelle et co-évolutive, entre les spécialistes et les représentants des principaux groupes d'intérêt. C'est la seule manière de parvenir, selon toute

probabilité, à développer une solution qui soit réellement viable d'un point de vue social et réalisable d'un point de vue architectural. Des modèles de procédures correspondants sont décrits dans le guide des procédures de développement co-évolutive vers l'intérieur des villes («Leitfaden ko-evolutive Innenentwicklungs-Prozesse», disponible en allemand) [14] (voir aussi chapitre 3.3).

2.6 Rentabilité et accessibilité

Les développements de sites et de quartiers, quelles que soient leurs formes, voient de plus en plus s'affronter les attentes de rendement immobilier individuelles et les besoins de la so-

La question de l'acceptation

Une étude réalisée en 2014 dans le canton de Zurich a montré que le taux d'acceptation de principe de la densification de l'habitat dans son propre quartier n'atteint que 14 à 31%, selon le type de quartier et sa localisation [11]. En 2022, une analyse approfondie des mêmes données [12] montre que sur le principe, 57,5% des personnes interrogées acceptent les densifications. Si elles concernent leur propre quartier, par contre, ce chiffre n'est plus que de 11,9%. Le document IRAP-Kompass Innenentwicklung [13] (Guide du développement vers l'intérieur), de l'Institut pour le développement territorial de la Haute école spécialisée de Suisse orientale, en tire notamment les conclusions opérationnelles suivantes:

- il faut avoir à l'esprit que la plupart des gens aiment vivre dans leur quartier et en apprécient les qualités sociales, spatiales, la circulation et les infrastructures existantes. Ces qualités doivent donc être identifiées lors de la densification de l'habitat et, dans la mesure du possible, préservées ou faire l'objet d'un remplacement de qualité supérieure.
- Un projet est mieux accepté lorsqu'il comble un manque important à ses abords. Des aspects tels que la réduction des coûts du logement, du bruit du trafic et du voisinage ou l'augmentation

de la surface habitable sont ceux qui influencent le plus l'acceptation, quel que soit le type d'habitat.

- Un projet de densification devrait également viser à créer des plus-values pour son environnement immédiat. Selon la situation locale, davantage d'espaces libres utilisables par le public, de meilleures possibilités d'achat, une meilleure desserte par les transports publics et d'autres éléments similaires peuvent également améliorer l'acceptation.
- L'établissement d'un dialogue sérieux avec la population du quartier peut également renforcer l'acceptation. Un échange sérieux permet non seulement de mieux comprendre le quartier, mais favorise également la compréhension des motivations du développement du projet.
- Même si toutes les mesures susceptibles d'accroître l'acceptation étaient exploitées, ce qui n'est possible qu'en théorie, 47 à 68% maximum des habitants du quartier approuveraient un projet de densification. Dans la pratique, il suffit toutefois qu'ils acceptent le projet, car selon le projet, la décision revient soit à l'autorité chargée de délivrer le permis de construire, soit à l'assemblée communale ou au parlement de la commune.

ciété en matière de logements et d'espaces de travail abordables. Rien d'étonnant à cela, quand les frais de logement représentent aujourd'hui près d'un quart du budget total d'un ménage moyen. Ils ont augmenté de 128 % au cours des 40 dernières années, soit deux fois plus que le coût général de la vie (+65 %) [15].

Cette hausse est moins imputable à l'augmentation des coûts de construction, dont l'évolution est parallèle à la hausse générale des prix, qu'à la consommation de surface habitable par habitant, qui a par contre augmenté d'un bon tiers durant cette période.

L'évolution spéculative des prix des terrains à bâtir a aussi joué un rôle important. Au cours des 40 dernières années, par exemple dans le prospère canton de Zurich, les prix ont augmenté d'environ 500 % dans les zones résidentielles et mixtes et de 140 % dans les zones d'activités pures [16].

Ces chiffres sont également à considérer dans le contexte de l'augmentation nominale de 118 % du salaire moyen en Suisse entre 1981 et 2021 [17]. Le produit national brut par habitant a également augmenté de 142 % durant cette période [18].

Les ménages du quintile de revenu le plus bas ont vu la part des frais de logement dans leur budget augmenter nettement durant cette période. Pour ce groupe, ils représentent, en moyenne, plus d'un tiers du budget. En revanche, la part des dépenses de logement est restée relativement stable pour les ménages à revenu moyen (20 à 25 %) et a eu tendance à diminuer pour les ménages à revenu élevé. On retrouve des schémas similaires pour les entreprises. Les entreprises à faible valeur ajoutée ont de plus en plus de mal à suivre l'augmentation générale des prix des terrains, des coûts de construction et des loyers et sont repoussées vers des zones périphériques.

Pour chaque développement de site ou de quartier se pose la question de la compatibilité avec le marché. Peu d'investisseurs sont prêts à miser sur des projets immobiliers aboutissant à une destruction de l'argent. Il convient de prendre les points suivants en compte:

- Premièrement, le projet doit au moins pouvoir répondre aux attentes de rendement modérées des investisseurs potentiels. Même les maîtres d'ouvrage reconnus d'utilité publique doivent parvenir à l'équilibre une fois déduits tous les

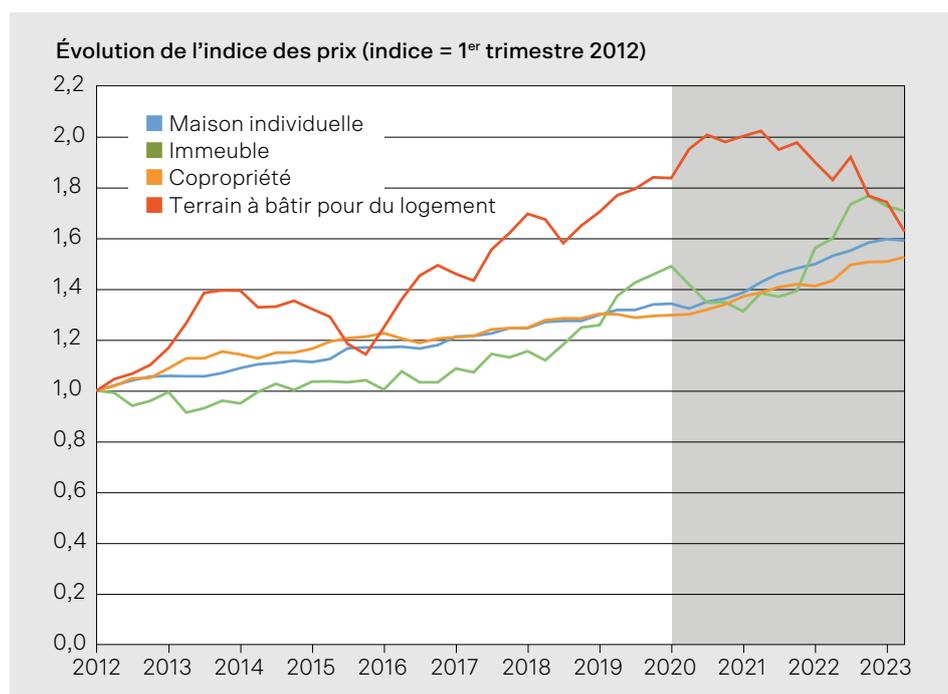


Illustration 2.2: Evolution de l'indexation des prix de l'immobilier dans le canton de Zurich. Représentation des moyennes glissantes sur 12 mois, indexées sur le 1^{er} trimestre 2012. Les valeurs présentées dans la zone grisée sont provisoires. (Source: office de statistique du canton de Zurich)

frais d'exploitation, d'entretien, de rénovation des bâtiments et de financement et les risques de vacance, très variables d'une situation à une autre. Toute autre approche relèverait soit de l'amateurisme, soit de la spéculation sur la hausse des prix des terrains.

– Deuxièmement, il est important que le projet réponde à un besoin dûment formulé, à l'endroit précis en question. Les modèles de logement ou d'activité innovants sont par exemple plus susceptibles de susciter une demande dans les zones centrales qu'en périphérie des agglomérations.

– Troisièmement, le volume d'investissement doit être fractionné en fonction du marché. Selon que l'on s'adresse à des copropriétaires, à des investisseurs privés, à des coopératives ou à des investisseurs institutionnels, différents fractionnements sont nécessaires. Par ailleurs, moins l'emplacement est connu et plus le produit est spécifique, plus les «projets tests» demandés sont petits.

– Quatrièmement, il convient d'étudier la possibilité d'échelonner correctement la construction. Des étapes de construc-

tion trop grandes et qui ne correspondent pas à la demande locale engendrent un risque élevé de vacance ou compromettent la location et la vente. À terme, les loyers et les prix d'achat dépendront donc des coûts de financement, des risques de commercialisation et de vacance ainsi que des attentes de bénéfices que chaque investisseur chiffrera dans le développement immobilier, en plus des coûts d'investissement.

Prévenir la ségrégation

Dans les villes et les agglomérations, le marché foncier et immobilier, fondamentalement libéral, se heurte de plus en plus aux exigences de la société. La ségrégation à grande échelle des groupes de population et des secteurs d'activité n'est notamment pas souhaitable pour des raisons de circulation, sociales et de politique démocratique [19] (voir aussi chapitre 4).

Aujourd'hui, même les assainissements de petite ampleur font rapidement s'élever le cri d'alarme «gentrification!». La question de la future clientèle et des conséquences sociales à moyen terme



Illustration 2.3: Vue sur le projet du site Röntgen, près de la gare Centrale de Zurich, où des logements abordables ont été construits par un investisseur privé. (Source: Baugeschichtliches Archiv / Juliet Haller)

sur le voisinage du développement d'un site ou d'un quartier doit donc être étudiée d'autant plus sérieusement. La pure maximisation des profits se heurte à une résistance de plus en plus dure, en particulier lorsque la commune a adapté le plan de zone ou doit statuer sur un plan d'affectation spécial. À cet égard, Munich fait figure de ville pionnière dans l'espace germanophone. Dès 1994, les nouveaux développements de sites et de quartiers doivent comporter une part importante de surfaces d'habitation et d'activités à prix modérés, soustraites à la spéculation. Mais dans les villes et les communes d'agglomérations suisses, les grands projets doivent de plus en plus souvent répondre à l'exigence politique suivante: réserver 25 ou 33 % (si ce n'est plus) des surfaces de plancher à des fins d'utilité publique, avec un loyer basé sur les coûts ou, tout du moins, avantageux. L'explosion des prix des terrains à bâtir par rapport à l'évolution générale des prix et des salaires a des conséquences sur le développement des sites et des quartiers. Elle entrave notamment le

développement de biens immobiliers adaptés au marché et offrant un rendement «intéressant». Cela s'explique, entre autres, par le fait que la politique et la société acceptent de moins en moins que le marché foncier libre, caractérisé par la spéculation, évince les groupes de population et les secteurs financièrement moins performants. À l'avenir, il conviendrait donc que dans le cadre du développement de sites ou de quartiers avec une perspective de durabilité, au moins 25 % des surfaces de plancher soient proposées dans le segment à prix modérés.



Illustration 2.4: Écoquartier de la Jonction à Genève. Sur le site de 26 000 m², la ville de Genève, propriétaire du terrain, a donné des exigences claires aux maîtres d'ouvrage concernant la part de logements à loyer modéré. (Source: Eik Frenzel)

2.7 Sources

- [1] Office fédéral du développement territorial (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d’habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>
- [2] Office fédéral de la statistique. Scénarios démographiques 2020–2050. Neuchâtel, 2020. <https://bit.ly/3YyacVe>
- [3] Loi sur l’aménagement du territoire, révision 2014. <https://bit.ly/3SzpQft>
- [4] Office fédéral du développement territorial. Statistique suisse des zones à bâtir 2022 Berne, 2022. <https://bit.ly/4eFclyj>
- [5] Office fédéral du développement territorial. Niveaux de qualité de desserte par les TP – Méthodologie de calcul ARE. Berne, 2022. <https://bit.ly/4cbooqp>
- [6] Ostschweizer Fachhochschule, Institut für Raumentwicklung (éd.). IRAP-Methodenanleitung. Innenentwicklungsstrategie für Gemeinden. Rapperswil, 2021. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/a_irap
- [7] Greenhouse Gas Protocol. Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories. An Accounting and Reporting Standard for Cities, Version 1.1, 2021. <https://bit.ly/ghg21>
- [8] Amt für Hochbauten der Stadt Zürich. Grundlagen zu einem Suffizienzpfad Energie – Das Beispiel Wohnen. Zurich, 2012. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/AHB_SPE
- [9] Pusch. Suffizienz-Toolbox. Page Web uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/ToSu>, consultée en septembre 2023
- [10] Association Cité de l’énergie. Ressourcenschonendes Leben in Schweizer Gemeinden – Ein Handlungsleitfaden zur Förderung von Suffizienz als Strategie für effektiven Klimaschutz, Version 1.0. Liestal, 2022. Document uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/SuGem>
- [11] Kanton Zürich, Amt für Raumentwicklung. Akzeptanz der Dichte. Zürich, 2014. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/ARE_ZH
- [12] Wicki, M., Kaufmann, D. Accepting and resisting densification: The importance of project-related factors and contextualizing role of neighbourhoods. Dans: Landscape and Urban Planning 220 104350. Elsevier, 2022. https://bit.ly/art_scid
- [13] Schneider, A. et al. IRAP-Kompass Innenentwicklung – Schlüsselfaktoren erfolgreicher Siedlungsverdichtung. Dans: VLP-ASPAN Raum & Umwelt 1/2017. Berne, 2017. Document uniquement disponible en allemand.
- [14] Zurfluh, J., Sturm, U., Schneider, A. et al. Leitfaden ko-evolutive Innenentwicklungs-Prozesse. Hochschule Luzern, Ostschweizer Fachhochschule. Lucerne et Rapperswil, 2023. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/ost_irap
- [15] Office fédéral de la statistique. Indice suisse des prix à la consommation 1982–2022. Neuchâtel, 2023. <https://bit.ly/3WPB9me>
- [16] Statistisches Amt Kanton Zürich. Page Web uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/ZH_BP, consultée en novembre 2023
- [17] Office fédéral de la statistique. Salaires nominaux 1981–2021. Neuchâtel, 2022. <https://bit.ly/3AfTXCo>
- [18] Office fédéral de la statistique. Produit intérieur brut par personne 1981–2021. Neuchâtel, 2022. <https://bit.ly/3yuxYa7>

[19] Neff, M. Analyse zur drohenden Wohnungsnot und steigenden Wohnkosten in der Schweiz. Dans: Komplex N° 16, p. 116 et suiv. Halter AG. Schlieren, 2023. Document uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/hk16>

Documents et outils de travail

- Kommunale Raumplanung in der Schweiz. Schneider, A., Gilgen, K. (éd.). 4^e édition. VDF-Verlag, Zurich, 2021. Document uniquement disponible en allemand.
- Cahier technique SIA 2050:2015 «Développement territorial durable – planification spatiale communale et régionale», compléments à la norme SIA 111. Société suisse des ingénieurs et des architectes. Zurich, 2015.
- Dokumentation SIA D 0246:2015, Nachhaltige Raumentwicklung – kommunale und regionale Planung, Ergänzungen zur Norm SIA 111. Schweizer Ingenieur-und Architektenverein. Zurich, 2015. Document uniquement disponible en allemand. Société suisse des ingénieurs et des architectes. Zurich. 2015. Document uniquement disponible en allemand.
- ANANAS – Check-lists pour un développement durable des quartiers à l'intention des villes et des communes. Hugentobler, M., Wiener, D. (éd.). VDF-Verlag, Zurich, 2016.
- Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme – «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation», Office fédéral du développement territorial (éd.). Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>
- Pusch. Suffizienz-Toolbox. Page Web uniquement disponible en allemand, <https://bit.ly/ToSu>, consultée en septembre 2023
- Ressourcenschonendes Leben in Schweizer Gemeinden – Ein Handlungsleitfaden zur Förderung von Suffizienz als Strategie für effektiven Klimaschutz, Version 1.0. Association Cité de l'énergie. Liestal, 2022. Document unique-

ment disponible en allemand.

<https://bit.ly/SuGem>

- IRAP-Kompass Innenentwicklung – Schlüsselfaktoren erfolgreicher Siedlungsverdichtung. Ostschweizer Fachhochschule, Institut für Raumentwicklung (éd.). Dans: VLP-ASPAN Raum & Umwelt 1/2017. Berne, 2017. Document uniquement disponible en allemand.
- IRAP-Methodenanleitung – Innenentwicklungsstrategie für Gemeinden, Ostschweizer Fachhochschule, Institut für Raumentwicklung (éd.). Rapperswil, 2021. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/a_irap
- Leitfaden ko-evolutive Innenentwicklungs-Prozesse. Zurfluh, J., Sturm, U., Schneider, A. et al. Lucerne et Rapperswil, 2023. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/ost_irap

Processus

Daniel Kellenberger

Les processus d'aménagement du territoire, de développement de site et de gestion de site sont étroitement liés entre eux et à la planification des bâtiments et se complètent mutuellement. L'aménagement du territoire s'intéresse à la planification stratégique et à l'organisation de tout le territoire suisse, des cantons et des communes. Il pose à la fois le cadre et des lignes directrices pour le développement de site et de quartier.

Le processus de développement d'un site ou d'un quartier se concentre quant à lui sur le développement ou la transformation dans le cadre légal de l'aménagement du territoire. Le processus de gestion d'un site commence dès qu'un site ou un groupe de bâtiments situés à l'intérieur du périmètre entre en exploitation. Ces processus sont organisés conformément aux phases de planification de la SIA [1].

3.1 Opportunités, défis, réalisation

Le développement d'un site suit un processus de planification et d'organisation. D'une manière générale, le but est de structurer et de coordonner les étapes du processus nécessaires pour l'aménagement du territoire, le développement et la gestion. Certains aspects

importants doivent être pris en compte lors de l'élaboration de ces processus.

Processus et procédures de sélection

En raison de leur situation de départ complexe et imprévisible, les densifications vers l'intérieur requièrent une démarche adaptée. Il faut notamment:

- un «leadership»,
- des processus coopératifs,
- une démarche professionnelle,
- informer le public

La densification vers l'intérieur est souvent mal acceptée et nécessite des mesures ciblées (voir chapitre 2.4) pour améliorer l'acceptation. De nouvelles procédures de sélection, très éloignées des processus de développement traditionnellement mis en avant par les spécialistes, contribuent également à cet objectif (voir chapitre 3.3 Participation).

Cycle de vie

Le cycle de vie englobe tout le processus de développement d'un site, qui va de la planification stratégique à l'achèvement et à l'exploitation. Ce cycle peut comprendre plusieurs phases, dont la planification, le projet, l'autorisation, la construction, l'exploitation et la déconstruction, ou encore le réaménagement, la rénovation et d'éventuelles extensions. Sur le plan financier, les coûts du cycle de vie d'un site couvrent l'ensemble des dépenses engagées pour la

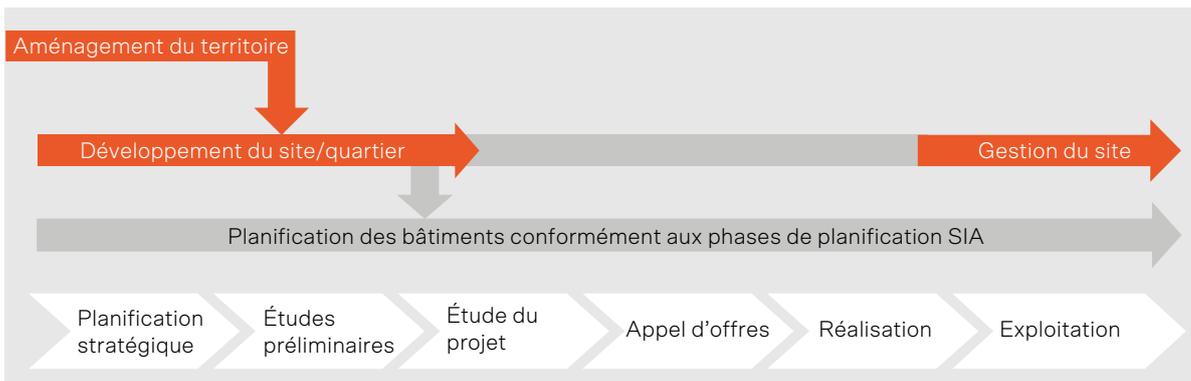


Illustration 3.1: Relation entre les processus d'aménagement du territoire, de développement de site/quartier et de gestion de site tout au long des phases de planification SIA [1].

construction, l'exploitation et l'élimination de l'immobilier, des infrastructures et des espaces extérieurs d'un site (voir chapitre 6.3 Déterminer les coûts du cycle de vie).

Sur le plan des ressources, le cycle de vie commence avec l'extraction des matières premières (y compris les sources d'énergie) et se termine avec l'élimination, après la déconstruction. Toutes les émissions générées au cours du cycle de vie sont également prises en compte (voir chapitre 7 Construction et chapitre 8 Exploitation). Le concept d'affectation et le concept de développement immobilier font partie des principales bases permettant de déterminer le cycle de vie (voir chapitre 3.4 Instruments de planification, Concepts). Les cycles d'affectation et les cycles des bâtiments présentent des liens d'interdépendance complexes. Pour planifier et développer un site, il est important de déterminer et analyser ces cycles à un stade précoce.

Durée du processus

La durée du processus de développement d'un site ou d'un quartier, qui peut aller de 5 à 15 ans, est souvent critiquée, car considérée comme trop longue. Ce n'est toutefois pas toujours à cause de la phase de conception en elle-même. Les retards importants sont plutôt dus à l'absence de consensus fondamental sur le développement de la zone entre les propriétaires fonciers, l'administration, les politiques et les personnes directement concernées. Si les politiques exigent par exemple des clarifications supplémentaires, de nouvelles phases de planification et davantage de communication, le processus dure rapidement plusieurs mois de plus. Si les personnes directement concernées exploitent toutes les voies de recours pour s'opposer au projet, il peut vite être retardé de plusieurs années.

Assurance qualité

La mise en œuvre d'une assurance qualité (AQ), couvrant toutes les phases de

la planification, de la réalisation et de la gestion, est déterminante pour la réussite du projet. Il est judicieux d'en confier la responsabilité à un spécialiste confirmé non impliqué dans le processus en tant qu'investisseur ou planificateur et directement subordonné au maître d'ouvrage. Dans l'idéal, l'AQ doit être prise en charge par la même personne tout au long du projet, de l'idée initiale jusqu'à l'exploitation. L'organisme d'AQ doit être compétent dans tous les domaines couverts. La tâche va bien au-delà du contrôle proprement dit. Le conseil et la motivation des personnes concernées sont tout aussi importants.

3.2 Acteurs et groupes d'intérêt

La coopération entre toutes les entités concernées, qu'il s'agisse des personnes impliquées dans la planification ou de personnes externes, doit être organisée. Les acteurs et groupes d'intérêt impliqués dans le processus de développement et de gestion d'un site sont présentés ci-après.

Propriétaire, maître d'ouvrage, instance responsable du site

Le propriétaire ou le maître d'ouvrage détermine les objectifs de durabilité. Pour simplifier le processus, les maîtres d'ouvrage peuvent se regrouper pour constituer l'instance responsable du site, par exemple sous la forme d'une société simple ou d'une association dotée d'un pouvoir de décision. Cela est particulièrement recommandé si l'on souhaite obtenir un label ou un standard destiné aux sites.

Pouvoirs publics

Les pouvoirs publics jouent le rôle le plus important à côté du maître d'ouvrage ou de l'instance responsable du site. En tant qu'autorités de planification, ils ont intérêt à veiller à la bonne intégration du site dans le voisinage et la commune. Le site doit générer peu de

trafic et avoir une communauté active. En tant qu'autorité en charge des autorisations, c'est elle qui octroie les permis, les agréments et les autorisations.

Investisseurs

Les investisseurs sont principalement intéressés par la rentabilité de leurs investissements, mais il est aussi dans leur intérêt que le site soit prospère et durable à long terme. Cela garantit la valeur de leur investissement. Les notations relatives à la durabilité facilitent l'accès aux financements et peuvent améliorer les conditions (voir chapitre 6.1).

Planificateurs

Les architectes, les planificateurs et les consultants aident les maîtres d'ouvrage à définir les objectifs de durabilité et à en garantir la meilleure mise en œuvre possible.

Exploitants

Une exploitation ne peut être durable que si les exigences correspondantes sont prises en compte dès la planification. Il peut s'agir, par exemple, de l'installation de compteurs pour mesurer l'énergie et de la réalisation d'un nombre suffisant de places de stationnement pour les vélos.

Usagers

Les usagers (actuels et futurs) ont leurs propres intérêts en matière de durabilité. Il peut par exemple s'agir d'une com-

munauté qui fonctionne bien (voir chapitre 5). Leur implication dans le processus de planification peut être gage d'une plus grande satisfaction lors de l'exploitation. À ce sujet, voir l'exemple pratique 12.2.

À côté de ces acteurs, le voisinage (population résidente, acteurs économiques, propriétaires immobiliers, etc.) et la société civile (institutions, organisations, associations, médias, etc.) jouent également un rôle important dans le développement des sites et des quartiers.

3.3 Aménagement du territoire

Le cahier technique SIA 2050 «Développement territorial durable – planification spatiale communale et régionale» [2] et sa documentation SIA D 0246 [3] décrivent ce qu'implique l'intégration de la durabilité dans la planification. Cela consiste notamment en l'application des principes suivants:

1. Les activités ayant un impact sur l'espace doivent être coordonnées entre elles dans le respect du développement durable.
2. Les différents intérêts doivent être mis en balance de manière globale et, si possible, pris en compte.
3. Les conséquences possibles doivent être évaluées et prises en compte dans la mise en œuvre.

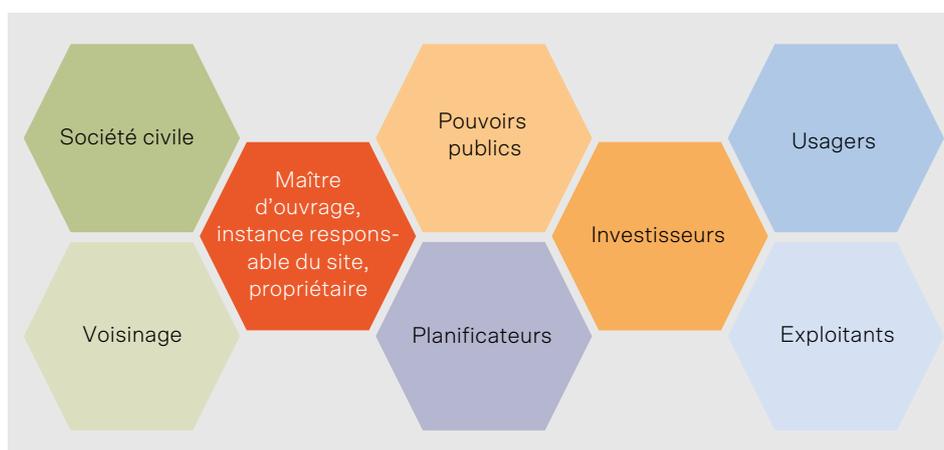


Illustration 3.2: Acteurs impliqués dans un processus de développement et de gestion de site.

4. Une participation cohérente avec les tâches de planification doit être garantie.

Processus

L'illustration 3.3 donne un aperçu des différents instruments d'aménagement du territoire, de leurs domaines d'application et de leurs interactions. Dès que les conditions cadres supérieures (règles du jeu de la planification), telles que les lois, le plan directeur, le plan d'affectation et le plan d'affectation spécial sont clarifiées, le développement du site et des différents terrains à bâtir peut être abordé.

Instruments de planification

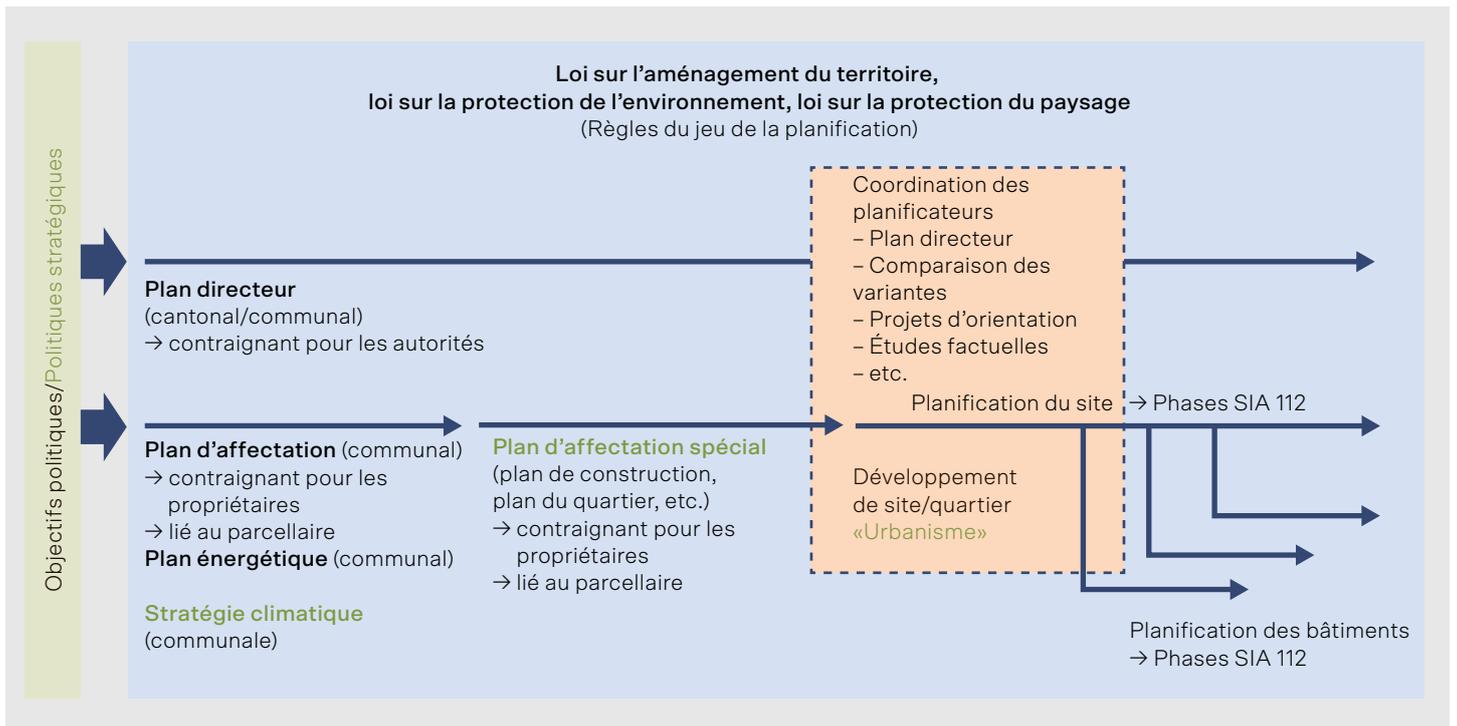
Voici les instruments fréquemment utilisés dans le cadre de l'aménagement du territoire:

Le plan directeur est le principal instrument d'aménagement du territoire à l'échelle régionale. Il est élaboré par le canton, qui se base sur les stratégies politiques et prend en compte les lois applicables. Il détermine le développement territorial au niveau régional ou intercantonal.

Le plan d'affectation est établi par les communes, qui s'appuient pour cela sur le plan directeur. Il régit les affectations concrètes du sol à l'échelle communale. Il détermine par exemple l'emplacement des futures zones d'habitation et d'activité, des espaces verts et des infrastructures de transport.

Le plan d'affectation spécial complète le plan d'affectation. Dans le cadre du développement d'un site ou d'un quartier, il est associé aux plans d'aménagement, aux prescriptions spéciales de construction et aux plans de construction. Il contient des directives pouvant aller plus loin que le plan d'affectation ne l'exige, par exemple en matière de durabilité. La commune peut définir ce type de directives dans le cadre d'un processus de négociation et, en contrepartie, accorder une surface d'affectation supérieure aux propriétaires fonciers. Le guide «Nachhaltigkeitsanforderungen bei Sondernutzungsplänen» («La durabilité dans les plans d'affectation spéciaux», document uniquement disponible en allemand) [4] du Réseau Construction durable Suisse NNBS et le guide «Umsetzungshilfe für die Raumplanung» («Guide de mise en œuvre

Illustration 3.3: Liens entre les instruments d'aménagement du territoire dans le cadre du développement d'un site ou d'un quartier.



pour l'aménagement du territoire», document uniquement disponible en allemand) [5] de Minergie expliquent comment fixer de telles conditions.

Les exigences peuvent être formulées sous forme de règles générales, exigeant par exemple un label ou un standard destiné aux sites. Il est également possible de rédiger des règles détaillées, contenant par exemple des prescriptions relatives aux labels des bâtiments, aux espaces extérieurs ou au stationnement.

Les références précises, par exemple à une version particulière d'un label de site, apportent une sécurité de planification à l'instance responsable du site. Des références flexibles, par exemple à la version en vigueur d'un standard destiné aux sites, garantissent que les exigences correspondent à l'état le plus récent de la technique au moment de la demande de permis de construire. Une disposition légale peut aussi être conclue uniquement entre les propriétaires fonciers. L'expérience montre que le moyen le plus efficace de régler cette question est de créer une parcelle de copropriété. Ladite parcelle peut faire l'objet d'un règlement d'utilisation et administratif.

Chaque planification locale devrait comporter une **planification énergétique territoriale** axée sur les sources d'énergie renouvelables, qui permettra de prendre en compte les potentiels existants, planifier leur valorisation et maîtriser leur exploitation économique [6]. Cela conduira à élaborer une **planification énergétique communale** indiquant l'emplacement des sources de chaleur renouvelables locales et des rejets thermiques qui devant être utilisés dans les réseaux thermiques.

Cette planification énergétique est contraignante a minima pour les autorités et, dans l'idéal, pour les propriétaires. Il doit également être pris en compte dans les offres de conseil et les systèmes d'incitation financière [7]. De nombreuses villes et communes complètent leur planification énergé-

tique avec une **stratégie climatique** définissant la marche à suivre en matière de réduction des gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique [8].

Participation

Lorsque le développement d'un site est caractérisé par une situation initiale complexe et la présence de nombreuses parties prenantes, les planifications traditionnelles incluant une procédure de participation fixée par la loi atteignent de plus en plus leurs limites. Ce type de projets est par conséquent régulièrement rejeté lors des votations communales.

Pour permettre le développement des sites et gagner la faveur de la population, le développement des projets exige de plus en plus de nouveaux processus de planification plus largement soutenus. Le degré de participation va du minimum requis par la loi, où le public n'est consulté qu'une fois la planification largement achevée, à la participation précoce et à grande échelle de toutes les parties prenantes pertinentes dès le début de la planification. Les types de participation décrits ci-après ne se distinguent pas nettement les uns des autres et peuvent être mis en œuvre simultanément dans le cadre du développement d'un site ou d'un quartier:

La **planification coopérative** est, dans le contexte suisse, presque exclusivement comprise comme une collaboration entre l'autorité de planification et les propriétaires fonciers concernés, en référence à la pratique de la ville de Zurich depuis la fin des années 1990.

La **planification co-évolutive** implique, d'après le guide «Leitfaden ko-evolutive Innenentwicklungsprozesse» («Guide sur les processus co-évolutifs de densification vers l'intérieur», uniquement disponible en allemand) [9] le développement commun de solutions en impliquant toutes les parties prenantes possibles. Elle alterne entre les apports ou les propositions de discussion des spé-

cialistes et le feedback des autres parties prenantes, recueilli au cours d'ateliers d'échange encadrés rassemblant les spécialistes de la planification et les autres parties prenantes. Ils commentent par identifier la problématique, puis cherchent les solutions possibles avant d'élaborer la stratégie de mise en œuvre. Dans le cas d'une densification vers l'intérieur, la planification co-évolutive consiste généralement à formuler une vision du développement qui peut être comprise et soutenue par un large groupe de non-spécialistes. La mise en œuvre détaillée de cette vision est souvent confiée aux spécialistes, les non-initiés à la planification ayant plutôt un rôle de soutien.

La **planification co-créative** implique un cercle plus large de parties prenantes et les invite à participer activement. Le processus comprend plusieurs étapes au cours desquelles même les non-spécialistes peuvent développer des solutions réalisables pour répondre à un problème. Lorsque les tâches de planification sont très complexes, comme dans le cas d'une densification vers l'intérieur, cette approche peut rapidement induire une surcharge de travail et de la déception.

Un exemple illustrant la mise en œuvre d'éléments de planification aussi bien coopérative que co-évolutive est présenté au chapitre 3.7.

3.4 Développement de site et de quartier

Processus

Conformément à la norme SIA 112 Modèle «Étude et conduite de projet» [1], le processus de planification des bâtiments peut être segmenté en phases et en phases partielles. La norme de compréhension SIA 112/1 correspondante, intitulée «Construction durable – Bâtiment» [10], sert à intégrer les critères de durabilité de manière globale en fonction des phases et de manière systématique dans le processus de déve-

loppement et de décision des projets. Le modèle «Étude et conduite de projet» et la norme de compréhension sont aussi utiles pour structurer le processus à l'échelle du site ou du quartier. Le processus décrit dans le Tableau 3.1 s'inspire largement du processus décrit dans SNBS-Quartier [11].

Lorsque le site est détenu par un seul propriétaire, le processus de développement est beaucoup plus simple que lorsqu'il est détenu par plusieurs propriétaires très divers. Dans ce dernier cas, il est important de bien cerner les exigences des différents propriétaires fonciers et de les coordonner. C'est le seul moyen de parvenir à établir une convention d'objectifs complète et largement soutenue, pouvant ensuite être transformée en étude de faisabilité. Le projet qui en découlera pourra alors être soutenu par tous les propriétaires fonciers.

Dans le cadre de la transformation d'un site ou d'un quartier existant (voir chapitres 12.5 à 12.8), la situation et les intérêts des décideurs n'ont rien à voir avec ceux des sites de constructions neuves (voir chapitres 12.1 à 12.4).

Contrairement à la planification de nouvelles zones de construction, les autorités n'ont pas la possibilité, compte tenu des bases juridiques actuelles, de fixer des exigences plus élevées en matière de durabilité pour les bâtiments existants ou de prescrire des rénovations énergétiques des bâtiments. Il est important que les propriétaires fonciers conviennent d'une stratégie de transformation qui servira de base pour le développement à long terme. Exemples de mesures importantes: maintien ou rénovation du bâti, nouvelles constructions de remplacement ou remplacement du chauffage. Le rapport [12] décrit les expériences acquises par les sites 2000 watts en transformation.

Instruments de planification

Voici les instruments couramment utilisés dans le cadre du développement de sites.

Lignes directrices: décrivent les objectifs, les principes de base et l'identité sur lesquelles toutes les parties prenantes à un projet de développement doivent s'appuyer.

Convention d'objectifs: le mandant et le planificateur y résument ensemble tous les besoins, les objectifs et les conditions cadres pertinents pour le développement d'un site. Chaque objectif est concrétisé à l'aide de mesures quantitatives ou qualitatives et de valeurs cibles. La convention d'objectifs sert à

orienter un projet de manière précoce et contraignante vers la durabilité. Elle peut par exemple être structurée selon la norme de compréhension SIA 112/1 [10] et rédigée dès la planification stratégique. Lorsqu'elle est bien structurée dès le départ, la convention d'objectifs peut être affinée, détaillée et, le cas échéant, adaptée au cours du processus de planification et de construction. Elle fait office d'instrument d'assurance qualité pour les objectifs initiaux, et ce, durant toutes les phases ultérieures du projet.

Concept d'affectation: les objectifs de durabilité convenus, les analyses des besoins et les exigences relatives à la

Tableau 3.1: La norme SIA 112 Modèle «Étude et conduite de projet» [1] distingue six phases (phases partielles entre parenthèses) et leurs objectifs respectifs. Ce système est utilisé pour les développements de sites et de quartiers. Les phases grisées font généralement référence aux bâtiments du site ou du quartier.

Site/ Quartier	Phase SIA	Désignation de la phase (phase partielle)	Contenu et objectifs
Développement	1	Planification stratégique (formulation des besoins, stratégies de réponse)	<ul style="list-style-type: none"> – Prendre des décisions stratégiques – Déterminer les instruments de planification à utiliser (voir ci-dessous) – S'accorder sur les principaux objectifs et fixer les priorités (par exemple en matière de durabilité et de culture du bâti), les consigner dans les lignes directrices et la convention d'objectifs – Définir les exigences en matière d'affectation et les consigner dans le concept d'affectation
	2	Études préliminaires (étude de faisabilité, procédure de sélection)	<p>Pour les projets de construction plus complexes, mettre en œuvre:</p> <ul style="list-style-type: none"> – les études de faisabilité – les mandats d'études parallèles (p. ex. selon SIA 143) – la planification test (forme spécifique du mandat d'études) – les concours (p. ex. selon SIA 142) – les analyses des sites – les concepts (concept énergétique ou autre) <p>Transcrire les intentions des mandants et la convention d'objectifs dans un cahier des charges (pour l'ensemble du site et chaque bâtiment).</p>
Étude du projet et exécution	3	Étude du projet (avant-projet, projet de l'ouvrage, demandes d'autorisation)	<ul style="list-style-type: none"> – La convention d'objectifs et le cahier des charges indiquent leurs tâches aux planificateurs – Le projet est optimisé en termes de conception et de rentabilité, puis est autorisé – Les échéances sont définies
	4	Appel d'offres (appel d'offres, comparaison des offres, proposition d'adjudication)	<ul style="list-style-type: none"> – De nouveaux acteurs entrent en jeu – Les objectifs de durabilité doivent maintenant être garantis pour la réalisation et la mise en service – Les contrats d'achat et de service sont conclus
	5	Réalisation (projet d'exécution, réalisation, mise en service, achèvement)	<ul style="list-style-type: none"> – Le projet entre en phase de réalisation, la construction se déroule conformément au cahier des charges et au contrat – Le projet est remis aux propriétaires et entre en exploitation – Les bâtiments ont été réceptionnés, les défauts ont été levés
Exploitation	6	Exploitation (exploitation, maintenance)	<ul style="list-style-type: none"> – Fixer l'organisation et les procédures dans le concept de gestion – Réaliser des essais de fonctionnement dans le cadre de la mise en service – Réaliser des monitorings périodiques de l'énergie, de la mobilité et divers autres aspects, puis les documenter dans le rapport de monitoring et d'évaluation – Optimiser l'exploitation

future affectation du site y sont consignées. Les exigences en matière d'affectation sont décrites qualitativement et, dans la mesure du possible, étayées par des objectifs quantitatifs.

Cahier des charges: il rassemble tous les contenus élaborés à la fin des «Études préliminaires» (phase 2) et constitue une base pour les phases suivantes que sont l'«Étude du projet» (phase 3) et la «Réalisation» (phase 5). Le cahier des charges constitue une base contraignante pour le mandant et l'équipe de planification. Les écarts doivent être dûment justifiés et approuvés par les parties prenantes. Il rassemble généralement les contenus suivants:

- Détermination des objectifs (en lien avec la convention d'objectifs)
- Exigences techniques
- Calendrier
- Coûts et budget
- Conditions contractuelles
- Standards de qualité (également en lien avec la durabilité)

Concepts: ils se réfèrent aux idées stratégiques, aux plans ou aux cadres servant de base à la conception et au développement d'un site. Pendant le processus de développement, ils servent de guides et de repères pour prendre des décisions et des mesures de planification. Il existe différents types de concepts, dont en voici quelques exemples:

- Concept d'affectation, concept de gestion (voir chapitre 6)
- Concept de développement immobilier (voir chapitre 7.3, Concept de développement immobilier)
- Concept énergétique (voir chapitre 8)
- Concept de mobilité (voir chapitre 9)
- Concept paysager (voir chapitre 10)

Tous ces concepts peuvent aussi être réunis dans un concept global de durabilité.

3.5 Gestion de site

La durabilité d'un site peut toujours être améliorée, peu importe qu'il existe déjà, qu'il s'agisse de transformations ou de nouvelles constructions, qu'il soit déjà exploité ou qu'il entre tout juste en exploitation. L'exploitant, le Facility Manager, l'administration et les usagers jouent ici un rôle central aux côtés du propriétaire. Au final, les sites ne sont durables que si le maintien de la valeur des bâtiments et des infrastructures est assuré. Ce n'est qu'à cette condition qu'ils seront viables et utilisables à long terme.

Dans le cadre du label Minergie-Quartier, l'office de certification procède à un contrôle unique de l'exploitation deux à quatre ans après la certification définitive. Dans le cadre de SNBS-Quartier, une recertification unique a lieu cinq ans après la certification définitive. Elle vise à déterminer si les exigences en matière d'utilisation et d'exploitation sont respectées. Faisant partie intégrante de la gestion de la qualité, le monitoring peut également être effectué périodiquement, par exemple tous les quatre ans.

Processus

Les processus de Facility Management pour les sites concernent par exemple, au niveau stratégique, la stratégie de durabilité et, au niveau tactique, la planification de l'exploitation et la gestion des services. Sur le plan opérationnel, il s'agit de l'optimisation de l'exploitation et du contrôle énergétique.

Adjudication des contrats: si le propriétaire adjuge des contrats à des tiers tels qu'une administration ou un exploitant, il est important que les exigences relatives à la durabilité issues des lignes directrices et du guide de gestion soient intégrées dans les contrats ou les cahiers des charges. Ils peuvent ainsi être transmis aux adjudicataires de manière contraignante et avec des critères vérifiables.

Les «green leases» sont un autre moyen de concilier les exigences accrues et les

besoins des utilisateurs en matière de durabilité. Ces «baux verts» contiennent des directives explicites sur les exigences de durabilité, comme des réglementations sur l'énergie, le nettoyage, les déchets ou des incitations à la mobilité. Ils encouragent une utilisation aussi durable que possible de la part des locataires et une exploitation ou une gestion durable de la part du bailleur. Vous trouverez plus d'informations sur leur contenu et leur forme dans la brochure [13] (uniquement disponible en allemand).

Communication avec les usagers et les locataires: ces deux groupes sont d'importantes parties prenantes. Ils contribuent à rendre un site durable. Leur comportement ayant une forte influence sur les coûts durant la phase d'exploitation, il est très important de les impliquer dans la mise en œuvre des mesures et des innovations sur le site. Différents moyens de communication sont possibles: newsletters régulières, enquêtes de satisfaction périodiques ou mise en place d'un point de contact pour les plaintes.

Monitoring et évaluation: ils permettent de s'assurer que les valeurs fixées dans la convention d'objectifs sont atteintes et que les éventuels problèmes sont rapidement identifiés et résolus. Démarches à effectuer périodiquement et dans une mesure raisonnable:

- Monitoring de l'énergie d'exploitation, par exemple selon Minergie [14]
- Monitoring de la mobilité avec collecte des données de mobilité, par exemple selon le Standard de monitoring pour les bâtiments et les sites [15] et la checkliste Site 2000 watts de SuisseEnergie [16]
- Relevé de l'occupation, par exemple selon les fiches-critères SNBS-Quartier ou le Standard de monitoring de SuisseEnergie [15]
- Évaluation avec collecte de données auprès de l'instance responsable, de l'instance de gestion et des exploitants. Collecte de données lors de vi-

sites et enquêtes auprès des utilisateurs [16]

Instruments

Voici les instruments couramment utilisés dans le cadre de la gestion des sites.

Lignes directrices: elles fournissent des principes de durabilité concrets pour la gestion. Dans l'idéal, elles sont reprises des phases précédentes, mais doivent impérativement être actualisées.

Concept de gestion: il doit être élaboré pour chaque phase à partir du concept d'affectation et d'exploitation et englober l'ensemble du périmètre du site. À l'échelle du site, ce dernier comprend l'organisation et les processus relatifs

- aux espaces publics et à la desserte, y compris les infrastructures,
- aux surfaces et parties de bâtiments à usage collectif, y compris les infrastructures,
- aux bâtiments individuels.

Le concept de gestion contient généralement des descriptions détaillées

- de la gestion, la maintenance, la réparation et la modernisation (y compris des processus d'exploitation),
- de l'utilisation des ressources,
- de la sécurité et de la conformité,
- du budget et du plan financier,
- de la documentation,
- de la communication et de la gestion des parties prenantes,
- du respect des standards de durabilité,
- de la gestion des locataires et des vacances.

Rapports de monitoring et d'évaluation

Rapports de monitoring et d'évaluation: ils documentent les écarts importants par rapport aux valeurs de planification et au comportement escompté des usagers. Le recueil de données et d'informations permet à l'instance responsable du site de prendre les mesures d'optimisation appropriées. Les usagers doivent être informés périodiquement des résultats, par exemple en

même temps que l'envoi du décompte des charges. Ils doivent aussi être encouragés à contribuer à l'amélioration continue de la performance du site.

3.6 Revalorisation d'un quartier

La revalorisation d'un quartier existant peut être considérée comme la version «light» du développement d'un quartier durable. La démarche est axée sur les mesures, l'accent étant mis sur des mesures relatives aux aspects sociaux ou écologiques et ne nécessitant pas ou peu d'investissement (voir chapitre 2.1, Quartier). Le processus de revalorisation des quartiers peut s'appuyer sur les connaissances et l'expérience acquises de 2008 à 2015 dans le cadre du programme «Projets urbains», sous la direction de l'Office fédéral du développement territorial [17]:

«Un nombre croissant de communes voit dans le développement de quartier la possibilité de faire progresser la qualité*

de vie de la population résidante, tout en augmentant l'attrait et en améliorant l'image de la localité. L'approche «intégrale» a fait ses preuves. Elle implique une action coordonnée de divers services administratifs (urbanisme, affaires sociales, intégration, sécurité publique, écoles et formation, etc.), ainsi que la participation active des groupes d'habitants concernés, le pilote étant généralement la ville/commune».

*Remarque de l'auteur: dans cet ouvrage, on utilise le terme «revalorisation d'un quartier».

Processus

Le «Manuel de développement de quartier» [18] propose un processus participatif en cinq étapes pour le déroulement d'une revalorisation de quartier. Un projet de revalorisation d'un quartier dure généralement quatre ans ou plus, selon les mesures choisies pour la mise en œuvre. Le Tableau 3.2 présente les étapes principales.

Tableau 3.2: Revalorisation du quartier en tant que démarche participative en cinq étapes: buts de la participation, instruments de participation et temps nécessaire estimé [18].

Étapes du projet	1. Préparer et ancrer	2. Analyser et mobiliser	3. Élaborer des buts et des idées de mise en œuvre	4. Adopter et mettre en œuvre des mesures	5. Dresser le bilan et clore le projet
Instruments de participation	Constituer un groupe d'accompagnement	← Intégrer régulièrement le groupe d'accompagnement →			
		<ul style="list-style-type: none"> – Manifestation publique de lancement – Év. promenades, interviews, enquêtes par les enfants 	<ul style="list-style-type: none"> – Manifestation publique concernant les buts – Élaboration des idées en groupes de travail – Manifestation publique de présentation des idées 	<ul style="list-style-type: none"> – Socio-culture (chapitre 5) – Développement immobilier (chapitre 7) – Approvisionnement énergétique (chapitre 8) – Mobilité (chapitre 9) – Espaces extérieurs (chapitre 10) 	<ul style="list-style-type: none"> – Evaluer et dresser le bilan avec les participants – Manifestation publique de clôture – Poursuivre et pérenniser avec les participants
Buts de la participation	Préparation de la participation: ancrer dans le quartier	Analyse du quartier participative: susciter l'intérêt, multiplier les points de vue sur le quartier	Élaboration d'idées participative: faire émerger une vision partagée du quartier et mise en réseau	Mise en œuvre participative de mesures: permettre la participation et l'identification	Clôture de projet participative: partager l'histoire et la responsabilité du projet
Temps nécessaire	6 à 8 mois	6 à 8 mois	6 à 8 mois, puis en continu	En fonction de la mesure	6 à 8 mois

Instruments

Les instruments de revalorisation d'un quartier sont présentés dans le «Manuel de développement de quartier» [18]. La partie D contient des exemples pratiques classés par champ d'action, ainsi que les instruments utilisés. Dans les chapitres 5 et 7 à 10, des encadrés renvoient aux mesures généralement mises en œuvre lors de la revalorisation d'un quartier.

3.7 Exemple: aménagement du territoire sur le site de Wolf, Bâle

En 2013, l'étude «Gesamtperspektive – die Bahnzukunft im Raum Basel» a donné lieu à une évaluation du potentiel de développement de la gare de frêt «Wolf», située à proximité du centre-ville ([19] [20] [21]). Les CFF, en tant que propriétaires fonciers, ont élaboré un processus de planification coopératif avec le canton de Bâle-Ville, en y incluant les phases suivantes:

- Planification urbanistique de base (2014–2018),
- Bases légales de planification (2019–2022) et
- Réalisation (à partir de 2023).

Ces grands délais de planification sont dus à la grande complexité du site.

Dans la première phase, un processus de planification itératif leur a permis d'élaborer conjointement une approche adaptée aux exigences extrêmement variées, en impliquant suffisamment tôt tous les départements cantonaux et les divisions des CFF concernés. Les intérêts publics et les intérêts des CFF ont pu être pris en compte. Il a notamment fallu déterminer:

- l'adéquation du site avec une affectation de logement,
- quelles utilisations logistiques déjà existantes pouvaient être transférées,
- les réponses possibles au bruit généré par le transbordement des marchandises, la route et les voies ferrées, aux incidents (ligne de transport de marchandises dangereuses) et à une éventuelle future connexion au S-Bahn,
- la manière de gérer le bâti existant.

Les conclusions ont été consolidées dans le cadre d'un processus participatif sous forme de plusieurs ateliers, préalablement discuté avec les acteurs concernés. Des associations de quartier et des représentants des secteurs de l'économie, de l'environnement et de la planification de site y ont participé. Les résultats ont été intégrés dans le pro-

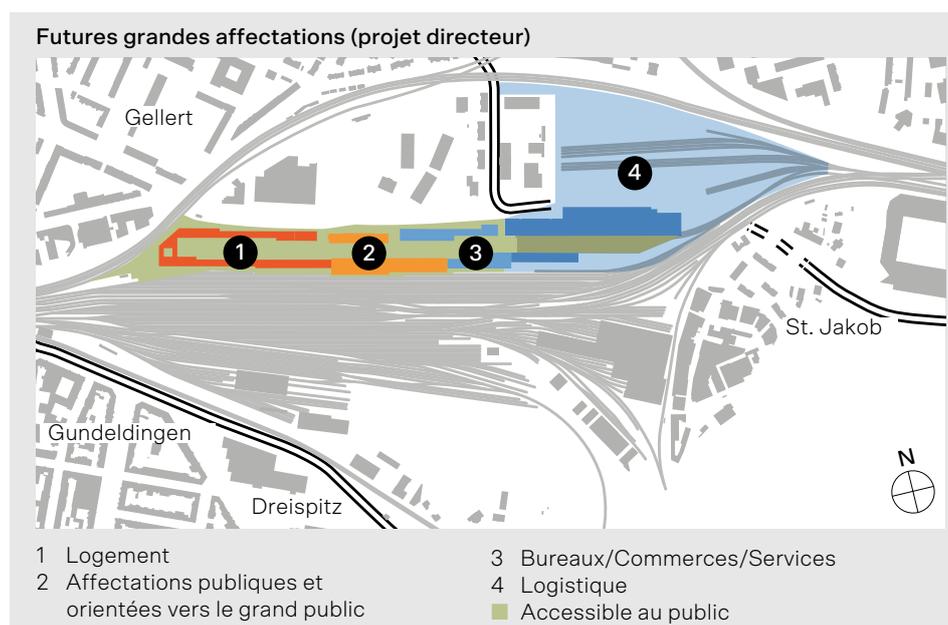


Illustration 3.4: Scénario de développement du site Wolf, Bâle (Source: CFF Immobilier, dans [17])

gramme d'un mandat d'études parallèles d'urbanisme. Après une série de consultations par écrit, un «projet directeur» a été rédigé et a servi de base dans la deuxième phase de planification. Cette phase s'est traduite par un plan d'aménagement, qui a été adopté à l'unanimité par le parlement cantonal en 2023. Ce plébiscite inhabituel est notamment dû aux éléments co-évolutifs du processus de planification. L'objectif du plan d'aménagement est une zone mixte et animée. La qualité de conception a fait l'objet d'un concours d'architecture. Autres exemples de demandes: un quartier avec peu de voitures ou un approvisionnement énergétique sans énergies fossiles. Certaines halles de marchandises abritent déjà des Smart-City-Labs.

3.8 Sources

- [1] Société suisse des ingénieurs et des architectes Norme SIA 112:2014, Modèle «Étude et conduite de projet», Norme de compréhension. Zurich, 2014.
- [2] Société suisse des ingénieurs et des architectes Cahier technique SIA 2050: 2015, Développement territorial durable – planifications spatiales communale et régionale – Complément à la norme SIA 111. Zurich, 2015.
- [3] Société suisse des ingénieurs et des architectes Dokumentation SIA D 0246:2015, Nachhaltige Raumentwicklung – kommunale und regionale Planung, Ergänzungen zur Norm SIA 111. Schweizer Ingenieur- und Architektenverein. Zurich, 2015. Document uniquement disponible en allemand.
- [4] Réseau Construction durable Suisse NNBS (éd.) Nachhaltigkeitsanforderungen bei Sondernutzungsplänen, Leitfaden zur Anwendung SNBS 2.1 Hochbau. Saint-Gall, 2021. Document uniquement disponible en allemand.
- [5] Minergie Suisse. Minergie-Areal – Umsetzung in Raumplanung und Eigentum, Umsetzungshilfe für die Raumplanung, Version 2023.1. Bâle, 2023. Document uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/UMR>
- [6] SuisseEnergie pour les communes (éd.). Räumliche Energieplanung – Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärme- und Kälteversorgung, Revision, 2019. Berne, 2019. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/WZ_EP
- [7] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kanton Zürich. Energie in Gemeinden. Zurich, 2022. Document uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/AWEL>

- [8] Office fédéral de l'environnement. Le guide de la stratégie climatique pour les communes – Méthode en huit étapes. Berne, 2022. <https://bit.ly/3WU2mUY>
- [9] Zurfluh J., Sturm U., Schneider A. et al. Leitfaden ko-evolutive Innenentwicklungs-Prozesse, Hochschule Luzern, Luzern; Ostschweizer Fachhochschule. Rapperswil, 2023. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/ost_irap
- [10] Société suisse des ingénieurs et des architectes Norme SIA 112/1:2017, Construction durable – Bâtiment, norme de compréhension de la SIA 112. Zurich, 2017.
- [11] Réseau Construction durable Suisse. Fiches-critères SNBS-Quartier, Version 2023.1. Zurich, 2023. <https://bit.ly/3A1Hxhs>
- [12] SuisseEnergie pour les communes (éd.). 2000-Watt-Areal in Transformation. Schlussbericht Pilotphase 2016–2019, Bern, 2019. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/BFE_SBT
- [13] Zentraler Immobilien Ausschuss e. V. Green Lease – Der grüne Mietvertrag für Deutschland, 2. Auflage, Berlin, 2018. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/ZIA_GL
- [14] Minergie Suisse (éd.). Monitoring – Mesurer, visualiser, évaluer, optimiser Bâle, 2019. <https://bit.ly/4fAfkyk>
- [15] SuisseEnergie (éd.). Standard de monitoring pour les bâtiments et les sites, Version 2017. Berne, 2017. <https://bit.ly/4dyDWpj>
- [16] SuisseEnergie (éd.). Prozess Monitoring und Evaluation mit Checklisten für 2000-Watt-Areale im Betrieb. Berne, 2021. Document uniquement disponible en allemand.
- [17] Office fédéral du développement territorial (éd.). Développement de quartier, une chance pour les villes et les communes. Quatre arguments tirés du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3WUrf2E>
- [18] Office fédéral du développement territorial (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>
- [19] <https://wolf-basel.ch>. Site web uniquement en allemand. Consulté en octobre 2023.
- [20] Cieslik T. (2018). Site de la gare de marchandises de Wolf à Bâle: Apprivoisé, urbanisé, connecté, Espazium (éd.), consulté en novembre 2023. <https://bit.ly/4dbfDhD>
- [21] Aeberhard B. (2019), Architektur-Basel (éd.) «Mich interessiert der Ort, seine Geschichte und Besonderheiten». Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/ba_wolf

Documents et outils de travail

– Schneider A., Gilgen K. (éd.). Kommunale Raumplanung in der Schweiz, 4^e édition. VDF-Verlag. Zurich, 2021. Document uniquement disponible en allemand.

– Société suisse des ingénieurs et des architectes. Norme SIA 112:2014, Modèle «Étude et conduite de projet», Norme de compréhension. Zurich, 2014.

– Société suisse des ingénieurs et des architectes. Norme SIA 112/1:2017, Construction durable – Bâtiment, norme de compréhension de la SIA 112. Zurich, 2017.

– Office fédéral du développement territorial (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>

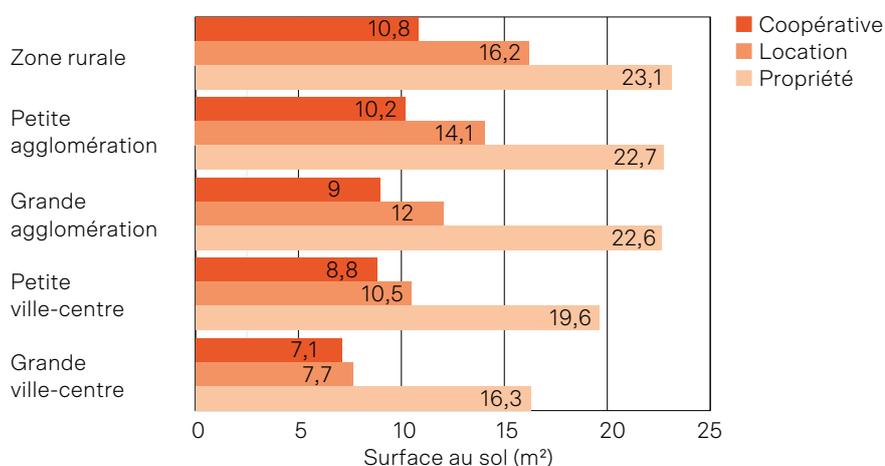
Utilisation de l'espace et urbanisme

Andreas Binkert **8 %** de la surface de la Suisse est urbanisée.
50 % de la population suisse vit en ville. Si l'on prend en compte les agglomérations, cette part monte à **75 %**.

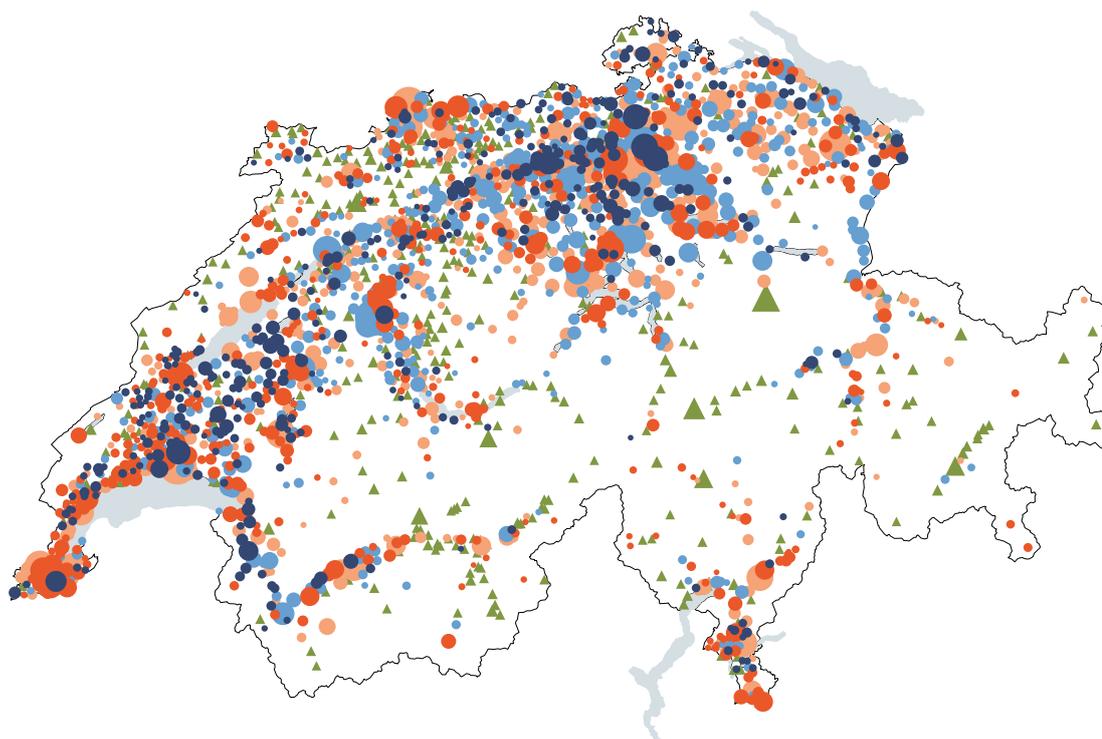
65 % des actifs travaillent en ville.

53 % de tous les lieux de travail suisses se trouvent dans une zone urbaine.

Consommation de surface au sol par personne



Évolution de la population et des emplois dans les communes, de 2011 à 2019



La taille des cercles indique la croissance cumulée de la population et des emplois
 Maximum: + 98 962 (Zurich)
 ● Le taux de croissance de la population est plus élevé (bleu foncé: l'écart dépasse 10 points de pourcentage)
 ● Le taux de croissance des emplois est plus élevé (orange foncé: l'écart dépasse 10 points de pourcentage)
 ▲ Communes où la somme de la population et des emplois a reculé. La taille du triangle est proportionnelle à la diminution. Diminution la plus forte: - 893 (Glaris Sud)

4.1 Le sol, une ressource limitée

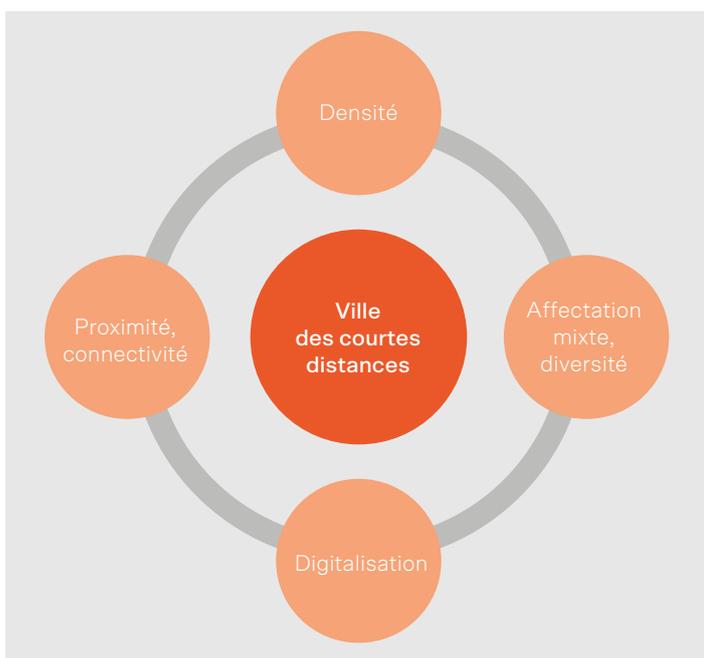
La pénurie de logements

La pénurie de logements provoque actuellement un tollé: le taux de logements vacants est passé sous la barre du 1% à Zurich. Aujourd'hui, même la classe moyenne ne trouve plus à se loger convenablement, du moins dans les zones où tout le monde veut aller. On a d'ailleurs tendance à oublier que le lieu d'habitation est étroitement lié au lieu de travail. Les emplois attractifs se trouvant principalement dans les grandes villes, tout le monde veut y habiter. On s'attend à manquer de 50 000 logements d'ici 2026 [1]. Conséquence: les zones métropolitaines sont surchargées, les loyers sont inabordable et on fait face à une véritable pénurie de logements. Dans les zones urbaines très attractives, où se concentrent les emplois, la culture et la formation, la pression migratoire augmente plus vite que l'offre, malgré la densification vers l'intérieur.

Illustration 4.1:
Conditions urbanistiques de départ pour la ville des courtes distances.
(Source: Gugerli, Binkert)

La gestion du sol en tant que ressource

En Suisse, les terrains à bâtir sont des produits rares. Notre constitution exige



que nous leur portions un soin attentif et durable. Or, en parallèle, la population totale ne cesse d'augmenter. Même si cette augmentation est encore aujourd'hui très modérée, à savoir d'environ 1% par an, il se peut que l'augmentation du réchauffement climatique change la donne très rapidement. L'ONU s'attend à un mouvement migratoire de milliards de réfugiés climatiques au cours des prochaines décennies, auquel même la Suisse n'échapperait pas. Même si la croissance démographique n'était que de 3% en Suisse, il nous faudrait doubler le nombre de logements et les espaces de vie d'ici 33 ans. La tâche serait herculéenne, car il faudrait aussi simultanément, au même rythme, développer en conséquence toutes les infrastructures telles que les voies de circulation, les transports publics, l'approvisionnement en eau, en énergie, la gestion des déchets, le recyclage ou l'approvisionnement en nourriture.

Conditions urbanistiques

Toute nouvelle hausse de la croissance doit donc être la plus efficace possible. Mais l'efficacité seule ne suffit pas: il faudra aussi nous limiter à ce qui est vraiment essentiel (sobriété) et trouver des méthodes innovantes d'urbanisme (consistance) qui nous permettront de couvrir nos besoins anthropiques en adéquation avec la nature. Il nous faut donc de nouveaux quartiers et qu'ils soient optimisés. Ces nouveaux quartiers étant construits pour 100 ans, il faut déjà qu'ils répondent à nos futurs besoins et contraintes. Les conditions préalables au développement durable des quartiers suivantes, longtemps négligées par les planificateurs, méritent donc notre attention:

- densité,
- diversité,
- proximité, connectivité.

Ces trois conditions sont le fondement du développement de chaque site et quartier durable. Nous allons les étudier dans ce chapitre, en examiner les diffé-

rentes formes et expliquer leurs interactions internes. Au cours des dernières décennies, le développement et l'aménagement urbains n'ont pas été suffisamment coordonnés. Espérons que sous le diktat de la durabilité, ces deux écoles de pensée qui façonnent l'espace ne fassent bientôt plus qu'un. Il n'y a qu'ainsi que nous pourrions transmettre aux générations futures un environnement où il fait bon vivre.

4.2 Densité

Comment faire pour mieux exploiter l'espace limité? De quels instruments et leviers disposons-nous à cet effet? En voici l'inventaire.

Des densités variables

Lorsque l'on parle de densité, on pense généralement à la densité du bâti. Pour parler de l'attractivité d'un site ou d'un quartier, on distingue cinq notions de densité pertinentes (voir aussi [2]):

- Densité du bâti: rapport entre la surface de plancher et la surface au sol (indice d'utilisation) ou entre le volume de construction et la surface au sol (indice de masse)
- Densité de population, ou densité d'occupation: nombre d'habitants et d'actifs par rapport à la surface ($H+A/ha$)
- Densité fonctionnelle: degré de mixité des différentes affectations
- Densité culturelle: diversité de cultures, de langues et de religions
- Densité émotionnelle: impressions qui interpellent et suscitent des interactions

La densité du bâti est un instrument de gestion de l'utilisation du terrain bien connu. À noter que la moyenne des densités de chaque terrain à bâtir ne correspond pas à la densité du quartier. La desserte des parcelles par des rues et des places, les surfaces publiques (parcs, allées, espaces dédiés au sport et aux loisirs ou zones de stationnement des véhicules) réduisent la densité du quartier par rapport à celles des diffé-

rentes parcelles. Le rapport entre la densité du quartier et la densité des terrains peut être décrit approximativement de la manière suivante: une densité de terrain de 1,0 équivaut à une densité de quartier de 0,7.

Cela signifie que dans la plupart des cas, près d'un tiers de nos zones à bâtir ne sont pas construites. Lorsqu'il y a plus de constructions, le manque d'espaces publics provoque ce qu'on appelle du stress lié à la densité. Ce stress n'est pas seulement dû à la forte densité du bâti, mais aussi à l'absence des autres qualités de densité.

Ainsi, dans les villes historiques du XIX^e siècle, les densités du bâti étaient supérieures à 2,5, alors que dans les villes modernes, la densité est parfois inférieure à 1,5. Malgré leurs densités très élevées, les villes de Paris ou de Barcelone suscitent notre intérêt. La densité émotionnelle y est bien plus élevée que dans beaucoup de villes modernes. Elle est très étroitement liée à la densité fonctionnelle et, plus particulièrement, aux affectations mixtes des rez-de-chaussée. Quand des magasins, des restaurants et des surfaces d'exposition animent le trajet des passants, il y a moins de stress lié à la densité que lorsque les façades sont fermées et monotones.

Seulement, pour avoir des rez-de-chaussée entièrement commerciaux dans tout un quartier, il faut des densités très élevées. Aujourd'hui, la part de surface réservée aux différentes affec-

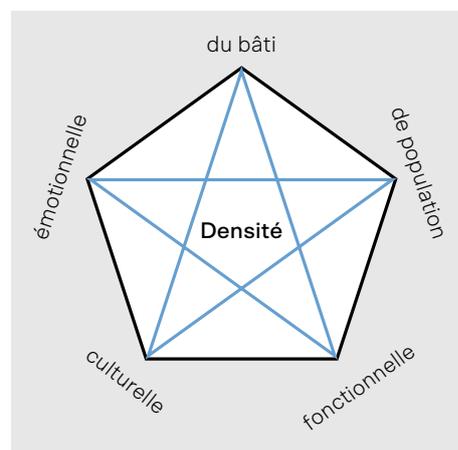


Illustration 4.2: De quelle densité parle-t-on?

tations est le fruit d'une logique économique et non des souhaits de planification. À Manhattan, la densité du bâti est telle que tous les rez-de-chaussée sont affectés à des commerces. À l'inverse, dans les quartiers de Glattpark ou Greencity, même les surfaces commerciales situées sur le boulevard central trouvent difficilement locataire. La densité émotionnelle d'un quartier ne dépend pas que de la densité de son bâti, mais aussi de sa densité de population et de sa densité culturelle. En fonction du milieu culturel d'où nous venons, le nombre de personnes qui nous entoure influence la façon dont nous nous sentons. Alors qu'un visiteur originaire de Bombay trouve les quartiers des villes suisses déserts et étranges, un natif des cantons d'Uri ou du Valais y ressent quant à lui souvent du stress lié à la densité. La densité de population n'est pas la seule responsable. Le type de personne joue également un rôle. Dans un village, les gens se connaissent et se saluent dans la rue. Un étranger est immédiatement repéré. En ville, à l'inverse, les gens ont plus souvent des cultures, une couleur de peau et des niveaux de vie différents. Quand personne ne se connaît, tout un chacun est étranger. Faire d'une ville sa «patrie» est un travail de pleine conscience. Cela ne se fait pas automatiquement parce qu'on y vit depuis des générations, comme c'est généralement le cas à la campagne [3].

Tableau 4.1:
Exemples de différentes densités du bâti et indices d'utilisation correspondants.

Densités du bâti types	Indice d'utilisation a [-]
Typologie «maison individuelle»	0,1-0,5
Habitat collectif en ordre non contigu	0,5-1,0
Construction urbaine standard:	
Logements	1-2
Bureaux/commerces	2-4
Ensembles de grands immeubles	< 10
Gratte-ciels, mégastructures	> 10

Densité du bâti

D'un point de vue géométrique, la densité du bâti est liée à la distance entre les bâtiments et à leur hauteur. Ils sont

donc soumis à des règles qui conditionnent notre perception de la densité. La hauteur standard est une grandeur pertinente. Dans l'espace urbain suisse, cette hauteur atteint souvent 6 ou 7 étages, ou 25 m. Seules quelques villes comme Barcelone ou Montevideo ont une hauteur standard de 35 m. L'impression spatiale de densité dépend de la hauteur standard et de la distance entre les bâtiments. Exprimée en chiffres, la densité est souvent quantifiée par l'indice d'utilisation du sol «a», qui établit un rapport entre la surface utile maximale autorisée et la surface du terrain.

En Suisse, la construction de tours, c'est-à-dire de bâtiments qui ne correspondent pas aux constructions standard, est limitée par la loi. De ce fait, elles sont souvent peu rentables, car plus une construction est haute et dense, plus la surface utile créée est chère. Les tours remplissent en effet des fonctions infrastructurelles qui, dans le cadre d'une construction standard, sont à la charge des pouvoirs publics, notamment les espaces publics, l'approvisionnement, l'élimination des déchets ou les transports. La desserte verticale, en quelque sorte, remplace les rues du quartier. Les constructions basses nécessitent en outre moins de matériaux par rapport à la surface utile, mais disposent d'une surface de toit plus grande qui peut être utilisée pour produire de l'énergie ou être végétalisée.

Des préférences de densité différentes

La densité de construction la plus élevée n'est donc pas automatiquement la densité la plus durable. Lorsque l'on se penche sur les trois dimensions de la durabilité, à savoir la société, l'économie et l'environnement, on constate que les préférences en termes de densité varient d'un domaine à l'autre:

– D'un point de vue social, les adolescents et les seniors préfèrent souvent une densité urbaine complexe. Les jeunes familles et les enfants préfèrent

la campagne, à petite échelle et à taille humaine. Ce choix n'existe que depuis l'époque moderne et l'avènement de la mobilité motorisée.

Il n'y a donc pas de densité optimale. Au cours de leur vie, les gens ont besoin de différentes densités pour pouvoir vivre heureux. Ce qui convient à l'un ne convient pas automatiquement à un autre. Ce qui est valable en Europe est inaccessible dans les pays en voie de développement. Seulement, nous n'avons qu'une seule planète et cela nous oblige à chercher une solution ensemble.

– Du point de vue économique, les préférences sont également variables: les personnes très aisées aiment vivre dans des endroits de choix, avec vue sur les sommets ou sur un lac. Celles qui aiment l'intimité s'achètent des maisons individuelles. Celles qui accordent de l'importance aux échanges culturels se plaisent dans leur appartement-terrace en ville. En conséquence, les terrains avec la plus forte valeur se trouvent dans les endroits bien desservis, où les densités sont soit inférieures à 0,4, soit supérieures à 2,5. Les personnes moins aisées, soit la majeure partie de la population, doivent se rabattre sur des sites suburbains ou périurbains moins bien desservis, des quartiers industriels urbains ou des quartiers anciens nécessitant d'importants travaux de rénovation.

– Sur le plan de l'environnement, la situation est claire: les quartiers urbains avec une forte densité sont bien plus respectueux de l'environnement que les zones périphériques avec une densité faible. Leur utilisation du sol par personne est nettement plus faible et les coûts d'infrastructure et environnementaux sont moins élevés, ce qui bénéficie aux écosystèmes et à la biodiversité.

Densification vers l'intérieur

La société, sensibilisée par la publication «Les limites à la croissance» du Club de Rome [4] et déconcertée par la crise pétrolière, la disparition des forêts et le changement climatique, réalise

que la dimension environnementale de la densité a trop longtemps été négligée. Il en résulte une nouvelle prise de conscience et une exigence de densification vers l'intérieur.

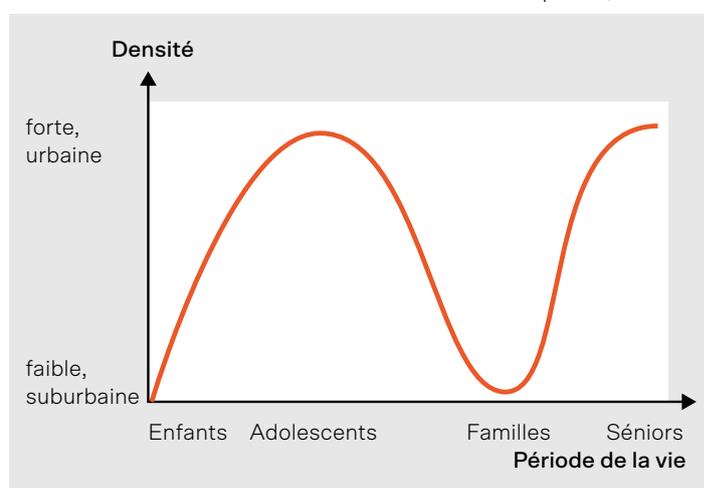
Au lieu de bâtir en zone rurale, on cherche désormais à densifier les zones à bâtir existantes pour éviter de construire sur de nouvelles surfaces. Reste à examiner plus précisément si cette exigence est durable, c'est-à-dire si elle tient aussi compte des besoins sociaux et économiques. Le consensus minimal est que les trois dimensions de la durabilité doivent être prises en compte de la même façon. Il faut également trouver des moyens de compenser les éventuels inconvénients de la densification vers l'intérieur. Les quartiers et les sites denses, et en particulier ceux qui ont déjà fait l'objet d'une densification, ont besoin de mesures qualitatives pour rendre la densification quantitative attractive. La section suivante aborde la définition de la densité du bâti, sa contribution à la durabilité et les lieux d'application possibles.

La densité durable

Une densité urbaine durable est le fruit de la combinaison optimale de différents facteurs de densité tels que: la construction, les habitants, l'affectation, l'émotion et la culture. Leur optimisation est toutefois très complexe, car:

– il n'y a pas de densité idéale universelle. La densité optimale dépend de la

Illustration 4.3: Périodes de la vie et besoins en densité. (Source: Nüesch Development)



localisation et du marché, et est influencée par la législation.

- La densité durable prend également en compte les surfaces non bâties, mais nécessaires, c'est-à-dire les surfaces destinées à la régénération et à la production de nourriture.
- Autrefois, le principe de la plus petite unité d'autosuffisance entraînait des densités de bâti optimales (fermes, villages esquimaux, territoires de chasse, etc.).
- D'un point de vue écologique, la densité optimale est la densité qui a le moins d'impact négatif sur la nature. Aujourd'hui, on considère souvent une densité comme durable lorsqu'elle est conforme aux prescriptions urbaines ordinaires.

Zones de densification en Suisse

Il est plus facile de bâtir dans une zone rurale que dans une zone déjà bâtie. Jusqu'au tournant du millénaire, on exploitait donc principalement les réserves de terrains à bâtir en zone rurale (voir chapitre 2.2). La raréfaction croissante de ce type de terrains a poussé à s'intéresser aux friches industrielles. Il a fallu attendre que ces réserves de terrains à bâtir situées à des endroits bien desservis semblent épuisées pour que les planificateurs et les politiques se tournent vers la densification du bâti existant. Toutefois, il s'est rapidement avéré que bâtir dans l'existant était non seulement plus compliqué et plus long, mais aussi plus coûteux que sur des terrains vierges. Plus la substance bâtie existante a de la valeur, plus la densification coûte cher.

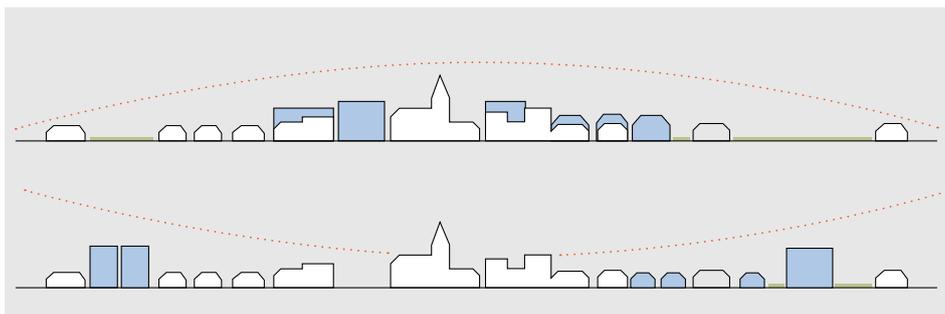
Il est donc judicieux d'examiner de plus près la densification vers l'intérieur, préconisée par les politiques. Quels quartiers existants se prêtent à la densification? Trois critères semblent particulièrement importants:

- Une desserte de qualité pour les personnes, les biens, l'information, l'énergie, l'eau
- Une substance bâtie de mauvaise qualité justifie une démolition et une nouvelle construction
- Lorsque le potentiel de densification est élevé, le quartier est attractif pour les investisseurs

Les quartiers existants qui répondent à ces exigences se prêtent particulièrement bien à la densification. Mais même dans les autres situations, les enseignements suivants doivent être pris en compte lors du développement d'un quartier:

- Surélévation et extension: plus le projet de construction est petit, plus la surface utile additionnelle est chère. Souvent, l'installation du chantier dans l'environnement construit pose déjà de grands défis. Les mesures nécessaires pour s'adapter au bâti existant sont sous-estimées et souvent insuffisamment budgétisées.
- Démolition et nouvelle construction: pourquoi démolir un bâtiment existant si c'est pour en reconstruire un nouveau au même endroit ensuite? L'énergie grise et les émissions grises associées à l'objet démoli sont encore insuffisamment prises en compte. Il serait souvent plus judicieux de maintenir l'ancien bâtiment en tant qu'espace d'habitation et de tra-

Illustration 4.4:
Quand la densification a lieu en périphérie des agglomérations existantes, le centre se désertifie.
(Source: Hochschule Luzern – Technik & Architektur)



vail à moindre prix et de construire le nouveau bâtiment sur un terrain vierge.

- Les changements d'affectation à grande échelle doivent d'abord faire l'objet d'une évaluation minutieuse de leur potentiel. Tous les quartiers ne se prêtent pas à la densification. D'ailleurs, le fait que la densification profite à tous fait rarement consensus au sein même d'un quartier. Même dans les quartiers bien desservis où la qualité écologique et économique de la substance bâtie est mauvaise, il faut tenir compte du fait que ces bâtiments anciens et peu attrayants représentent souvent la seule possibilité de logement et de travail pour les personnes les plus défavorisées de notre société.

En outre, de grandes réserves de terrains à bâtir contiguës se trouvent à la périphérie des zones urbaines. Pour être attractives, les parcelles situées dans les centres doivent d'abord être rassemblées à grand frais. Ce travail de développement ne peut être effectué que de manière intégrale et dans le cadre d'une coopération avec toutes les parties prenantes.

Comme expliqué dans la section 2.2, l'objectif ne pourra être atteint si l'on «continue de construire comme avant». Il faut de tous nouveaux processus de planification et de nouvelles mesures incitatives pour convaincre la population du quartier et les propriétaires que le processus de densification est inévitable. Un nouveau mode de pensée, axé sur la sobriété, est désormais nécessaire pour compléter les efforts continuellement déployés pour améliorer l'efficacité. Les politiques, l'économie et la société doivent changer de mentalité et tendre vers le «moins, mais mieux». Mais même alors, il sera difficile d'atteindre les objectifs de durabilité visés dans les zones à bâtir existantes (voir chapitre 4.9).

Conclusion

La densité est devenue un mot qui fâche. Les personnes qui rêvent d'une petite maison à la campagne auront du mal à s'enthousiasmer pour la diversité en milieu urbain. Celles pour qui la densité sociale est importante fustigeront le «recroquevillement de la Suisse» (Benedikt Loderer). L'individualisme et le collectif sont deux antagonistes que l'on peut difficilement satisfaire simultanément. Nous devons apprendre à mieux répondre aux besoins des habitants et à conjuguer ces deux modèles de vie de manière innovante.

La densification vers l'intérieur ne peut pas être exigée partout, ni à grande échelle, ni, en particulier, dans les grands centres actuels. Les petites villes bien desservies, situées dans des zones suburbaines et périurbaines s'y prêtent davantage, à condition que le processus de densification soit réalisé par étapes et accompagné par des processus participatifs (voir chapitres 3.3 et 5.3).

4.3 Diversité

Nous constatons que des termes tels que «densité», «densification vers l'intérieur» et «stress lié à la densité» ne sont pas seulement liés à la densité du bâti et à la densité de population, mais aussi aux densités fonctionnelle, culturelle et émotionnelle. Le fait que l'on se sente bien quelque part n'est pas seulement lié au nombre de bâtiments, mais aussi à l'affectation, aux usagers et à la qualité socio-spatiale [5]. Le terme «diversité» revêt ici deux aspects:

- la nécessité d'avoir des sites et des quartiers avec des affectations mixtes, offrant avant tout un mélange sain d'habitat, de travail, de consommation, de loisirs et de détente,
- la diversité des personnes et des cultures.

C'est précisément cette diversité qui manque souvent dans les quartiers de nouvelles constructions. On parle alors,

de façon péjorative, de quartiers-dortoirs, de quartiers industriels, de quartiers d'étrangers. Cette ségrégation, indésirable, est aussi soutenue par les plans d'affectation et les plans de zones toujours en vigueur, qui empêchent souvent de travailler et de vivre au même endroit. C'est pourtant bien ce mélange que nous apprécions tant dans nos villes qui se sont «agrandies».

Affectation mixte

Un mixte d'affectations qui mêle logement et travail, commerces diversifiés, culture et équipements sociaux et socioculturels est durable, car il permet des chemins courts et améliore la qualité de vie. Des études menées sur des quartiers de nouvelles constructions ont montré qu'une affectation mixte réussie repose sur certaines règles de base, indépendamment de l'implantation. Si l'on part du principe qu'environ la moitié des habitants sont également des actifs et qu'environ la moitié des surfaces construites sont utilisées pour l'habitat et l'autre moitié pour le travail et les loisirs, un site ou un quartier devrait répondre aux exigences suivantes:

- le rapport entre habitants et actifs devrait être de 2 pour 1.
- Mixte d'affectations dans le quartier: 50 % logement, 30 % production/bureaux/commerce, 20 % éducation/loisirs/administration, etc.
- Permettre une structure d'affectations diversifiée dans les zones à développer.
- Clarifier quelles offres présentent un réel potentiel de demande sur le site ou dans le quartier.
- Prévoir les offres qui font défaut dans les environs.
- Permettre des affectations intermédiaires dans les espaces temporairement libres. Cela présente surtout un intérêt pour la partie à faible valeur ajoutée de l'économie créative et crée une image positive.

Diversité sociale et culturelle

La base pour un site ou un quartier socialement mixte repose sur une large

offre de logements pouvant intéresser une population hétérogène en termes de revenus, d'âge, d'origine, de situation familiale et de modes de vie. Les logements doivent se distinguer en termes de taille, de standard, de répartition des pièces et de prix. Ils doivent en outre appartenir à des propriétaires divers. Aujourd'hui, les villes exigent de plus en plus qu'une certaine proportion de logements d'utilité publique soit prévue lors du développement d'un quartier. Ce qui, à première vue, peut être assimilé à une intervention de l'État sur le marché libre est en fait, lorsque l'on y regarde de plus près, favorable pour la communauté et souhaitable pour l'économie. La mixité sociale et culturelle profite à tous. Elle exige toutefois aussi de la tolérance et de l'empathie, des qualités quelque peu oubliées durant les années où la conjoncture était forte.

Notre population est hétérogène en termes d'âge, de revenus, de religion, d'origine et d'éducation. Pour pouvoir vivre paisiblement ensemble, il convient de respecter quelques principes lorsqu'un quartier est développé:

- Favoriser une grande mixité sociale en proposant des offres de logements diversifiées.
- Permettre diverses structures de propriété (copropriété, location, coopératives, logements subventionnés).
- Proposer des logements adaptés aux familles avec enfants et des offres pour les personnes âgées.
- Créer aussi des habitats à prix modérés et/ou d'utilité publique.

4.4 Espaces publics et privés

Plus la densité d'un quartier est élevée, plus les espaces publics sont importants. Ce constat s'est de plus en plus confirmé ces dernières années. C'est sur lui que reposent aujourd'hui la base des directives des autorités en matière de densification vers l'intérieur et les programmes de concours d'urbanisme. L'interface entre les espaces publics et privés fait également l'objet d'une ana-

lyse de plus en plus poussée. Il en découle une demande accrue d'espaces tampons, qui rendent la transition entre l'espace public et l'espace privé moins abrupte.

L'espace public

Engendrant des coûts, mais pas de revenus directs, l'espace public a été négligé par le secteur immobilier des années de haute conjoncture, alors porté par le TIM. Les surfaces publiques telles que les rues et les places étaient considérées comme des infrastructures dont la responsabilité incombait aux pouvoirs publics. Le fait qu'elles ne soient pas que des surfaces de circulation, mais aussi des espaces dans lesquels nous voulons séjourner et nous sentir bien a ainsi été largement occulté.

Il a fallu attendre que les limites à la croissance deviennent évidentes et que les critères qualitatifs remplacent les critères quantitatifs pour que le public s'intéresse à nouveau à l'espace public, négligé de façon impardonnable depuis la révolution de la voiture.

L'espace privé

Le secteur immobilier négligeait les espaces publics, mais se concentrait sur les espaces intérieurs privés. Les surfaces y ont également connu une croissance: la surface habitable moyenne par personne a plus que doublé depuis l'industrialisation et atteint désormais plus de 45 m². C'est là qu'a été investie la prospérité grandissante. C'est là que

Monsieur et Madame Suisse se sont exprimés. C'est là qu'ils ont pu donner libre-court à leur individualisme.

Cette focalisation sur la sphère privée (My Home is my Castle) n'a pas seulement concerné l'espace intérieur, mais aussi et surtout l'espace extérieur privé. L'objectif était d'avoir son propre jardin et, si possible, qu'il entoure les espaces intérieurs privés. Alors que la noblesse du XVIII^e siècle se divertissait dans les parcs publics municipaux, on choisit désormais ses invités, triés sur le volet, autour d'un barbecue dans son propre jardin. Cette focalisation sur la sphère privée s'est traduite par une atrophie des parcs publics, des places et des promenades, de plus en plus abandonnés aux marginaux.

L'espace intermédiaire

Entre l'espace public et l'espace privé, il y a l'espace semi-public et l'espace semi-privé. La clé (l'objet) marque la frontière entre les deux.

Les espaces semi-publics et semi-privés sont des zones tampons qui permettent une transition douce entre le collectif et l'individuel. Les jardins à l'avant des immeubles sont par exemple semi-publics, tandis que les escaliers et les halls sont semi-privés. Les toitures-terrasses accessibles aux locataires sont aussi des espaces extérieurs semi-privés, alors que les balcons attenants aux appartements sont des espaces extérieurs privés. Lorsque les espaces semi-publics sont adjacents à l'espace public, la transition entre les espaces communaux et l'espace privé est de meilleure qualité.

Illustration 4.5: Évaluation des espaces publics par le comité de suivi lors d'une planification test à Emmenbrücke, LU. (Source: Nüesch Development)

■ = Avant-projet
■ = Amélioration conformément au projet

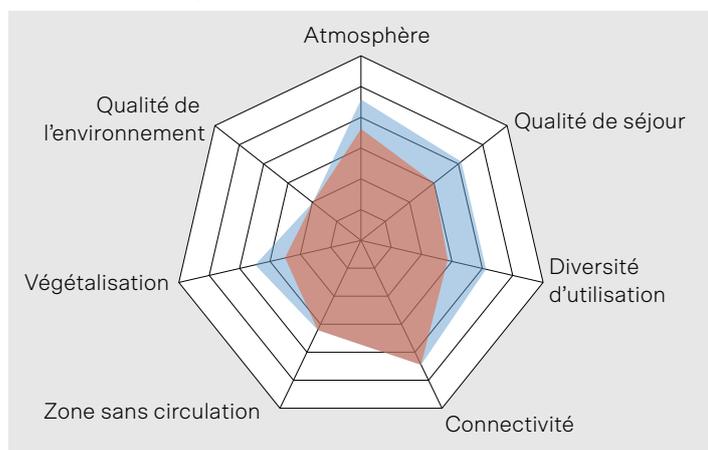


Tableau 4.2: Définitions des espaces (semi-)publics et (semi-)privés sur un site ou dans un quartier.

Espace public	Utilisable par tous, à tout moment et de manière illimitée
Espace semi-public	Utilisable par tous seulement aux horaires d'ouverture
Espace semi-privé	Utilisable de manière prédéfinie par un groupe indéterminé muni d'une clé
Espace privé	Utilisable de manière illimitée uniquement par un groupe déterminé muni d'une clé

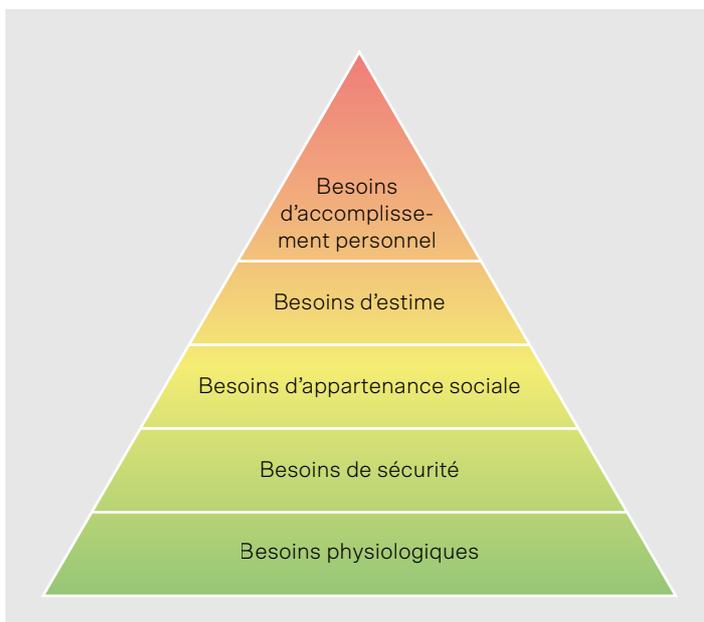
Conclusion

Depuis le début du millénaire, la tendance à la densification vers l'intérieur fournit aux pouvoirs publics un moyen d'exiger des espaces extérieurs de qualité de la part du secteur immobilier. Après les avoir perçus comme un fardeau, ses représentants les plus innovants reconnaissent désormais qu'une bonne réhabilitation de l'espace public peut être compatible avec le marché et ne nuit pas à la rentabilité. L'espace à usage collectif exige des règles que tout le monde doit respecter. Leur acceptation et la tolérance mutuelle entre les différents groupes d'intérêt nécessitent cependant encore des efforts. Notre attachement à l'individualisme et à l'autodétermination constitue encore souvent un obstacle.

4.5 Espaces individuels

Le désir de la population suisse de posséder une maison individuelle ne faiblit pas. Dans le cadre d'une étude réalisée par Moneypark/Alacasa en 2015 [6], 71% des 500 personnes interrogées ont indiqué qu'elles préféreraient vivre dans leur propre maison en périphérie de la ville, mais que le trajet pour se rendre au travail soit court. 46% n'habitent pas encore dans une maison individuelle

Illustration 4.6: Les besoins humains selon Maslow. (Source: Wikipedia)



uniquement pour des raisons financières. Malgré tous les appels à la densification vers l'intérieur, ces constats sont malheureusement toujours d'actualité. Le fait que les quartiers de villas ne permettent ni des trajets courts ni d'atteindre la diversité d'affectation souhaitée ne semble pas poser de problème.

Manifestement, seuls des obstacles économiques empêchent le bétonnage de la Suisse de prendre des proportions encore plus dramatiques que ce que l'on déplore déjà. D'après le psychologue américain Maslow, ce désir irrésistible d'une forme d'habitat irresponsable du point de vue écologique provient du besoin d'accomplissement personnel. Certes, Diogène prétendait que pour son accomplissement personnel, il n'avait besoin que de boire, de dormir, de chaleur, de nourriture et de sexe. Les yogis bouddhistes se satisfont d'encre moins. Nous n'avons pas besoin de pousser la sobriété aussi loin, mais nous n'avons pas non plus besoin d'une maison individuelle pour nous accomplir. On peut aussi s'accomplir dans un milieu urbain dense. Seulement, ni nos bâtiments ni les espaces entre eux ne nous le permettent et nous ne sommes pas encore enclins à vivre si proches les uns des autres. Nous avons besoin d'avoir des espaces de meilleure qualité et plus polyvalents et de passer d'une mentalité individualiste «du moi d'abord» à une économie collective du partage (Sharing Economy, Jeremy Rifkin [7]).

Tant les planificateurs que les usagers doivent adopter de nouvelles approches. Pour cela, la flexibilité et la variabilité (constructive et mentale) sont indispensables.

Une qualité propice à l'accomplissement personnel

Jusqu'en 1965, la propriété d'étages n'existait pas officiellement en Suisse [8]. Dans les zones urbaines, où les maisons sont occupées par plusieurs parties, nous sommes devenus un «peuple

de locataires». Pour caricaturer, nous pourrions dire que les gens doivent prendre ce qu'on leur propose pour se loger.

L'espace proposé correspond à ce dont la majorité a besoin. Cela laisse peu de place aux souhaits individuels, car les appartements doivent rester commercialisables après un changement de locataire. De plus, la promiscuité avec le voisinage limite considérablement les besoins individuels comme la pratique du saxophone, la cuisine indienne ou le bricolage. Les modèles d'habitation innovants, comme ceux proposés à Kalkbreite ou le projet James à Zurich, sont encore rares.

La surchauffe du marché du logement fait que les appartements restent commercialisables même s'ils ne répondent qu'aux besoins minimaux. L'indice MuKaSo [9] est une tentative de démonstration de ce qu'un appartement en ville DOIT, PEUT et DEVRAIT (en allemand MUSS, KANN, SOLLTE) faire pour présenter des qualités équivalentes à celles d'une maison individuelle. Le modèle consistant à ne concevoir des logements modernes ne répondant qu'aux exigences minimales a contribué au grand exode urbain dans les années 1960 à 1980. Il doit être remplacé par des modèles de logements modernes, confortables, mais encore abordables, et qui peuvent aussi être réalisés dans un quartier dense.

Conclusion

La demande d'espace est avant tout une question socioculturelle. La question spatiale et économique ne vient qu'en second lieu. Pour passer d'une société d'abondance à une société durable, il faut remettre en question les habitudes qui nous sont chères. Les nouvelles connaissances font leur chemin, lentement, chez la jeune génération. L'offre d'espace actuelle ne répond pas à leurs attentes. Les nouveaux modèles d'habitat sont encore rares, mais ils auront une influence déterminante sur le succès de la densification vers l'intérieur.

4.6 L'approvisionnement de proximité

Tout comme l'existence d'espaces appropriés dans le quartier soulève la question de la densité, la satisfaction des besoins nous conduit vers la mixité des affectations et la mobilité entre les lieux des différentes affectations.

L'approvisionnement de proximité actuel en Suisse

En Suisse, la distance moyenne entre un lieu et le point de vente ou le service le plus proche dépend du type d'habitat du lieu.

– Dans les centres urbains, les biens et services dont on a besoin quotidienne-

Tableau 4.3: Distances courantes en Suisse pour l'approvisionnement de proximité en biens et services. (Source: Nüesch Development)

0-300 m	300-600 m	600 m-1 km	1-1,4 km	1,4-1,8 km	1,8-2,2 km	2,2-4,2 km	4,2-7,2 km
– Arrêt de TP	– Restaurants et cafés – Salons de coiffure – Écoles primaires – Magasins d'alimentation	– Stations-service, garages – Cabinets médicaux	– Administration publique – Magasins (< 400 m ²) – Poste	– Poste – Salles de fitness, équipement sportif – Banques – Cabinets dentaires – Boulangeries – Maisons de retraite, centres de soins	– Supermarchés (> 400-2500 m ²) – Kiosques – Pharmacies – Sécurité et ordre publics	– Bibliothèques – Écoles degré secondaire I – Librairies	– Musées – Hôpitaux – Cinémas – Salles de concert, théâtres – Hypermarchés – Instituts de formation degré tertiaire

ment ou périodiquement ne sont pas les seuls à être accessibles à pied.

- Juste à l'extérieur des villes-centres, dans l'agglomération, seuls les biens et services dont on a besoin quotidienne-ment sont accessibles à pied.
- Hors de la zone d'influence des villes (espace périurbain ou rural), le recours au trafic motorisé pour les besoins quotidiens doit être pris en compte.

Centralité et hiérarchies des lieux

Il existe un lien entre la fonctionnalité d'un lieu et sa centralité. Le Tableau 4.4, basé sur la Netzstadt (ville-réseau) de Christaller et Oswald (voir chapitre 4.8), montre les besoins associés à un nœud présentant une centralité faible (quartier = local), moyenne (ville = régional) et élevée (City = suprarégionale). Il en découle une hiérarchie des lieux qui montre le type d'offres demandé à tel ou tel niveau et le type d'offres qui doit être proposé. Pour répondre aux besoins décrits par Maslow, il faut des biens, des services et des offres de loisirs. Leur accessibilité dépend de la fréquence et de l'urgence des besoins. Le rayon de déplacement de tous les groupes de

population doit être pris en compte, y compris les enfants, les personnes âgées et les personnes en situation de handicap. Un village de vacances ne génère pas les mêmes besoins qu'un lotissement pour personnes âgées. Les nomades digitaux n'ont pas les mêmes besoins que les familles avec de jeunes enfants.

Les services ne se limitent pas à leur consommation, mais comprennent aussi leur production. Comme chacun sait, c'est cette dernière qui est le moteur de l'économie. Elle est source de revenus et d'emplois. Le quartier durable doit donc aussi proposer des emplois. Lorsque ces emplois sont occupés quotidiennement, eux aussi doivent être accessibles à pied. S'ils ne sont occupés qu'occasionnellement, ils doivent être accessibles au moins en transports publics. Seuls les emplois très qualifiés doivent nécessiter un déplacement en TIM.

	Locale	Régionale	Suprarégionale
Liaisons de transport	<ul style="list-style-type: none"> – À pied – Vélo – Arrêt de bus, tramway 	<ul style="list-style-type: none"> – Route – Gare – Ligne de bus 	<ul style="list-style-type: none"> – Autoroute – Gare routière, ferroviaire – Aéroport
Logements	<ul style="list-style-type: none"> – Maison – Appartement – Logement pour personnes âgées 	<ul style="list-style-type: none"> – Maison de retraite – Centre de soin 	<ul style="list-style-type: none"> – Logement étudiant – Hôtel
Travail	<ul style="list-style-type: none"> – Bureaux – Garage, atelier – Cabinet 	<ul style="list-style-type: none"> – Bureaux – Dépôts – Usine 	<ul style="list-style-type: none"> – Usine
Formation	<ul style="list-style-type: none"> – Garderie, groupe de jeu – Jardin d'enfants – École primaire 	<ul style="list-style-type: none"> – Degré secondaire I – École de musique – École privée 	<ul style="list-style-type: none"> – Degré secondaire II – Haute école – Université
Commerce de détail	<ul style="list-style-type: none"> – Boulangerie – Commerces de bouche – Boucherie 	<ul style="list-style-type: none"> – Livres, vidéos – Mode, maison – Supermarché 	<ul style="list-style-type: none"> – Meuble, électronique – Jardinerie – Hypermarché
Santé	<ul style="list-style-type: none"> – Soins à domicile – Soins – Pharmacie – Médecin de famille – Fitness 	<ul style="list-style-type: none"> – Hôpital régional – Médecin spécialiste, dentiste – Physiothérapie – Bien-être, installations sportives – Espaces de détente 	<ul style="list-style-type: none"> – Hôpital

Tableau 4.4:
Centralité des di-
verses fonctions.
(Source: Nüesch
Development)

Conclusion

Tout ne peut pas être proposé au sein d'un quartier. Nous acceptons de faire un trajet plus long, parfois même en dehors du quartier, pour trouver ce dont nous avons plus rarement besoin. Nous sommes même prêts à nous déplacer à l'étranger pour certains biens ou services qualifiés très spécifiques. Du point de vue de la durabilité, cette démarche peut être défendue. Si quelqu'un réalise son vœu le plus cher en allant essayer l'instrument de ses rêves (un piano à queue Steinway) à Hambourg, ce déplacement est tolérable, car exceptionnel. En revanche, s'il fait chaque jour la navette entre Lucerne et Bâle parce qu'il préfère vivre ici et travailler là-bas, ce n'est pas durable.

4.7 L'accessibilité des quartiers durables

L'accessibilité des biens, des services, des emplois et des offres de loisirs est mesurée à l'aide de l'indice de proximité. Il indique quelle densité urbaine est nécessaire pour proposer des biens, des services et des emplois suffisamment diversifiés à distance de marche. Plus il y a d'offres, plus l'indice de proximité est élevé. D'après les premières projections, à partir d'une densité du bâti de 1 (densité du quartier) et d'une population résidente de 10 000 personnes, suffisam-

ment de revenu disponible est généré pour que presque toutes les fonctions du commerce de détail soient accessibles à pied. Idem pour les services et le service public, c'est-à-dire les cabinets médicaux, la poste, les banques et l'administration publique. Outre une certaine densité, les quartiers durables doivent aussi couvrir une surface minimale pour que les offres nécessaires soient disponibles et que les besoins quotidiens puissent être couverts à pied.

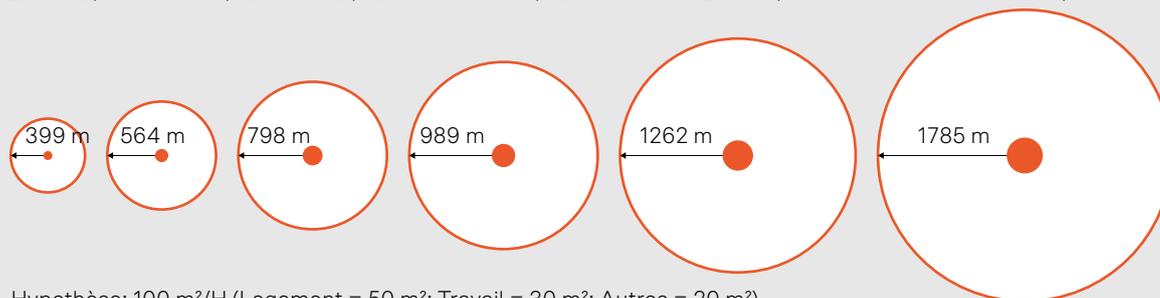
Avec une telle densité, les écoles secondaires, les bibliothèques et les cinémas se trouvent également juste à distance de marche. Les salles de théâtre et de concert, les établissements d'enseignement supérieur et les centres commerciaux ne sont toutefois économiquement viables qu'à partir de la catégorie supérieure (centres moyens = centralité régionale).

Proximité et densité

A quel point devons-nous donc être proches pour que nos quartiers soient durables? La réponse est complexe. Elle dépend de la densité de population, de la densité du bâti et de la connectivité (qualité des réseaux de transport). Le principe selon lequel les quartiers ne fonctionnent que s'ils sont également économiquement viables suppose un certain revenu disponible. Il est déterminé par le nombre de personnes qui

Quelle est la superficie nécessaire pour 10 000 habitants?

a = 2	a = 1	a = 0,5	a = 0,33	a = 0,2	a = 0,1
0,5 km ²	1 km ²	2 km ²	3 km ²	5 km ²	10 km ²
200 hab./ha	100 hab./ha	50 hab./ha	33 hab./ha	20 hab./ha	10 hab./ha



Hypothèse: 100 m²/H (Logement = 50 m²; Travail = 30 m²; Autres = 20 m²)
Attention: occupation sur terrain privé ≠ occupation sur l'ensemble du quartier

Illustration 4.7: Lien entre proximité et densité. Besoin en surface au sol et densité de population correspondante avec 10 000 habitants et différents indices d'utilisation a. (Source: Nüesch Development)

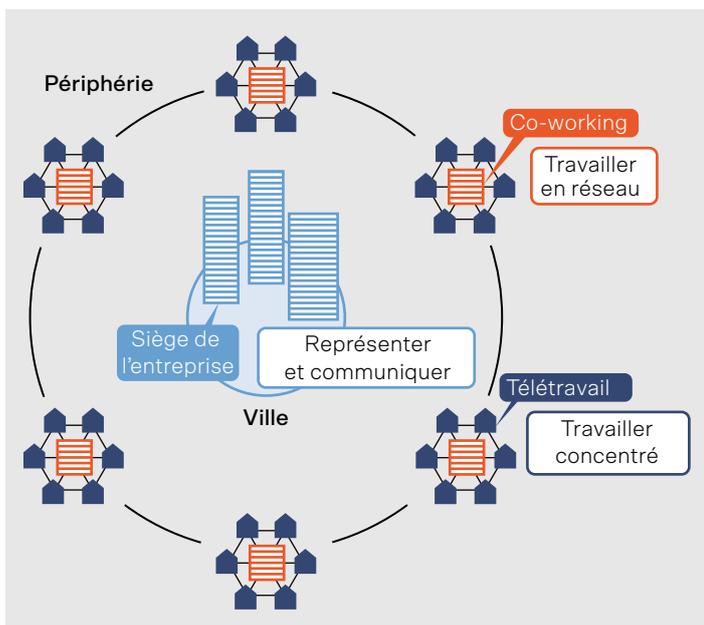
vivent dans le quartier et par leur productivité.

Ces personnes ont un besoin spécifique d'espace. Supposons 50 m² de surface habitable par habitant, 30 m² de surface de travail et 20 m² pour les loisirs, la culture et la société. Pour un quartier de 10 000 habitants, cela équivaut à 1 km² de surface utile. En fonction de la densité du bâti, ce besoin spécifique d'espace peut être satisfait sur une surface au sol plus ou moins importante.

Avec un indice d'utilisation $a = 1$, la proximité est assurée et tout le quartier est accessible à pied. L'indice actuel d'utilisation en Suisse ($a = 0,33$) montre que la proximité est déjà insuffisante et que les besoins quotidiens ne peuvent plus être couverts à pied.

Aujourd'hui encore, en de nombreux endroits, la réalité suisse ne correspond pas aux exigences des quartiers durables. Dans la plupart des cas, la densité de population est beaucoup plus faible, ce qui fait que les distances à parcourir pour couvrir les besoins quotidiens sont trop importantes pour une ville des courtes distances.

Illustration 4.8: Tripartition des lieux de travail selon la nature du travail.
(Source: Nüesch Development)



Proximité, connectivité et lieu de travail

La pandémie de Covid a montré que bon nombre d'entre nous pouvaient ef-

fectuer leur travail depuis leur domicile. Près de 60 % des employés travaillent dans un bureau. Grâce à Internet et aux moyens de communication audiovisuelle, ils peuvent exécuter la plupart de leurs tâches sans se rendre chaque jour sur leur lieu de travail habituel. Cela nécessite toutefois une infrastructure appropriée, en télétravail ou dans le quartier.

Les espaces de co-working ont également connu un essor ces dernières années. Ils permettent par exemple d'organiser des réunions avec des personnes internes ou externes, en dehors de l'entreprise ou de son bureau à la maison. Les espaces de co-working situés à proximité du domicile ont également démontré leur pertinence lorsque les conditions de logement (manque de place, perturbations de la famille) ne permettent pas de se concentrer.

Souvent, le manque de flexibilité des plans des appartements empêche d'y télétravailler. Ici aussi, il s'avère que les espaces neutres en termes d'utilisation favorisent davantage la diversité des usages et des usagers que les espaces fonctionnels sur mesure. De même, lorsque l'on a deux entrées et des salles d'eau séparées dans un logement, on peut par exemple séparer des pièces de vie pour en faire des espaces de travail et de loisirs ou, dans notre société vieillissante (voir l'indice MuKaSo [9]), aménager deux espaces d'habitation pour faire cohabiter trois générations.

À l'avenir, de nombreux employés choisiront leur lieu de travail en fonction de la nature de leur travail:

- Privé ou au domicile: télétravail pour les tâches à faire seul et nécessitant de la concentration
- Dans le quartier, dans la ville: co-working pour les réunions d'équipe et les contacts avec les collègues.
- En centre-ville: représentation au siège de l'entreprise, conférences et formations avec échanges personnels.

Au début, on pensait que ces espaces de co-working devaient se trouver en

centre-ville. Cela n'a pas montré beaucoup d'intérêt. Les espaces de co-working sont mieux fréquentés lorsqu'ils sont situés à proximité du domicile, au cœur de zones mixtes, denses et avec une bonne connectivité. Les bons espaces de co-working proposent davantage que des salles de travail et de réunion. Outre des offres de restauration, on trouve également dans leur environnement direct des offres de fitness ou de bien-être, une crèche, des magasins, voire même une banque et un bureau de poste.

Beaucoup d'entre nous voient leur connectivité améliorée par la digitalisation. Nous n'avons plus besoin de voyager quotidiennement pour travailler ou nous former, ce qui soutient aussi la durabilité.

L'affectation mixte, pour des quartiers plus vivants

Généralement, les quartiers d'habitation sont calmes, voire vides en journée, tandis que les centres-villes se vident complètement le soir venu. Aucune de ces situations n'est durable du point de vue de la gestion de l'espace. Elles engendrent toutes les deux du gaspillage énergétique et des problèmes de sécurité, voire des risques.

L'industrialisation avait rendu nécessaire la séparation spatiale de l'habitat et du travail. Les fumées, le bruit et le trafic lourd ont poussé la «bourgeoisie» à quitter la ville et à trouver refuge à la campagne. En plus d'une ségrégation entre riches et pauvres, cela a aussi entraîné un trafic pendulaire toujours plus important.

Mais depuis que l'industrie est délocalisée à l'étranger et qu'un grand nombre de nos activités sont digitalisées, le zonage par affectation (et donc le plan de zone) ne répond plus à l'objectif. Au-

jourd'hui, on peut à nouveau vivre et travailler au même endroit ou à distance de marche. La présence au siège de l'entreprise peut être limitée à quelques jours de la semaine. L'affectation mixte fait émerger des quartiers vivants, sûrs et agréables à vivre.

4.8 Ville des courtes distances

Avant que la mobilité motorisée n'élargisse considérablement notre rayon de déplacement, les chemins étaient réduits au strict nécessaire et la densité proportionnellement élevée. La mobilité motorisée a fait exploser la ville (voir la Constante de Marcchetti [10]). Nous avons commencé à effectuer de plus en plus de trajets pendulaires entre notre lieu d'habitation et notre lieu de travail et à parcourir des distances de plus en plus longues pour nos loisirs. Par conséquent, l'espace public a dégénéré en un lieu dédié au trafic individuel motorisé. Bien que l'épidémie de coronavirus ait permis d'apaiser à court terme les problèmes de circulation du TIM et des TP, il faudrait, à moyen terme, combiner intelligemment le télétravail et les espaces de co-working à proximité du domicile et, à long terme, inverser les flux de circulation actuels pour établir une connectivité durable pour les personnes et les marchandises. Pour que les flux de trafic puissent être redimensionnés, il faut davantage de petites villes attractives et denses, avec des quartiers piétonniers (existants et nouveaux) qui contribuent à désengorger les grands centres.

Centralité

Au cours des dernières décennies, divers spécialistes de l'aménagement du

Tableau 4.5: Accessibilité de lieux de différentes centralités (connectivité). (Source: Nüesch Development)

Hierarchie selon Christaller	Besoin, nécessité	Accessibilité	Nombre	Centralité, couverture	Rayon, en minutes	Desserte
Grand centre	qualifié	voiture, TP	un seul	suprarégionale	60	excellente
Centres moyens	périodique	TP	des dizaines	régionale	10-30	bonne
Petits centres	quotidien	marche, vélo	des centaines	locale	Jusqu'à 15	dans le quartier

territoire et urbanistes se sont intéressés aux fonctions que la ville des courtes distances doit présenter pour être plus attractive et durable que les agglomérations et les quartiers actuels. Il faut, en outre, que les trajets entre les lieux d'activité humaine soient optimisés. Le géographe allemand Walter Christaller (1893–1969) opérait une distinction basée sur la fréquence à laquelle ces chemins devaient être empruntés [11]:

- Besoins quotidiens: à pied ou à vélo → quartier
- Besoins périodiques: en transports publics → ville
- Besoins spécifiques: avec un moyen de transport individuel ou public → centre-ville

Les trajets fréquents doivent être le plus courts possible tandis que les trajets effectués rarement peuvent être plus longs. C'est la base du «modèle des lieux centraux» de Christaller. La centralité représente l'intérêt que revêt un lieu central au-delà de l'approvisionnement de ses propres habitants. Christaller a développé ses conclusions sur cette question en identifiant des modèles de répartition spatiale des agglomérations urbaines dans le paysage culturel et en voulant expliquer leurs régularités en termes de disposition spatiale.

La théorie de la ville des courtes distances part de la centralité de Christaller [11] et passe par l'entre-ville de Sieverts [12] et la «ville-réseau nodale» d'Oswald [13] pour parvenir à la primauté du quartier en tant que lieu central de la vie quotidienne.

Entre-ville

Thomas Sieverts a baptisé «entre-ville» la forme urbaine suburbaine ou périurbaine qui s'est de plus en plus répandue après la Seconde Guerre mondiale. Il justifia son apparition de la manière suivante: «En choisissant un lieu d'implantation, de nombreuses familles et petites entreprises cherchent, chacune

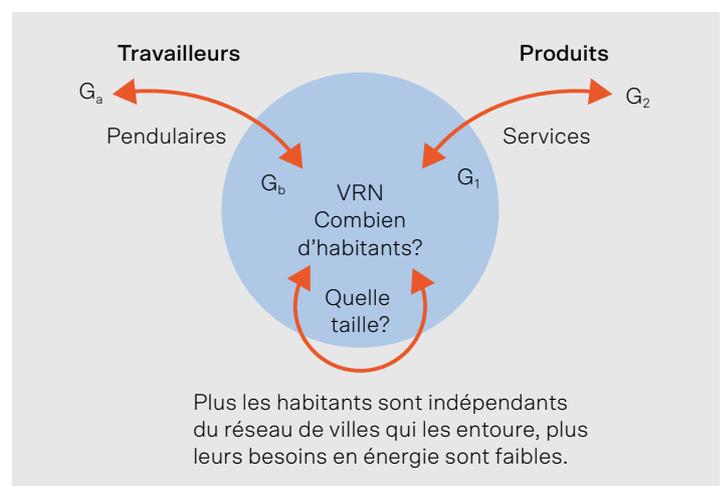
conformément à son budget, à concilier trois objectifs en conflit entre eux: la proximité avec la nature, la faible distance avec les services répondant à leurs besoins quotidiens (commerces, écoles, médecins, etc.) et le raccordement au réseau de transport régional pour bénéficier du marché du travail et des débouchés régionaux.» [12]

«Ville-réseau nodale»

Ce conflit entre la proximité de la nature, des besoins quotidiens et du travail a ensuite fait naître le concept de «ville-réseau nodale» (également appelée «Netzstadt», ou ville-réseau, par Franz Oswald [13]) comme antithèse à l'étalement urbain. Une «ville-réseau nodale» est donc une forme urbaine de grande qualité, conçue pour une gestion durable des ressources. Oswald a développé différents scénarios de transformation en ce sens. Ce nouveau type d'urbanité se caractérise par la concentration de flux massifs de personnes, de marchandises et d'informations aux points nodaux du réseau.

La «ville-réseau nodale» (ou centre moyen selon Christaller) se compose de plusieurs quartiers ou petits centres. Elle est particulièrement durable lorsque le mixte de main-d'œuvre ou d'emploi, ou celui des produits et des services proposés et demandés est équilibré. Cela favorise une solide auto-suffisance.

Illustration 4.9: La «ville-réseau nodale» (VRN) selon Oswald couvre tous les besoins de la vie quotidienne et besoins périodiques. Les besoins qualifiés, comme l'hôpital, l'université, les biens d'investissement, la culture, les aéroports, les marchés spécialisés, les centres commerciaux sont bien desservis par les TP ou le TIM. Le nombre de pendulaires qui sortent de la VRN (G_a) et qui y rentrent (G_b) doit être le plus petit possible. Même chose pour les produits et les services qui sont importés (G_1) ou exportés (G_2). (Source: Nüesch Development)



Appliqué à l'ensemble de la Suisse, le concept de «ville-réseau nodale» signifie que les nombreuses petites villes et grandes agglomérations du Plateau sont réunies dans un réseau. Les nœuds existants doivent être optimisés tant qualitativement que quantitativement et les nœuds manquants peuvent être développés de zéro pour s'approcher de l'idéal de Christaller. Pour cela, il faut que ces nœuds soient denses, mixtes et bien connectés et donc composés de quartiers durables.

Les réflexions urbanistiques qui nous guident de la centralité à la ville des courtes distances en passant par l'entre-ville et la «ville-réseau nodale» sont faciles à comprendre. En voici les principaux piliers:

- Nous passons de plus en plus de temps à voyager entre nos lieux d'activité, ce qui entraîne une diminution de la qualité de vie et de la performance de notre société.
- La concentration des emplois dans les grands centres entraîne une paralysie du trafic et une très forte hausse des prix des logements, mais aussi la rétrogradation des petites villes en cités-dortoirs.
- La croissance démographique nécessite toujours plus d'espace. La disparition de terres arables que cela entraîne doit être enrayerée.
- Les inquiétudes relatives au climat et à la consommation d'énergie nous obligent à optimiser. De nouvelles solutions techniques nous le permettent en partie (consistance), mais nous devons aussi gérer nos ressources plus rigoureusement (efficacité) et, si nécessaire, réduire nos exigences (sobriété).
- Les seuls moyens de transport adaptés aux milieux urbains denses sont la marche, le vélo et les transports publics. La voiture consomme beaucoup trop de surface (voir chapitre 9.1, Besoin de surface des transports).

Conclusion

La ville des courtes distances peut permettre de sortir de l'impasse de la ville conçue pour les voitures. Mais pour cela, il faut qu'elle soit plus qu'un simple slogan. L'aménagement du territoire actuel doit être révisé, la primauté des plans de zone doit être repensée, les concepts d'habitat et de travail innovants doivent être encouragés. Nous sommes tous invités à repenser nos modèles de vie. Ce processus doit être mené de manière coopérative avec toutes les parties prenantes pertinentes.

4.9 Densification vers l'intérieur, et ensuite?

Densité, diversité, connectivité!

La ville du futur est verte et décentralisée! Elle est composée de nombreux nœuds de différentes centralités, bien reliés entre eux, denses et avec des affectations mixtes. Chaque nœud est un quartier durable qui présente une qualité de vie élevée. On y trouve tout ce dont on a besoin dans la vie quotidienne. Ce dont on a besoin de manière périodique est facilement accessible en TP.

Densification vers l'intérieur

Même si la densification dans l'existant est aujourd'hui l'axe reconnu du développement urbain en Suisse, les premières expériences montrent qu'elle est extrêmement ardue et mal acceptée par la population directement concernée. Pour contrer le principe de Saint Florian, il faut avoir recours à des procédures de planification complexes.

Le développement vers l'intérieur n'est pas non plus toujours durable. L'évaluation des trois domaines de durabilité fournit souvent des résultats contradictoires:

- Société: lorsqu'une transformation coûte plus cher qu'une nouvelle construction, la densification de l'existant exclut les groupes socialement

faibles. On le voit bien avec les prix des logements dans les zones qui ont été densifiées, où il y a souvent moins de personnes sur plus de surface après les travaux qu'avant. On a alors une dissociation de la ville. Les plus faibles socialement et économiquement sont poussés hors de la ville.

– Environnement: d'un point de vue écologique, il est judicieux de conserver le plus de substance bâtie possible. Elle doit cependant être remise à niveau sur le plan énergétique, ce qui provoque une hausse des prix. Il faut donc peser soigneusement le pour et le contre pour déterminer si le maintien est judicieux ou si une démolition suivie d'une nouvelle construction est plus pertinente d'un point de vue économique et social. Si la substance bâtie est en mauvais état, la construction d'un nouveau quartier peut s'imposer comme une solution plus durable que le développement du quartier existant.

– Économie: la problématique économique de la densification vers l'intérieur se reflète dans le recul, ces dernières années, du secteur de la construction. Bien que le marché (et notamment celui du logement) soit en ébullition, les promoteurs hésitent. Diverses raisons expliquent cela: les procédures de planification de plus en plus compliquées et les oppositions susceptibles d'entraîner retards ne sont que les plus évidentes. Lorsque de nombreuses parties prenantes doivent cohabiter dans un espace restreint, des intérêts divergents s'affrontent.

À court terme, nous n'avons d'autre choix que de densifier et d'optimiser les villes existantes. De nouveaux quartiers à haute densité et à affectation mixte peuvent être construits à l'intérieur des zones à bâtir existantes, là où il y a une bonne connectivité. Les bâtiments vétustes ne pouvant être rénovés avec un effort raisonnable sont alors remplacés.

Au-delà de la densification vers l'intérieur

Plus la densification vers l'intérieur progresse, plus le processus devient difficile. De plus en plus de personnes vont s'élever contre la densification de leurs quartiers, arguant du stress lié à la densité. La construction de nouveaux quartiers pour remplacer des quartiers vétustes déclenchera sûrement des manifestations, des pétitions et des initiatives. Nous devons peut-être même envisager de construire de nouveaux quartiers en dehors des zones à bâtir actuelles, en échange de surfaces inutilement classées en zone à bâtir dans les régions rurales.

À cause du vieillissement de la population, la Suisse a besoin d'une main-d'œuvre plus jeune venant de l'étranger. Pour créer l'habitat nécessaire à une population (modérément) grandissante, nous n'aurons peut-être pas d'autre choix, à moyen terme, que de construire de nouvelles villes respectueuses du climat et exemptes de CO₂ en rase campagne. Nous devons peut-être même envisager ce qui était jusqu'ici impensable: construire de nouveaux quartiers denses en dehors des zones d'habitation actuelles tout en déclassant les zones à bâtir non construites situées à des endroits inappropriés!

Ces nouvelles zones à bâtir établissent des centralités secondaires et tertiaires à la périphérie et en dehors des régions métropolitaines actuelles. Elles doivent être bien desservies (niveau de qualité de desserte par les TP: au moins C) et densément constructibles. Il faudrait qu'elles soient regroupées avec les zones d'habitation existantes pour former des quartiers d'environ 10 000 habitants afin que tous les besoins quotidiens puissent être couverts à pied. Un plan directeur et un plan de zone sont indispensables! Pour que la densification de la Suisse soit durable, on peut envisager les étapes intermédiaires suivantes:

- Densifier les quartiers existants et mieux utiliser les offres disponibles

- Diviser les villes en quartiers autonomes et les équiper des services nécessaires
- Regrouper les lotissements ou villages voisins trop petits et construire des quartiers denses dans les espaces intermédiaires qui les séparent aujourd'hui.
- Concentrer les habitats ruraux dispersés et améliorer leur connectivité
- Rendre l'habitat alpin plus attrayant pour les nomades digitaux et les seniors (proximité numérique).

4.10 Sources

- [1] Republik. Nicht ganz verdichtet, 23.08.2023. Page uniquement en allemand. https://bit.ly/rep_wo
- [2] Amt für Raumentwicklung, Baudirektion Kanton Zürich. Glossar zum Begriff Dichte, Zürich, 2015. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/are_vd
- [3] Hugentobler, M. Il y a densité et densité – De l'importance de bien distinguer les différentes qualités de densité, Centre national d'information sur le patrimoine culturel NIKE-Bulletin 4/2016, Liebefeld, 2016. <https://bit.ly/3LXfLp0>
- [4] Meadows, D. et al. Limits to Growth. Universe Books, New York, 1972. https://bit.ly/Limits_Growth
- [5] Stadtentwicklung Zürich. Sozialräumliche Aspekte beim Planen und Bauen – Eine Arbeitshilfe, Zürich, 2015. Page uniquement disponible en allemand et en anglais. <https://bit.ly/StadtZH>
- [6] Moneypark/Alacasa. Wohnraumstudie 2015, Zürich, 2015. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/mp_alc
- [7] Rifkin, J. Access. Das Verschwinden des Eigentums, Campus, Frankfurt am Main 2000. Ouvrage en allemand.
- [8] Message du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale à l'appui d'un projet de loi modifiant le livre quatrième du code civil (Copropriété et propriété d'étages) du 7 décembre 1962. Feuille fédérale 1962 II. <https://bit.ly/3LVNpex>
- [9] Nüesch Development. MuKaSo-Index – Bewertungstool für attraktives Wohnen in erhöhter Dichte, Zürich, 2016. En allemand uniquement.
- [10] Randelhoff, M. Das konstante Reisezeitbudget. Auf www.zukunftsmobilitaet.net, Page Web uniquement en allemand, consultée en novembre 2023. https://bit.ly/march_k

- [11] Christaller, W. Die zentralen Orte in Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischer Funktion, Nachdruck der Ausgabe von 1933, Darmstadt, 1980. Ouvrage en allemand.
- [12] Sieverts, T. Zwischenstadt. Zwischen Ort und Welt, Raum und Zeit, Stadt und Land, Vieweg, Braunschweig, 1997. Ouvrage en allemand.
- [13] Oswald, F., Baccini P. Netzstadt: Einführung in das Stadtentwerfen, Birkhäuser, Basel, 2003. Ouvrage en allemand.

Outils et instruments

- Sozialräumliche Aspekte beim Planen und Bauen – Eine Arbeitshilfe, Zürich, 2015. Page uniquement disponible en allemand et en anglais.
<https://bit.ly/StadtZH>
- MuKaSo-Index – Bewertungstool für attraktives Wohnen in erhöhter Dichte, Zürich, 2016. En allemand uniquement.

Société

**Christine Steiner
Bächi**

5.1 Évolution des valeurs

Notre façon d’habiter, de travailler, de consommer, de nous nourrir et d’occuper notre temps libre est en train de changer à un rythme rapide. La perception de l’habitat ne cesse d’évoluer, au gré des tendances sociales et des préférences individuelles. Le monde du travail se métamorphose à toute vitesse et en profondeur, en particulier sous l’impulsion de la digitalisation. A cela s’ajoute le changement démographique. Toutes ces évolutions ont des répercussions sur la demande de logements, d’espaces commerciaux et de services.

Sphères de vie

Dès la fin des années 1980, les architectes, sociologues et bailleurs at-

tachent une grande importance aux activités collectives et aux offres d’approvisionnement de proximité dans les agglomérations et les quartiers lors du développement de l’habitat. Après d’intenses discussions, des espaces dédiés aux échanges communautaires et aux besoins quotidiens sont créés dans tous les projets précurseurs. Presque à chaque fois, le résultat s’est avéré décevant lors de l’exploitation: les locaux étaient peu utilisés, les commerces n’étaient pas rentables, les exploitants changeaient souvent et, à la fin, les surfaces demeuraient inoccupées. Une bonne génération plus tard, la société n’est plus la même. Elle n’est pas seulement prête pour le concept 2.0 des sites et quartiers à vivre: elle l’attend. Si

 <p>Individualisation Principe culturel du monde occidental; liberté de choix, mais culture du «nous»</p>	 <p>Gender Shift Modification des rôles dans l’économie et la société</p>	 <p>Silver Society La population vieillit et le nombre de personnes âgées augmente</p>	 <p>Culture de la connaissance Accès illimité au savoir grâce à Internet</p>
 <p>New Work Disparition des frontières entre la sphère privée et le travail</p>	 <p>Santé Concerne tous les domaines de la vie et les nouvelles attentes envers le système de santé</p>	 <p>Néo-écologie Réorientation des valeurs de la société mondiale</p>	 <p>Connectivité Un changement sociétal dominé par la connectivité</p>
 <p>Mondialisation Libre-échange des biens et des idées</p>	 <p>Urbanisation Les villes du monde entier sont de plus en plus peuplées</p>	 <p>Mobilité Besoins croissants et diversité des formes de mobilité</p>	 <p>Sécurité Perception de l’insécurité; recherche de la sécurité</p>

Illustration 5.1: Les 12 mégatendances qui, selon le Zukunftsinstitut allemand, sont les grands moteurs du changement social. (Source: Zukunftsinstitut)

les conditions cadres ont changé par rapport aux années 1980, les besoins des gens aussi. Leurs sphères de vie sont influencées par les mégatendances sociétales [1] qui se dessinent, mais aussi et surtout par les projets de vie des générations X, Y et Z [2].

Alors que dans les années 1980, la durabilité sociale était encore une initiative des promoteurs immobiliers privés, elle est aujourd'hui portée par des coopératives, dont la particularité est généralement de faire participer leurs membres coopérateurs au développement des espaces d'habitat et de vie. Leur degré d'implication et de participation aux décisions dépend de la forme de chaque organisation, selon la devise: «Nous ne construisons plus *pour* les gens, mais *avec* les gens».

Le changement démographique a aussi une grande influence sur le changement de valeur sociétal. Il transparait dans la mégatendance de la «Silver Society». Avec le glissement de la pyramide des âges vers les générations plus âgées, l'habitat intergénérationnel éveille de plus en plus l'intérêt. Cela devrait d'ailleurs se renforcer, cette «tranche d'âge» englobant désormais deux générations. La tendance à réduire ses possessions est principalement attribuée aux plus jeunes générations. Des concepts de

partage pour les biens les plus divers voient naturellement le jour (voir chapitre 2.4, Impossible sans sobriété).

Sphères de travail

La transformation numérique et la pandémie de coronavirus ont profondément modifié le monde du travail. Ce phénomène est regroupé sous la mégatendance «New Work», laquelle fait état d'un amincissement au quotidien des frontières entre la vie privée et le travail. Le télétravail ou le travail en espace de co-working sont désormais équivalents au travail en entreprise et sont considérés comme tout aussi attractifs. La connectivité numérique mondiale a également modifié les besoins vis-à-vis de l'environnement local. On peut commander ce que l'on veut sur Internet et se faire livrer presque partout. On peut ainsi passer plus de temps chez soi et dans son environnement proche. La durée d'utilisation du domicile augmente et de nouvelles exigences ou attentes vis-à-vis du site ou du quartier apparaissent.

Illustration 5.2: Avec son offre d'espaces variés pour le logement, le travail, les commerces, les services, la culture et la communauté, le site Zollhaus incarne un lieu vivant, ouvert sur le quartier, qui expérimente de nouvelles possibilités de vivre ensemble. (Source: Coopérative Kalkbreite, photo: Martina Meier)



5.2 Programmer et développer

Analyse du lieu

La compréhension du lieu et les concertations avec les futurs usagers et personnes concernées constituent le point de départ de tout développement de site ou de quartier. Il s'agit de déterminer ce qui rend le lieu spécifique, quelles personnes doivent ou souhaitent y vivre et la manière dont ce lieu de vie doit être aménagé et utilisé. Comprendre un lieu, ce n'est pas seulement connaître sa topographie, ses infrastructures existantes ou son potentiel de développement urbanistique. Un lieu est caractérisé par l'utilisation actuelle qui en est faite. Qui se trouve dans le quartier aujourd'hui? Comment la surface est-elle utilisée? Quels besoins sont satisfaits? Quels problèmes sociaux sont identifiés? Les mêmes questions se posent concernant le futur projet de développement et son concept d'affectation. Quelles personnes utiliseront ce lieu et quels seront leurs besoins à l'avenir?

Visions de la «durabilité sociale»

La perspective suivante porte sur l'intégration de la projection du lieu dans son contexte. Qui est déjà là et quels be-

soins propres à l'environnement du site ou du quartier affectent ce site ou ce quartier? Quelles interfaces existent et qui peut profiter de quel contexte?

Pour recueillir toutes ces informations et échanger avec les différentes parties prenantes, il faut un processus soigneusement défini. Et du temps. Celui-ci ne doit pas être sous-estimé. Il faut du temps pour développer des idées et des visions. Il faut aussi du temps pour les transmettre aux personnes sur place (voir chapitre 3.3, Participation).

Dans l'idéal, le développement des visions et leur mise en œuvre peuvent être combinés. Cela nécessite de l'information, de l'implication et des processus participatifs. On commence par développer les éléments clés de la vision d'un site ou d'un quartier, basées sur les trois piliers de la durabilité: la société, l'écologie et l'économie. Le guide «Sozialräumliche Aspekte beim Planen und Bauen» de la ville de Zurich [3] ou un standard comme SNBS-Quartier (voir chapitre 11.3) peuvent être utilisés comme outils pour différencier, par exemple, les aspects sociaux (voir chapitre 11.3).

Mixité d'affectations

La combinaison des différentes affectations et la densification de la qualité de



Illustration 5.3: Depuis 2024, le quartier Guggach III, à Zurich, propose des logements, des espaces extérieurs, du sport, des écoles, des commerces, des espaces communautaires et un café. La combinaison d'affectations très diverses contribue à une densification de qualité et à augmenter la qualité de vie. (Source: Stiftung Einfach Wohnen / Donet Schäfer Reimer Architekten / Weyell Zipse Architekten GmbH)

vie qui en résulte sont une combinaison essentielle de durabilité sociale. On peut combiner le logement avec des utilisations des rez-de-chaussée qui répondent aux besoins quotidiens. Elles peuvent être diverses, allant de l'épicerie de quartier au café du coin en passant par le mécanicien en cycles, l'espace de co-working ou l'atelier de réparation. On apporte ainsi une réponse aux besoins des personnes.

Espaces extérieurs

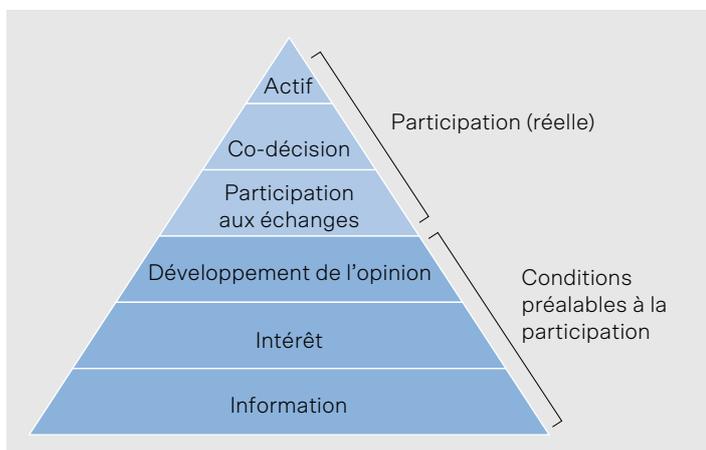
L'aménagement des espaces extérieurs est un autre aspect central de la durabilité sociale des sites et des quartiers. Compte tenu de la densification voulue pour que ces derniers deviennent des espaces intensément vivants, il faut en parallèle créer des espaces extérieurs. Des espaces où l'on peut se détendre et se rencontrer. Où l'énergie humaine peut être régulée, à proximité immédiate, spatialement et temporellement, dans l'esprit de la ville des courtes distances (voir chapitre 4.8, [4]).

5.3 Planifier et bâtir

Durabilité sociale

Les habitants actifs des quartiers réclament de plus en plus de durabilité sociale, faisant de celle-ci un facteur déterminant dans le processus d'autorisation. Impliquer signifie ici faire en sorte que les personnes concernées deviennent participantes.

Illustration 5.4: Les conditions à la participation (réelle).



Mais comment faire pour garantir que les idées et les visions en matière de durabilité sociale soient bien mises en œuvre dans le processus de planification et de construction? Les idées ont besoin de porte-parole et de parrains. Durant le processus de planification et de construction, la participation devient déterminante pour la mise en œuvre de la vision de la «durabilité sociale». En s'appuyant sur cette vision, il faut se demander qui doit être sollicité pour telle ou telle thématique du projet et qui doit être impliqué dans tel ou tel processus. Cela nécessite d'analyser minutieusement les attentes et de déterminer celles qui peuvent être satisfaites.

Participation

La participation peut être associée à divers niveaux d'interaction, allant de la simple information à la co-construction en passant par l'implication. Le niveau de participation visé doit être défini pour chaque étape du projet. Par exemple, quel est l'objectif d'un événement? S'agit-il de communiquer sur la vision du développement du site ou de fournir des renseignements sur les idées mises en œuvre? Est-ce que la participation des parties prenantes est envisagée? Faut-il recueillir d'autres idées? L'objectif de la campagne d'information menée en amont du dépôt de la demande de permis de construire est-il uniquement de convaincre les éventuels opposants du bien-fondé de la démarche ou d'obtenir une véritable participation?

Le processus de participation est pertinent lorsque l'on dispose d'une vraie marge de manœuvre pour concevoir et prendre des décisions. Il faut également avoir suffisamment de temps. Surtout, il faut toujours garder à l'esprit que c'est au début d'un projet que la capacité d'influence est la plus importante. Il faut donc impliquer les groupes d'intérêt très tôt et inciter les personnes concernées à participer. En s'appuyant sur toute une variété d'expériences, la ville de Lucerne a élaboré un guide des processus participatifs [5].

5.4 Affecter et exploiter

La durabilité sociale, dont découle la qualité de vie, est l'apanage de lieux où des gens sont présents pour les autres. Cela se traduit par exemple par des services à domicile, de services ou d'offres dans les quartiers ou les sites. Les développements qui proposent un spectre d'offres «urbaines» rencontrent un franc succès. Le principe de la ville des courtes distances ([4], voir chapitre 4.8) pose le cadre du style de vie basé sur de courtes distances cher à Timo Ohmacht, sociologue des transports [7].

Des services sur le site ou dans le quartier

Par services, on entend ici toute une palette de propositions variées, comme des guichets d'information, des services de colis, des ateliers de réparation, des chambres d'amis et bien d'autres encore [6]. Les offres de partage de voitures ou de vélos-cargos, par

exemple, permettent une mobilité adaptée. Les restaurants, les commerces de détail ou encore les étals de marché contribuent à l'approvisionnement du site ou du quartier. Le guichet d'information est à la fois un service et un point de rencontre pour les habitants. La présence d'une chambre d'amis commune fait gagner de la place dans les appartements et connecte les hôtes dans le bâtiment. On répond ainsi aux besoins tout en promouvant les liens sociaux.

Affectations communes

Au sujet des affectations collectives, voici le type de questions qui se posent: de quelle surface a-t-on besoin? Comment s'assurer que l'offre est adaptée, suffisante et utilisée, mais pas non plus trop vaste? Moins, c'est souvent mieux. Les offres doivent être planifiées à petite échelle. Leur exploitation a ainsi plus de chances d'être rentable et elles

Un projet artistique pour catalyser la mise en réseau?

La participation peut également être encouragée par le biais d'un projet artistique, comme c'est le cas à Guggach III (Zurich). Kateřina Šedá, une artiste tchèque, y a lancé Radio Guggach, un projet social de voisinage d'une durée de trois ans, dont l'objectif est que les habitants du quartier

fassent connaissance. Les émissions donnent la parole aux habitants actuels et futurs. Ainsi, avant même d'emménager dans les nouveaux logements ou d'entrer à l'école, la première pierre de la mise en réseau des habitants actuels et futurs du quartier et du site est posée [8].



Illustration 5.5: Radio Guggach est un projet social de voisinage du quartier Guggach III, à Zurich. Depuis le studio de radio mobile visible en arrière-plan, on parle du quartier et des personnes qui y vivent déjà ou qui vont s'y installer. (Source: Kateřina Šedá)

sont plus susceptibles d'être déployées avec l'intensité nécessaire et de ne pas laisser de surfaces vides et vacantes.

Le guichet d'information, un point de contact

Le guichet d'accueil ouvert à tous les résidents du site de Trift, à Horgen, est par exemple devenu une vraie *success story*. Les gens viennent y chercher des renseignements sur des sujets très divers. Depuis 2021, l'objectif de ce guichet est aussi de développer des stratégies pour susciter l'engagement et soutenir le vivre ensemble sur le site. C'est un lieu d'échange créatif et durable de ressources. Les idées et les besoins des résidents sont pris en compte et développés collectivement. Cela leur donne de l'espace et de la force. Sans un tel catalyseur, les initiatives s'essouffle-

raient. Or elles sont essentielles à la vie communautaire du site.

Constitution d'une communauté

Les communautés qui fonctionnent se caractérisent par de la médiation et de l'activation, mais surtout par la diversité de leurs participants. Qui habite déjà là? Qui gère un commerce? Qui manque-t-il dans la communauté? Une programmation minutieuse et le fait de permettre la participation, la prise de responsabilité et la co-décision sont les conditions essentielles pour qu'une communauté puisse se réinventer et donc rester vivante et attrayante.

Il existe pléthore d'outils de Community Building. Voici quelques exemples qui ont été testés lors du développement de nouveaux sites:

– À Erlenmatt Ost (Bâle), un blog de quartier a été créé.

Des containers au service de la diversité

La résidence temporaire Fogo est gérée par la fondation «Einfach Wohnen», par un réseau de jeunes et par l'organisme pour demandeurs d'asile de Zurich. Elle combine des logements pour les personnes réfugiées et de jeunes adultes en formation avec des offres innovantes de restauration, de petits commerces, de culture et de formation. Il en résulte un lieu où l'on habite

et travaille, un lieu propice à la détente, au jeu, aux rencontres et aux projets participatifs. L'espace extérieur du site est librement accessible et comporte une place de jeu. À la Cuisine, la buvette du quartier, une stratégie d'alimentation et de restauration durable a été instaurée. Les gens sont invités à cuisiner ensemble et à mettre en place des projets.



Illustration 5.6: Le lotissement temporaire Fogo, à Zurich, est un espace où l'on réside, travaille, se détend et fait des rencontres. (Source: AOZ)

- Dans le projet du quartier Hunziker (Zurich), des espaces collectifs ont été proposés.
- À Erlenmatt West (Bâle), des ambassadeurs sont chargés de veiller à la vie communautaire et de la mise en réseau des habitants [9].
- Sur le site de Trift (Horgen), des événements comme des marchés ou d'autres actions sont régulièrement organisés pour soutenir le vivre ensemble.
- Dans le lotissement Fogo (Zurich Altstetten), diverses initiatives comme un marché, des ateliers cuisine ou des rencontres de voisins sont organisées pour

Conseils pour revaloriser un quartier

Des informations complémentaires sur la revalorisation de quartiers existants sont fournies au chapitre 3.6. Par ailleurs, le «Manuel de développement de quartier» de l'Office fédéral du développement territorial, dans la rubrique D [10], fournit des conseils utiles en matière de durabilité sociale, avec des exemples pratiques issus des champs d'action suivants:

- **Activités socioculturelles**

Message clé: les activités socioculturelles dans les domaines du sport, de la culture, des loisirs ou de la formation informelle répondent au besoin de vie sociale, de contact et d'échange.

Des exemples concrets sont fournis, notamment sur les thèmes «Fêtes de quartier», «Midnight Sports», «Rencontres pour seniors», «Cantine», «Cuisine communautaire interculturelle».

- **Intégration et participation**

Message clé: l'intégration et la participation à la conception de l'espace de vie favorisent les compétences linguistiques et l'inclusion de différents groupes de population. Ainsi naît le sentiment d'appartenance.

Des exemples concrets sont fournis, notamment sur les thèmes suivants: «Café des langues pour les femmes», «Coaching associatif», «Cours de rattrapage», «Bricolage dans le parc», «Rencontre de quartier en tant que plateforme d'intégration».

- **Approvisionnement de proximité et services publics**

Message clé: les magasins et les bureaux, mais aussi les rencontres de quartier, les écoles, les jardins d'enfants, la poste, les bibliothèques, les pharmacies et les cabinets médicaux

animent l'espace public et le rendent plus sûr.

Des exemples concrets sont fournis, notamment sur les thèmes «Centre de rencontre», «Équipements publics dans le lotissement», «Conseil aux mères et aux pères», «Espace jeunes».

- **Habitat**

Message clé: l'habitat joue un rôle prépondérant dans la création de l'adresse du quartier. Les espaces verts et les places bien aménagées invitent à faire de l'exercice, à jouer ou à faire la fête. C'est dans ces lieux que l'estime collective et la participation peuvent se développer.

L'«appropriation» réduit la négligence et l'abandon d'ordures.

Des exemples concrets sont fournis, notamment sur les thèmes «De nombreux nouveaux espaces extérieurs pour le quartier», «Journée des voisins et des jardins ouverts» et «Clean Up Day».

- **Image du quartier**

Message clé: pour que la population s'y sente bien, l'image du quartier doit être soignée. Des projets artistiques, un *corporate design*, des projets d'affectations temporaires et un travail médiatique sont autant d'outils qui aident à renforcer la compréhension et la conscience de soi au sein du quartier.

Des exemples concrets sont fournis, notamment sur les thèmes «Un regard d'artiste change l'image du quartier», «Le travail visuel du quartier», «Tour dans mon quartier», «Newsletter», «Plan de communication», «Affectation intermédiaire culturelle».

que les différentes personnes qui habitent et travaillent dans le quartier tissent des liens.

Applications de site ou de quartier

D'une manière générale, les gens souhaitent avoir plus de possibilités de contact. Les plateformes numériques offrent aujourd'hui un large éventail de possibilités en ce sens. Techniquement parlant, elles permettent aussi de connecter des systèmes très variés, comme la gestion de l'énergie, les réservations, la logistique, les fonctions d'accès et la mobilité. Ces plateformes permettent d'inciter les habitants à modifier leur comportement. On peut par exemple leur transmettre un compte-rendu de la consommation d'énergie de leur foyer. Dans ce cas, un bon accompagnement en termes de communication, avec, par exemple, des conseils pour faire des économies d'énergie ou des informations sur la mobilité, est important [11]. Le caractère local de ce type de plateformes ramène ainsi la connectivité mondiale à la plus petite unité: le voisinage.

La première application a été mise en place en 2014 sur le site 2000 watts d'Erlenmatt West [12]. D'autres quartiers et sites, comme Greencity [13], Rütihof [14] ou Buchegg II, de la coopérative Waidberg (Zürich), lui ont ensuite emboîté le pas. Au Rütihof, l'ETH Wohnforum s'est penchée sur le voisinage numérique et a mis en place une plateforme pour les usagers. Sa «market-place» est particulièrement utilisée, mais elle sert aussi à partager des informations sur des événements.

Évaluation

Pour un site en exploitation, il est intéressant de procéder à un monitoring ou une évaluation de sa durabilité sociale (voir chapitre 3.5). Trois ans après la mise en service du site Guss, la ville de Bülach a confié l'évaluation de la satisfaction de ses habitants, des gérants de ses commerces et du reste de la population de la ville à la Haute école de Lu-

cerne, qui a appliqué la méthode Participatory Learning and Action (PLA). À l'occasion d'un séminaire d'une semaine, les étudiants ont effectué de nombreux entretiens avec la population, puis en ont consigné les résultats dans un rapport [15].

5.5 Sources

- [1] Zukunftsinstitut. Megatrends. Frankfurt am Main. www.zukunftsinstitut.de, consulté en novembre 2023
- [2] Schnetzer, S. Generation X, Y, Z. Kempten (Allgäu). <https://simon-schnetzer.com/generation-xyz>, consulté en novembre 2023.
- [3] Stadtentwicklung Zürich. Soziale-räumliche Aspekte beim Planen und Bauen – Eine Arbeitshilfe. Zurich, 2015. <https://bit.ly/StadtZH>
- [4] Kemper F.-J., Kulke E., Schulz M. Die Stadt der kurzen Wege, Verlag Springer, 2012.
- [5] Ville de Lucerne (éd.). Leitfaden partizipative Planungsprozesse. Lucerne, 2020. https://bit.ly/S_LU
- [6] SuisseEnergie (éd.). Offre de services sur les Sites 2000 watts – Donner vie à un site. Berne, 2016. <https://bit.ly/3U6Jerc>
- [7] Entretien avec Timo Ohmacht, «In der Mobilität der Zukunft brauchen wir kurze Wege», GoGreen, 2021. <https://bit.ly/GoGre>
- [8] www.radiogugga.ch
- [9] Site 2000 watts. Community Building. <https://bit.ly/404tYbH>, consulté en novembre 2023.
- [10] Office fédéral du développement territorial et al (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>
- [11] Office fédéral de l'énergie (éd.). Erkenntnisse aus dem 2000-Watt-Labor. Berne, 2020. <https://bit.ly/2000Wlab>

- [12] Ein Stadtteil auf dem Tablet. Sur www.netzwoche.ch. Zurich, 9 mars 2015. <https://bit.ly/NW15>
- [13] Grau, Ch. So lebt es sich mit einer Quartier-App. Sur www.netzwoche.ch. Zurich, 9 mai 2018. <https://bit.ly/NWQApp>
- [14] Rist E. Wie Apps das Quartierleben bereichern. Sur www.tagesanzeiger.ch. Zurich, 21 octobre 2023.
- [15] Ville de Bülach (éd.). Projektbericht: Wie lebt es sich im Guss? Studienwoche der Hochschule Luzern – Soziale Arbeit. Lucerne, 2022.

Outils et instruments

Union des villes suisses UVS et al.

Réseau Quartiers Vivants.

<https://lebendige-quartiere.ch/?lang=fr>

Économie

Katrin Mark

6.1 Défis et tendances

Les explications suivantes font surtout référence aux sites, mais peuvent toutefois aussi être appliquées aux quartiers.

Changement structurel et changement sociétal

La transformation globale du secteur immobilier est l'un des principaux enjeux qui concerne aussi les sites. Elle est une conséquence inévitable de l'évolution des valeurs sociétales, qui est aujourd'hui en grande partie déterminée par des sujets d'ordre supérieur comme la digitalisation ou le changement climatique. Les exigences liées aux lieux et aux affectations évoluent au gré des projets de vie, des nouvelles formes de travail et des nouveaux comportements en matière de mobilité (voir aussi chapitre 5.1).

Les investisseurs et les détenteurs de capitaux doivent prendre en compte ces défis et ces tendances lorsqu'ils prennent des décisions dans une perspective de performance. Pour pouvoir garantir un rendement stable, les stratégies immobilières doivent non seulement refléter, mais aussi anticiper les dispositions réglementaires et le changement structurel économique et sociétal.

Lors du développement de sites et de quartiers, de plus en plus de tensions affleurent entre les attentes indivi-

duelles de rendement et les besoins de la société en logements et en espaces de travail abordables (voir chapitre 2.6).

Dispositions réglementaires

La politique climatique pèse de plus en plus sur les questions d'économie immobilière et les stratégies des entreprises. Son objectif est d'orienter les flux financiers vers des projets durables. Mais tant que la législation suisse fera preuve de frilosité dans ce domaine, nous devons nous orienter à l'aide de concepts et de directives internationales, comme la taxinomie européenne. L'ordonnance correspondante [1] a été adoptée à Bruxelles en 2020 et détermine le cadre des investissements écologiques durables à l'échelle de l'UE. L'objectif est de réduire considérablement les émissions de CO₂ et d'accélérer la mutation de l'ensemble des secteurs économiques en vue de préserver le climat [2].

Pour déterminer si une activité économique est durable au sens de la taxinomie européenne, on se réfère à un système de classification harmonisé des domaines climat, environnement et société [3]. Les critères ESG (Environnemental, Social and Corporate Governance) et l'accord de Paris sur le climat (voir chapitre 1.4, Secteur financier) visent les mêmes objectifs à l'échelle mondiale.

Exigences de la taxinomie européenne pour les activités économiques	Objectifs environnementaux de la taxinomie européenne
<ul style="list-style-type: none"> - Contribuer de manière significative à la réalisation d'au moins un objectif environnemental - Ne pas causer de préjudice important à un autre objectif environnemental - Répondre à des critères d'évaluation technique économiquement fondés, définis dans le règlement - Répondre à des standards minimaux en matière d'impact social et de gouvernance 	<ul style="list-style-type: none"> - Protection du climat - Adaptation au changement climatique - Utilisation durable des ressources en eau - Passage à une économie circulaire - Prévention et réduction de la pollution de l'environnement - Protection et restauration de la biodiversité

Tableau 6.1: Taxinomie européenne – Aperçu des exigences pour les activités économiques et des objectifs environnementaux poursuivis.

Conformément aux exigences réglementaires de la taxinomie européenne, un reporting étroitement lié aux critères ESG est dorénavant imposé. L'ESG est un cadre reconnu à l'international, qui permet d'évaluer les activités économiques, les fonds ou les portefeuilles au regard de critères environnementaux, sociaux et de gouvernance d'entreprise. L'objectif est de créer chez les acteurs du marché financier une norme commune à tous les marchés et qui intègre les risques de durabilité. Dans leurs processus, les acteurs du marché financier doivent donc également tenir compte des effets qui ont un impact négatif sur la durabilité.

Les lois européennes sont avant tout pertinentes pour les organisations actives à l'international. La taxinomie de l'UE a toutefois un impact direct sur le marché financier suisse et aura donc aussi une influence sur les standards utilisés en Suisse. Mais pour l'instant, ce sont les réglementations nationales, fortement axées sur la protection du climat, qui continuent de prévaloir dans notre pays. Il n'existe en tout cas pas encore de cadre comparable à la taxinomie européenne. Le rapport du Conseil fédéral de décembre 2022 [4] se

contente seulement d'esquisser les domaines d'action susceptibles de soutenir la durabilité du secteur financier en Suisse.

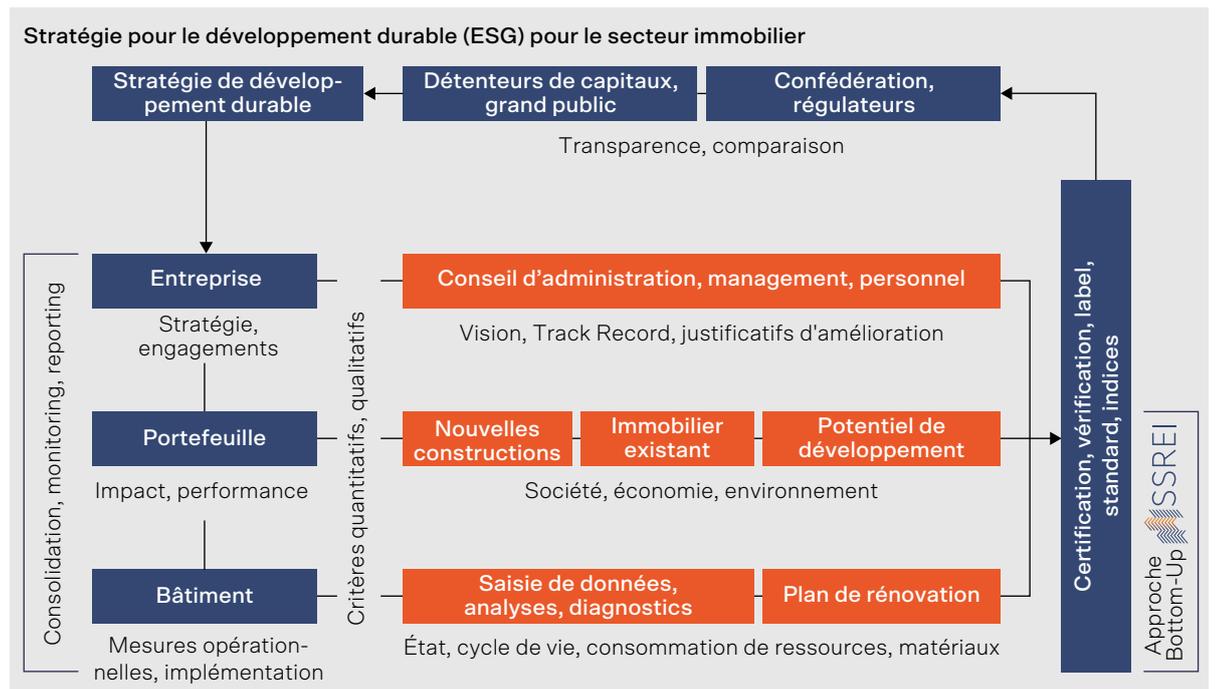
Pour rester compétitive, une stratégie immobilière doit donc répondre aux critères ESG et à la taxinomie européenne. Elle doit aussi être transparente vis-à-vis de ceux qui détiennent les capitaux. La durabilité est donc devenue un critère de gestion des risques dans le secteur financier.

Notations

Pour pouvoir évaluer la durabilité d'un portefeuille de manière globale et comparer la performance des divers placements immobiliers, on recommande de recourir à des notations indépendantes. Celles-ci soutiennent la transparence, suscitent la confiance des parties prenantes et permettent de comparer les critères ESG.

En Suisse, deux instruments sont disponibles sur le marché pour évaluer les portefeuilles immobiliers: le Global Real Estate Benchmark (GRESB) [5], reconnu à l'échelle internationale, et le Swiss Sustainable Real Estate Index (SSREI) [6]. Les labels de durabilité pèsent fortement sur le résultat global des évalua-

Illustration 6.1: Pour SSREI, les notations font partie de la stratégie de durabilité. Elles aident à saisir les objectifs et les performances en matière de durabilité et permettent d'établir des comparaisons. (Source: SSREI)



tions GRESB, car celles-ci tiennent compte de la part de la surface certifiée par rapport au portefeuille total. En bref, les certifications font monter la note GRESB.

Le SSREI a été développé à partir de standards suisses et sert à évaluer la durabilité du parc immobilier suisse. Il permet aux propriétaires d'évaluer leurs biens immobiliers, en particulier au regard du renforcement des exigences réglementaires en matière de développement durable, et donc de vérifier et sécuriser leur valeur à long terme (voir figure 6.1).

Les renseignements nécessaires pour les notations sont contenus dans les rapports de durabilité. Le cadre de ces derniers est défini par la Global Reporting Initiative (GRI) [7], un standard international de reporting qui prend autant en compte les aspects économiques que les aspects écologiques et sociaux de la durabilité. Elle se focalise sur les émissions de gaz à effet de serre.

Évaluation des risques

L'évaluation continue des risques est la première étape pour suivre le rythme des évolutions sociétales et réglementaires. Dans le cas de biens immobiliers, la priorité est d'éviter les «stranded assets», des actifs qui subissent une perte de valeur considérable en un temps relativement court. C'est le cas, par exemple, lorsque le durcissement des objectifs climatiques fait rapidement décliner le potentiel d'investissement et commercial d'un bien.

Les bâtiments existants, dont on n'a généralement aucune base de données historique, présentent des risques majeurs en matière de durabilité. Pour éviter les «stranded assets», il faut évaluer des scénarios climatiques prospectifs et prendre des mesures en conséquence. Pour y parvenir, l'évaluation des risques nécessite une stratégie claire et des données fiables.

Les principes fondamentaux du maintien de la valeur et de la négociabilité

des biens immobiliers devraient aussi être pris en compte pour les sites. Cependant, un site n'est pas que la somme des éléments qui le composent. De nombreux autres facteurs doivent être pris en compte. Dans un site durable, l'un des plus grands défis consiste à garantir la transparence des indices de durabilité et de préservation des ressources tout au long du cycle de vie. Il faut en outre montrer qu'une valeur suffisante est accordée à l'identité, à la prospérité et au Community Building. Ces aspects doivent donc être considérés dès la stratégie.

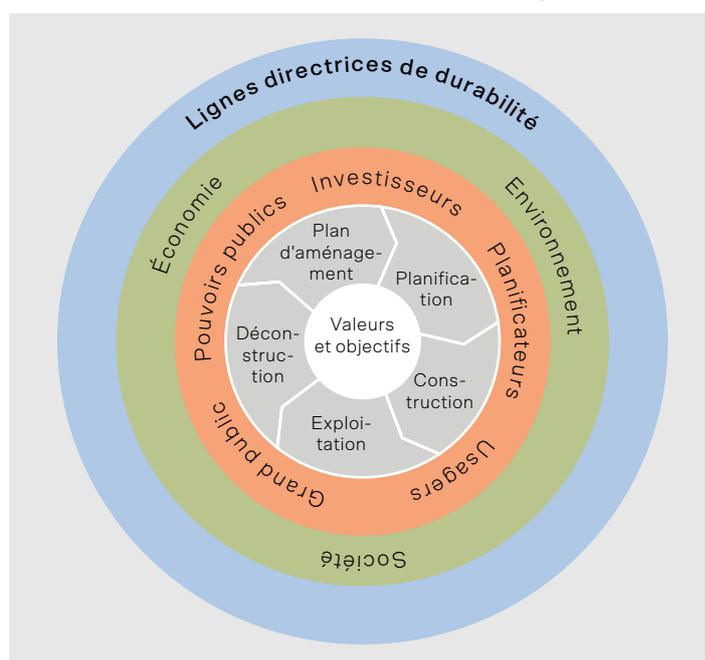
6.2 Des stratégies immobilières globales

Lignes directrices de la durabilité

La durabilité économique suppose l'établissement d'une stratégie à long terme, basée sur des valeurs et des objectifs durables. Ils définissent le cadre des activités d'investissement, de la gestion de portefeuille et de la communication avec les parties prenantes.

Les lignes directrices de la durabilité donnent un caractère contraignant, servent de boussole et rendent les objectifs stratégiques de durabilité tan-

Illustration 6.2: Les lignes directrices de la durabilité définissent les valeurs et les objectifs pour le site. L'ensemble du cycle de vie et toutes les parties prenantes sont pris en compte. Les trois domaines de durabilité constituent la base fondamentale des lignes directrices. (Source: Intep)



gibles. Lorsque les objectifs contenus dans les lignes directrices sont également fixés dans les concepts d'utilisation et d'exploitation, on s'assure qu'ils soient répercutés jusqu'au niveau opérationnel et à la mise en œuvre avec les conditions-cadres correspondantes. Transmettre les valeurs et les objectifs à l'ensemble des parties prenantes et convaincre celles-ci sont deux des plus grands défis de la durabilité stratégique. C'est pour cela que les différentes exigences des propriétaires, des gérants et des locataires doivent impérativement être intégrées et équilibrées.

En particulier pour les sites dont les instances responsables sont hétérogènes et les délais de développements sont longs, il faut faire des compromis et répartir équitablement les profits. C'est le cas pour les coopératives, les sociétés de placement immobilier ou les pouvoirs publics. Il faut alors créer des lignes directrices et des directives claires pour l'ensemble du site, qui définissent le mixte d'affectations et les exigences en matière de zones accessibles au public ou d'espaces communs. Il faut aussi déterminer le modèle d'exploitation et les responsabilités durant la phase d'utilisation. Les lignes directrices de la durabilité servent par ailleurs de base pour élaborer les contrats entre les représentants de l'instance responsable du site et les interfaces avec les prestataires de services externes.

La durabilité du développement d'un site dépend avant tout des locataires et des usagers. Pendant la phase d'exploitation d'un site, la communication avec les locataires et l'implication des usagers doivent donc être au centre des préoccupations. Elles aident à soutenir les valeurs et les objectifs du développement du site et à créer l'acceptation nécessaire.

Concept d'affectation

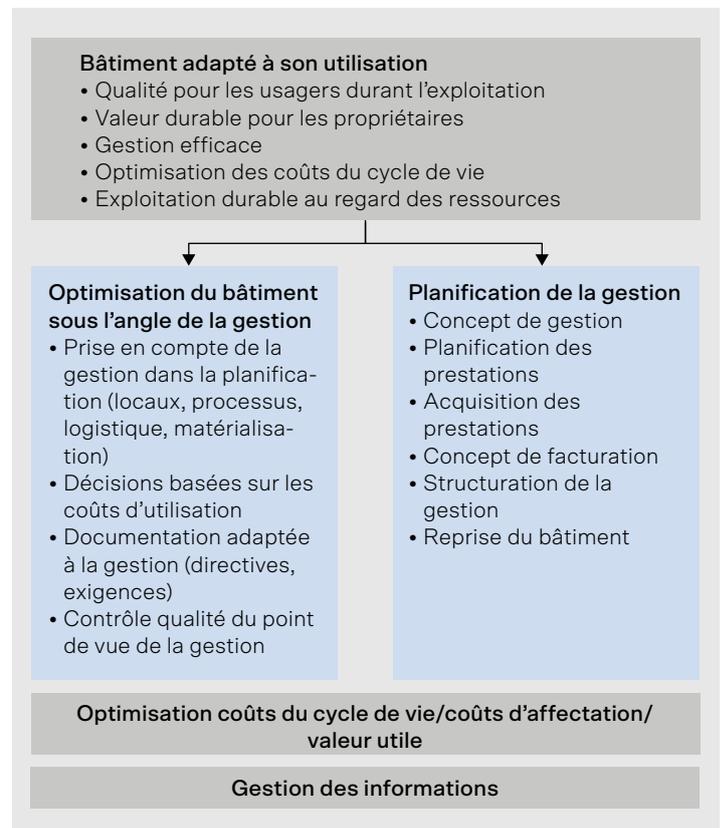
Les objectifs de durabilité, les analyses des besoins et les exigences relatives aux futures affectations du site sont consignés dans un concept d'affecta-

tion. Les exigences en matière d'affectation y sont décrites qualitativement et, dans la mesure du possible, étayées par des objectifs quantitatifs. Le concept d'affectation aide à prendre en compte les objectifs de durabilité durant toutes les phases du projet et à justifier leur degré d'accomplissement. À l'instar d'un cahier des charges, il sert ensuite de base au concept de gestion développé pour chaque phase.

6.3 Planifier et exploiter en fonction du cycle de vie

La rentabilité d'un site dépend de la manière dont les ressources sont utilisées sur des cycles très longs. Comparé aux bâtiments, dont les cycles de construction peuvent être considérés comme fermés, l'horizon temporel des sites est nettement plus long. En principe, le cycle de vie d'un site est le résultat de la combinaison des nombreux cycles de vie différents des bâtiments, des espaces extérieurs et des infrastructures.

Illustration 6.3: L'approche méthodologique du FM-A crée les conditions nécessaires pour que les exigences du point de vue des propriétaires, des exploitants et des utilisateurs soient correctement prises en compte à chaque phase. (Source: CRB)



Pour planifier et exploiter en fonction du cycle de vie, il convient d'analyser les facteurs qui sont par exemple conditionnés par l'environnement, le lieu ou l'objet et la manière dont ils sont reliés entre eux. On peut ensuite en déduire quelle phase du cycle de vie et quelles mesures sont les plus adaptées pour agir au mieux sur le facteur en question. Les processus d'exploitation ou de gestion doivent être pris en compte tôt dans la phase de planification, car c'est le meilleur moment pour coordonner les facteurs liés à l'environnement ou à l'objet et les optimiser au cours du cycle de vie. En effet, cela coûte souvent très cher de les adapter plus tard, pendant la phase de réalisation ou de gestion. C'est vrai aussi pour les processus d'exploitation ou d'affectation qui ne sont pas efficaces ni adaptés à l'utilisation. La recommandation SIA 113 «FM adapté à la planification et à la réalisation de constructions» [8] et les guides associés [9] décrivent les tâches du Facility Management anticipatif (FM-A) tout au long des phases SIA. Les thèmes qui y sont traités peuvent également être appliqués aux sites. Ce sont des repères utiles pour développer des sites qui soient conformes à l'utilisation prévue lorsqu'ils comprennent différents bâtiments, des espaces extérieurs accessibles au public et des espaces verts. Il

est encore plus important pour un site de considérer et d'optimiser sa construction sous l'angle de la gestion que pour un seul bâtiment. Pour garantir la qualité et la rentabilité tout au long du cycle de vie, il faut que les exigences des utilisateurs soient prises en compte lors de la planification et du développement et que des processus adaptés à la gestion soient créés.

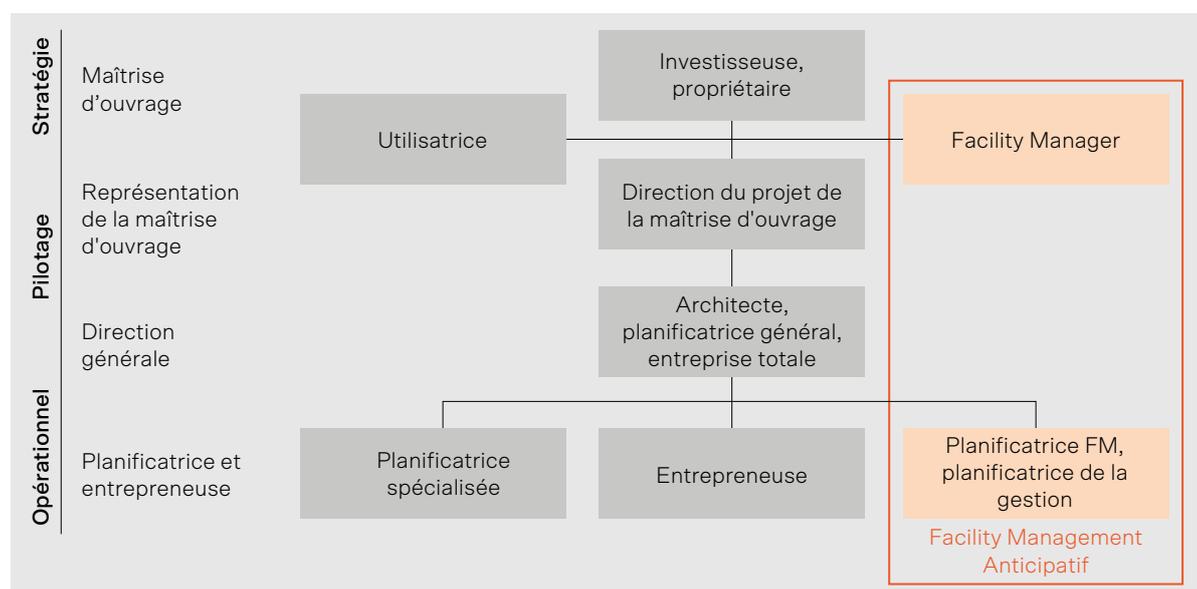
Estimation des coûts du cycle de vie

L'estimation des coûts du cycle de vie est un outil central du FM-A (Life Cycle Costs, LCC) [10]. Il sert à comparer les variantes de planification d'un bâtiment afin de trouver la meilleure solution en termes de coûts sur toutes les phases du cycle de vie. Pour les bâtiments, les LCC sont un instrument de planification éprouvé qui a fait ses preuves pour

- évaluer quantitativement la planification d'un point de vue économique,
- identifier les facteurs de coûts à un stade précoce et
- ne pas prendre des décisions en réfléchissant seulement à court terme (voir [11] et «Digression: le coût du cycle de vie d'un bâtiment», p. 84).

En Suisse, nous ne disposons pas encore de méthode quantitative pour estimer les coûts du cycle de vie de l'ensemble d'un site. Bien que la prise en compte des coûts du cycle de vie des

Illustration 6.4: Modèle de rôle générique pour l'organisation d'un projet de construction intégrant le Facility Management anticipatif. (Source: CRB)



bâtiments soit un bon point de départ, limiter l'analyse des coûts aux seuls bâtiments ne suffit pas. En effet, le contexte global des bâtiments, des infrastructures, des espaces publics extérieurs et des espaces verts comprend bien plus que la somme des bâtiments présents sur le site. Dans le cadre du label SNBS-Quartier, la rentabilité d'un

site est donc évaluée à l'aide d'une méthode qualitative. Basée sur les concepts élaborés durant la phase de développement, elle prend en compte leur influence sur les coûts et les évalue en fonction des exigences en termes d'affectations [12].

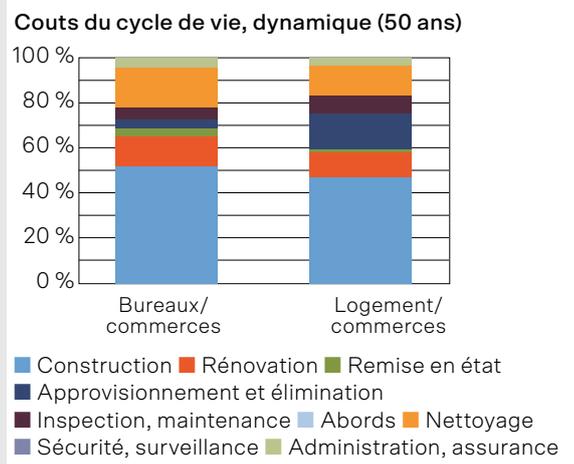
Digression: le coût du cycle de vie d'un bâtiment

- Méthodes: le coût global du cycle de vie (Whole Life Cost, WLC) est un calcul global des coûts sur toute la durée de vie d'un bâtiment selon la norme ISO 15686-5 [13]. Elle prend non seulement en compte le coût du cycle de vie du bâtiment, mais aussi les coûts externes et les coûts non liés au bâtiment et les compare aux revenus de location ou de vente (figure 6.6). L'approche LCC est également utilisée dans les labels de bâtiments suisses courants.
- Composants des coûts: l'illustration 6.5 montre, par exemple, la répartition des coûts sur l'ensemble du cycle de vie pour un objet avec des affectations bureau/commerce ou logement/commerce, avec une évaluation dynamique sur 50 ans. Les coûts de construction peuvent représenter plus de 50 % des coûts. Si

l'on compte aussi les coûts de rénovation et de remise en état, les coûts d'investissement sont même nettement plus élevés. Le levier économique est ainsi visible dès les premières phases de planification. Les coûts d'investissement initiaux doivent toujours être considérés et évalués en relation avec les coûts qui surviennent plus tard au cours du cycle de vie. En principe, le facteur temps est élémentaire: plus un bien immobilier est utilisé longtemps, plus les coûts d'utilisation pèsent dans la balance.

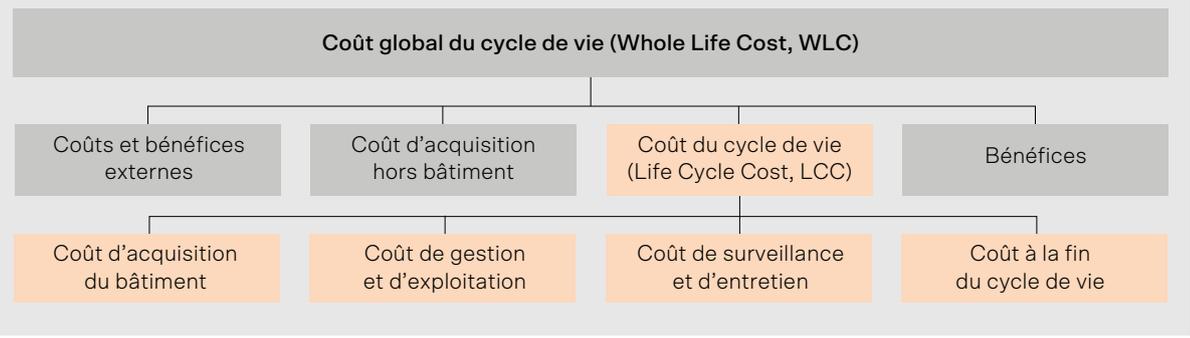
- Optimisation: les coûts de construction et les coûts d'exploitation génèrent tous deux des coûts. Les frais de nettoyage constituent le principal type de coûts dans la phase de gestion. L'expérience montre toutefois qu'ils recèlent un potentiel d'économie de 10 % au maximum. C'est donc dans les premières phases de planification que l'on peut le mieux influencer les coûts.

Illustration 6.5: Les types de coûts et leur répartition durant le cycle de vie dans l'exemple de deux affectations mixtes avec une évaluation dynamique du cycle de vie sur 50 ans. (Source: [11])



Sur le plan des coûts d'exploitation, les installations doivent être conçues de manière à faciliter l'entretien et la révision. Les matériaux doivent être choisis en fonction de l'intensité d'utilisation ou de l'exposition aux intempéries, tant pour la construction que pour les installations. Pour minimiser les coûts d'intervention sur des installations et des éléments de construction ayant des durées de vie différentes, les structures primaires, secondaires et tertiaires du bâtiment doivent être facilement séparables.

Illustration 6.6: Aperçu des composants du coût global du cycle de vie, conformément à la norme ISO 15686-5. (Source: CRB)



6.4 Durabilité économique

Les sites sont durables lorsque le maintien de leur valeur, leur viabilité et leur utilisation à long terme sont garantis. Des critères qualitatifs tels que la qualité de séjour ou l'acceptation de l'infrastructure et des objectifs stratégiques de durabilité par les usagers ont une forte influence sur les critères quantitatifs tels que la location complète, le revenu locatif ou la fluctuation des locataires. L'horizon temporel des sites est plus long que celui des bâtiments. Ici, les différents cycles de vie des bâtiments, des espaces extérieurs et des infrastructures générales sont interconnectés. De ce fait, encore maintenant, les coûts du cycle de vie ne sont pas déterminés et analysés de manière quantitative lors de l'évaluation du site, mais plutôt considérés dans un contexte global à l'aide d'une liste de contrôle de critères qualitatifs [12].

Le potentiel de rendement influencé par des critères qualitatifs

Le potentiel de rendement est un indicateur important qui permet d'estimer la viabilité et la rentabilité d'un site. Aujourd'hui, pour être attractive, une offre de surface doit remplir de nombreux critères différents qui varient selon le lieu et doivent être évalués en fonction de la localisation et du mixte d'affectations. Pour garantir ce potentiel de revenus, le maintien de la valeur à long terme est déterminant. La durabilité sociale ne doit pas non plus être sous-estimée. Une offre diversifiée permet de diversifier les usagers. Les affectations mixtes et les offres diversifiées doivent donc également être envisagées dans le contexte de l'évolution des modèles de travail et de vie. À terme, elles doivent répondre aux besoins qui en découlent (voir chapitres 4 et 5).

Garantir le maintien de la valeur grâce au mixte d'affectations

Aujourd'hui, les utilisations mixtes jouent généralement un rôle important pour le maintien de la valeur et l'attrac-

tivité d'un site. L'utilisation publique du rez-de-chaussée revient donc sur le devant de la scène. En fonction de l'infrastructure globale, on peut envisager des points de rencontre du quartier, des espaces de co-working ou des lieux de rassemblement pour des événements conviviaux. Les surfaces commerciales et les offres de services augmentent également l'attractivité et contribuent à dynamiser la qualité de séjour sur le site. Il peut s'agir de propositions pour répondre aux besoins quotidiens, d'offres de restauration ou de relais-collis. Lors de l'évaluation de l'utilisation optimale des surfaces, il faut impérativement voir plus loin que les limites du site pour exploiter les éventuelles synergies avec l'environnement immédiat. Les expériences en matière de développement de sites montrent que l'offre de surfaces doit être évaluée en se plaçant du point de vue des propriétaires, des exploitants et des usagers. C'est important, car il peut être nécessaire de prévoir une subvention croisée des offres pour favoriser un mixte d'affectations attractif et diversifié, ce qui, au final, peut avoir un impact positif sur le potentiel de rendement. Cela ne signifie pas pour autant qu'il est toujours judicieux, économiquement parlant, de prévoir un magasin de quartier ou un café dans chaque bâtiment et de planifier une utilisation publique du rez-de-chaussée. Si ces affectations ne sont pas cohérentes avec les autres conditions-cadres, elles ne contribuent pas non plus forcément à l'animation du quartier.

La qualité de séjour et donc l'attractivité d'un site dépendent aussi et surtout de l'aménagement des espaces extérieurs. Les espaces verts, qui peuvent être utilisés de multiples manières, réduisent la canicule estivale et favorisent la biodiversité, ont ici une grande influence. Toutefois, les grands jardins et espaces verts peuvent aussi devenir des facteurs de coûts.

À l'inverse, s'ils sont planifiés sur l'ensemble du périmètre du site, voire au-delà, cela a un impact positif sur le

maintien de la valeur. Cela est d'autant plus vrai lorsque les usagers sont impliqués et s'identifient ensuite fortement avec le site (voir chapitre 10). Comme il n'est jamais possible d'éviter complètement les vacances sur un site, il faut aussi une gestion active de l'exploitation et des vacances pour garantir un rendement acceptable. Les affectations intermédiaires permettent de maintenir les sites dynamiques et attractifs. Elles encouragent l'innovation et incitent les usagers et les habitants à participer.

Satisfaire aux exigences de rendement, mais sur le long terme

Les critères qualitatifs sont donc essentiels pour augmenter le potentiel de rendement et garantir le maintien de la valeur, mais en général, ils ne sont pas en adéquation avec les perspectives de rendement à court terme. Il est donc d'autant plus important de vérifier le rendement à long terme en tenant compte des coûts sur l'ensemble du cycle de vie.

Pour analyser les coûts à long terme, il faut une structure de coûts transparente et disposer d'une vue d'ensemble des données spécifiques aux bâtiments relatives aux matériaux et à la construction. La plupart du temps, de telles informations ne peuvent être gérées qu'à l'aide d'instruments numériques tels que le Building Information Modeling (BIM) ou le Computer-Aided Facility Management (CAFM). Plus les données de chaque bâtiment sont complètes et correctement structurées, plus la capacité d'action augmente. Les données relatives aux besoins énergétiques et à la performance en matière de durabilité aident à corréler les objectifs des lignes directrices de la durabilité et les indicateurs financiers, ce qui aide à tirer profit du potentiel d'optimisation.

6.5 Gestion

Une fois que les exigences en matière d'exploitation et de gestion des bâtiments et de sites sont mises en œuvre de façon optimale dans la planification, il est important, au cours de la phase d'exploitation, d'atteindre et de consolider les valeurs consignées dans les lignes directrices de la durabilité. L'objectif est d'avoir un site adapté à son utilisation et géré efficacement. Les surfaces et les infrastructures doivent donc être conformes aux exigences futures des exploitants et des usagers. Les besoins des parties prenantes durant la phase d'utilisation doivent donc être pris en compte dès la planification et le développement.

Pour cela, les rôles doivent être définis et les responsabilités clairement réparties à l'échelle du site. Il faut déterminer la manière de contacter les utilisateurs et de communiquer avec eux, puis définir les modalités de participation et quel visage du site l'on souhaite présenter à l'intérieur et à l'extérieur. Ce faisant, on évite les conflits d'objectifs, les lacunes et les chevauchements de prestations de services. En règle générale, tout cela est consigné dans un concept d'affectations et de gestion.

Concept de gestion et modèles de processus dans le FM

Le concept de gestion est élaboré à partir du concept d'affectation en vue de l'exploitation de tout le site. Il met l'accent sur l'organisation du site et sur les processus de gestion des espaces extérieurs, des bâtiments et des infrastructures. Il s'agit par exemple d'optimiser les consommations d'énergie liées aux usagers et à l'utilisation et de viser la meilleure efficacité possible en termes de besoins énergétiques et d'émissions de gaz à effet de serre sur le site.

Le concept de gestion doit tenir compte des spécificités du site, telles que les différents propriétaires et les différentes phases du cycle de vie des bâtiments (projets de construction, rénovations, bâtiments existants). Il doit ce-

pendant aussi tenir compte de l'environnement immédiat et des infrastructures publiques.

Le niveau de détail du concept de gestion dépend de la complexité de l'affectation et des conditions-cadres du site. La structure du concept de gestion et l'étendue des descriptions de processus liés aux bâtiments sont alignées sur le modèle de processus et de prestations du Facility Management (ProLeMo) [14]. Ce modèle est publié par le Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction (CRB). Il s'est imposé en tant que standard de branche et est aussi applicable aux sites.

Les processus de Facility Management qui doivent être réglés à l'échelle du site concernent, par exemple au niveau stratégique, la stratégie pour le développement durable. Sur le plan tactique, il s'agit de la planification de la gestion de l'exploitation et de la gestion des prestations. Enfin, sur le plan opérationnel, il s'agit de l'optimisation de l'exploitation et du contrôle de l'énergie ou de la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Modèles de rôles et responsabilités à l'échelle du site

Les rôles liés à la gestion d'un site sont divers et peuvent s'avérer très complexes selon les structures de propriété et les parties prenantes impliquées. Les propriétaires, les facility et property managers, les prestataires de services et les usagers doivent donc être d'accord sur les objectifs et les valeurs fixés dans

les lignes directrices de la durabilité, ceci afin de garantir une orientation commune en cas de conflits d'objectifs. Le modèle de rôle générique pour l'organisation de la mise à disposition et de la gestion comprend, sur le plan stratégique et outre les propriétaires, le Facility Management. Au niveau du pilotage se trouve le Property Management et, au niveau opérationnel, les prestataires de services mandatés pour les Facility Services.

Les objectifs des différents rôles varient en fonction du type d'organisation. Dans le cas d'une organisation REIM (Real Estate Investment Management), l'accent est mis sur l'immobilier et les services sous forme de placements de capitaux. En revanche, dans le cas d'une organisation CREM (Corporate Real Estate Management), l'immobilier et les services ne servent qu'à soutenir et exécuter l'activité principale. Les organisations coopératives mettent, quant à elles, l'accent sur l'aspect monétaire, mais aussi sur la vision sociale de base et les interactions sociales. Sur le plan de la gestion, ces orientations caractérisent les différents objectifs des rôles impliqués et influencent l'exploitation d'un site durable.

L'élaboration des contrats

À l'étape de l'élaboration des contrats, les lignes directrices de la durabilité constituent le point de départ pour toutes les parties prenantes. C'est pourquoi, lors de la rédaction de contrats avec des tiers, il faut définir les exi-

Illustration 6.7: Processus de Facility Management ProLeMo du niveau stratégique au niveau opérationnel, avec l'exemple de la réduction des émissions de CO₂. (Source: CRB)

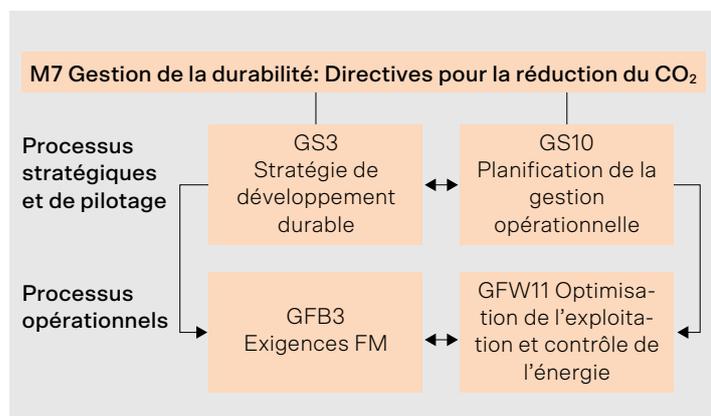
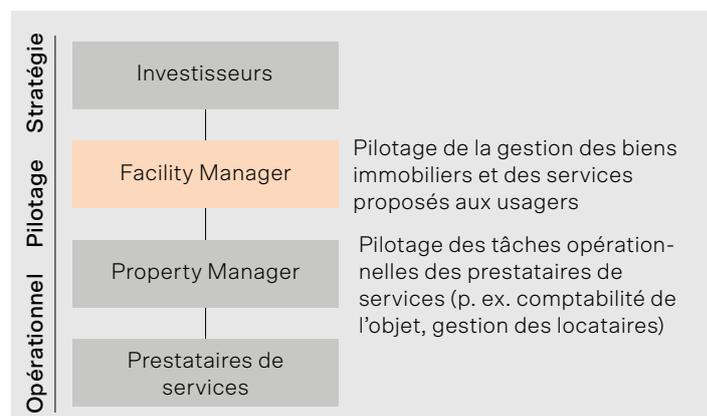


Illustration 6.8: Modèle de rôles génériques pour l'organisation durant la gestion. (Source: CRB)



gences inhérentes aux objectifs d'un développement durable du site. Il faut alors décrire concrètement les prestations et définir les indicateurs de performance clé (KPI) pour les exploitants ou les prestataires de services. Pour permettre des synergies soutenant la performance globale d'un site, les contrats avec des prestataires externes pour l'entretien des espaces verts, l'élimination des déchets ou les travaux d'entretien doivent par exemple être établis pour l'ensemble du site.

6.6 Sources

- [1] Parlement et Conseil européens: règlement européen 2020/852, 2020. <https://bit.ly/4egO86B>
- [2] DGNB, DK-GBC, GBCe, ÖGNI. EU-Taxonomy Study – Evaluating the market-readiness of the EU taxonomy criteria for buildings. 2021. <https://bit.ly/gbce>
- [3] Commission européenne. Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, à la Banque centrale européenne, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. Plan d'action: financer la croissance durable. Bruxelles, 2018. <https://bit.ly/3Zzs4zL>
- [4] Conseil fédéral suisse. Rapport Finance durable en Suisse – Champs d'action 2022–2025 en vue d'assurer à la place financière une position de leader en matière de développement. Berne, 2022. <https://bit.ly/47KBISk>
- [5] About GRESB. www.gresb.com, consulté en octobre 2023.
- [6] Le GRESB, benchmark en matière de durabilité, reconnaît SSREI. <https://bit.ly/4efzm03>, consulté en octobre 2023.
- [7] Global Reporting Initiative. The global standards for sustainability impacts. <https://www.globalreporting.org/standards>. Consulté en octobre 2023.
- [8] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Recommandation SIA 113:2010 «FM adapté à la planification et à la réalisation de constructions» Zurich, 2010.
- [9] International Facility Management Association Schweiz. Guide Facility Management Anticipatif FM-A CRB. Zurich, 2014. <https://bit.ly/47LGoay>
- [10] International Facility Management Association Schweiz. Coût du cycle de vie des immeubles. VDF-Verlag. Zurich, 2010
- [11] International Facility Management Association Schweiz. Fiche de données du Coût du cycle de vie des biens immobiliers. Zurich 2023. <https://bit.ly/4gHf5IK>
- [12] Standard Construction durable Suisse. Outil d'aide SNBS-Quartier 211 Coûts du cycle de vie, Version 2023.1. Zurich, 2023. <https://bit.ly/4f2RLwS>
- [13] Organisation internationale de normalisation. ISO 15686-5:2017 Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life-cycle costing, Genève, 2017. <https://bit.ly/3ZGPR0Q>
- [14] International Facility Management Association Schweiz. Modèle de processus et de prestations ProLeMo pour le Facility Management FM-A – Guide pour la recommandation SIA 113. CRB. Zurich, 2021. <https://bit.ly/4gEKi8W>

Outils et instruments

- International Facility Management Association, Suisse. Directives. Consulté en octobre 2023. <https://www.ifma.ch/fr/directives>
- Schweizerische Zentralstelle für Bau-rationalisierung (CRB). Standards pour la construction: Facility Management. Consulté en novembre 2023. <https://bit.ly/3zANBxu>

Construction

Katrin Pfäffli

3200 millions de tonnes de matériaux sont stockés dans le secteur suisse de la construction (bâtiment et génie civil), soit

400 tonnes par personne. La masse de la construction suisse augmente de

7 tonnes par personne et par an, soit

2 tonnes par seconde.

91 % des flux de matériaux dans le secteur suisse du bâtiment sont imputables à la construction de bâtiments et au génie civil.

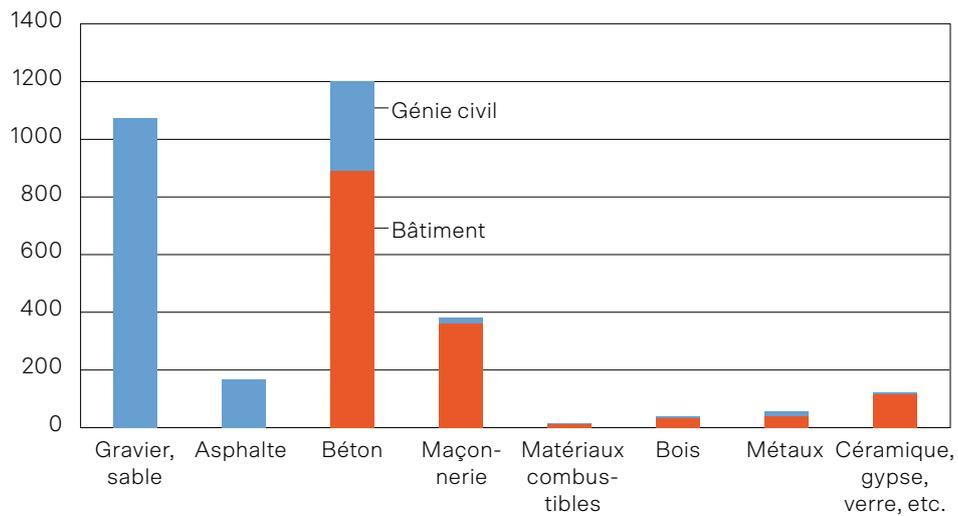
13 % de l'énergie totale et

30 % des émissions de gaz à effet de serre sont issues de la construction. Cela représente environ

11 millions de tonnes par an, dont on estime que la moitié est produite en Suisse et imputable au secteur industriel.

Quantités stockées dans le secteur de la construction suisse

Millions de t

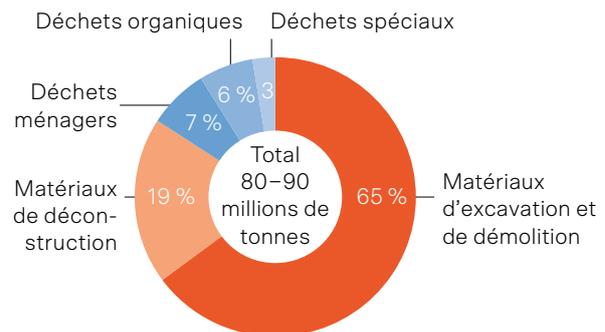


3000 à 4000 permis de démolir sont octroyés chaque année en Suisse. Seule une infime partie des éléments de construction produits est réutilisée. En revanche,

70 % des matériaux de déconstruction et

75 % des matériaux d'excavation et de démolition sont déjà séparés, préparés puis recyclés.

Quantité annuelle de déchets générés en Suisse



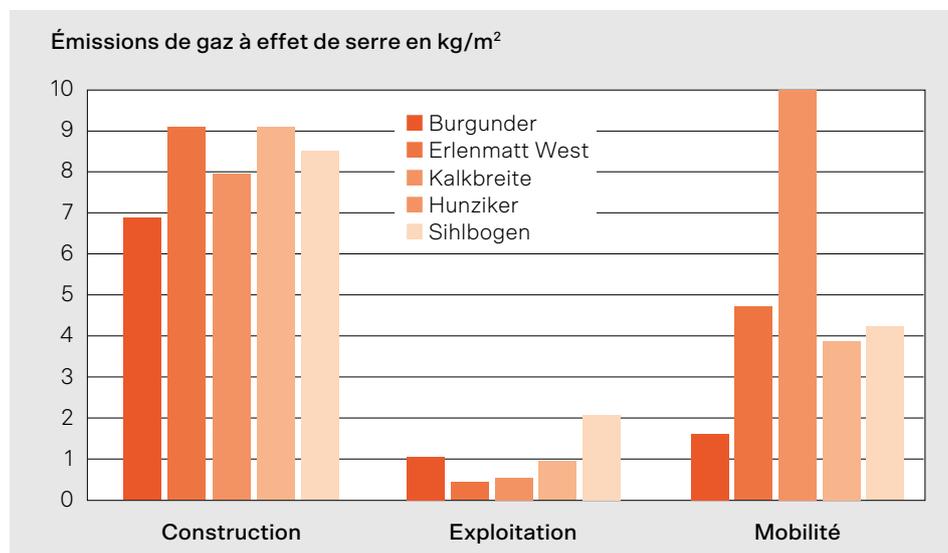
7.1 Production – Exploitation – Mobilité

Les sites et les quartiers sont des lieux de vie, de travail et d'habitation. Les gens se déplacent au sein du site, en sortent ou s'y rendent. Pour que cela soit possible, il faut une infrastructure. Pour commencer, il faut d'abord qu'elle soit construite, puis entretenue, adaptée et, si nécessaire, démontée. La construction, l'exploitation (voir chapitre 8) et la mobilité quotidienne (voir chapitre 9) sont liées et s'influencent mutuellement de différentes manières. C'est pourquoi, lorsque l'on veut optimiser les sites et les quartiers, il faut impérativement avoir une réflexion globale, portant sur l'ensemble du cycle de vie. En 2006, la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) a publié une documentation sur la voie vers l'efficacité énergétique, basée sur la prise en compte du cycle de vie. Ce concept a été complété par une nouvelle unité, les émissions de gaz à effet de serre, et a été publié pour la première fois sous la forme du Cahier technique SIA 2040 (édition actuelle [1]) en 2011. Le label «Site 2000 watts» (2013 à 2023, voir chapitre 11), qui s'engage également à prendre en compte le cycle de vie, a été créé sur cette base. Dès 2024, la Voie de l'efficacité devient la «Voie du climat» et constitue une nouvelle série de norme

à la SIA [2]. L'association démontre ainsi sa conviction que le changement climatique est l'un des plus grands défis mondiaux de notre époque (prise de position [3]).

Nous sommes face à la nécessité d'éliminer la quasi-totalité des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, quelle que soit leur origine. Nous progressons de plus en plus pour l'exploitation des bâtiments et des véhicules, mais de gros efforts restent à faire au niveau de la construction de bâtiments et de véhicules ainsi que des infrastructures de transport – nous n'en sommes qu'aux prémices d'une construction respectueuse du climat et des ressources, laquelle reste trop souvent considérée comme secondaire (voir chapitre 2.4). Les émissions liées à la construction jouent un rôle déterminant et ne sont en aucun cas négligeables. L'expérience acquise avec les sites 2000 watts montre que les émissions de gaz à effet de serre (EGES) dues à la construction dominent nettement quand les sites sont exploités à 100% avec des énergies renouvelables [4]. Les défis sont immenses pour les responsables des sites qui agissent en tant que commanditaires, pour les planificateurs et, surtout, pour l'industrie des matériaux de construction, qui devra très vite décarboner sa palette de produits.

Illustration 7.1: Comparaison des émissions de gaz à effet de serre dues à la construction, à l'exploitation et à la mobilité quotidienne de sites 2000 watts typiques. Les émissions élevées associées à l'exploitation à Sihlbogen sont dues au fait qu'aucun courant vert n'a été acheté. Les émissions élevées associées à la mobilité à Kalkbreite proviennent de la grande proportion de commerces et du cinéma qui y sont exploités. (Source: [4])



7.2 Le parc immobilier pèse lourd

Les bâtiments dominent les flux de matériaux en Suisse

Le «secteur suisse du bâtiment» est un colosse qui pèse quelque 3200 millions de tonnes de matériaux de construction et est principalement composé de gravier, de sable et de béton [5]. Le bâtiment et le génie civil se partagent les volumes de matériaux à parts égales. L'augmentation totale des matériaux s'élève à près de 63 millions de tonnes par an. Seule une partie de ce volume est originaire de Suisse. Le secteur suisse du bâtiment est construit à partir de matières premières venant du monde entier, dont la production émet des gaz à effet de serre aussi bien en Suisse qu'à l'étranger.

Cette croissance constante s'accompagne d'une gigantesque production de déchets. Au total, la Suisse produit chaque année entre 80 et 90 millions de tonnes de déchets. Avec 84 %, l'activité de construction en génère de loin la plus grande partie. L'exposition «Die Schweiz: Ein Abriss» [6] («La Suisse: une démolition») de l'automne 2022 au Musée d'architecture de Bâle a rendu ces chiffres incroyablement tangibles: plus de 500 kg de déchets de construction sont produits chaque seconde en Suisse par la démolition de bâtiments.

Des quantités incroyables de ressources sont stockées dans le parc immobilier et sans cesse remises en stock. Et des quantités effrayantes de déchets sont générées jour après jour par le secteur de la construction. L'afflux ininterrompu de matières premières dans les bâtiments et les infrastructures fait craindre le pire: si tout le monde vivait comme nous le faisons aujourd'hui en Suisse, il faudrait trois fois plus de ressources que ce que la planète peut nous fournir.

Le poids et l'importance du secteur suisse de la construction sont devenus tangibles grâce à une étude de 2016, commandée par l'Office fédéral de l'environnement[5]. Faisant preuve d'adresse et de pragmatisme, les auteurs saisissent les ordres de grandeur des quantités de matériaux utilisés dans le bâtiment et le génie civil et aident à en évaluer l'impact sur l'environnement. Lorsqu'on se penche sur les flux de matières dans le secteur suisse du bâtiment actuel, on constate la dominance des matériaux de construction.

Pour autant, on ne peut pas simplement en conclure qu'ils ont une contribution équivalente à la pollution de l'environnement. Dans le secteur suisse du bâtiment existant, près de 90 % du besoin total d'énergie est aujourd'hui lié à l'exploitation (électricité et combustibles) et seulement environ 10 % à l'énergie grise. 70 % des EGES proviennent de



Illustration 7.2: Photo de l'exposition «Die Schweiz: Ein Abriss», organisée par Countdown 2030. (Source: Tom Bisig)

l'exploitation, c'est-à-dire des combustibles fossiles que sont le pétrole et le gaz naturel.

Secteur suisse du bâtiment du futur

Au vu de l'épuisement des ressources, des circuits non fermés et de l'indéniable réchauffement climatique, il est clair que le secteur suisse du bâtiment est à la veille de profonds changements. Les flux de matériaux doivent être minimisés et fermés, tandis que la consommation d'énergie et surtout les EGES doivent être rapidement et radicalement réduites.

La décarbonation de l'exploitation des bâtiments est prévisible: d'ici vingt ans au plus tard, les sources d'énergie fossiles comme le mazout et le gaz naturel ne seront plus utilisées pour la production de chaleur dans les bâtiments. Déjà aujourd'hui, les sites peuvent être alimentés à 100 % par des sources d'énergie renouvelables (voir chapitre 8). Le fait de savoir que ce changement dans le domaine de l'énergie est faisable et impératif modifiera les rapports: le reste des EGES du futur parc immobilier suisse, qui fonctionnera avec des énergies renouvelables, sera majoritairement imputable à la fabrication et

Illustration 7.3: Répartition des différentes matières dans le flux de matériaux du secteur suisse de la construction (bâtiment et génie civil) ou impacts environnementaux qui en résultent [5]. Pour pouvoir représenter l'exploitation dans le flux de matériaux, les sources d'énergie ont été converties en équivalents pétrole.

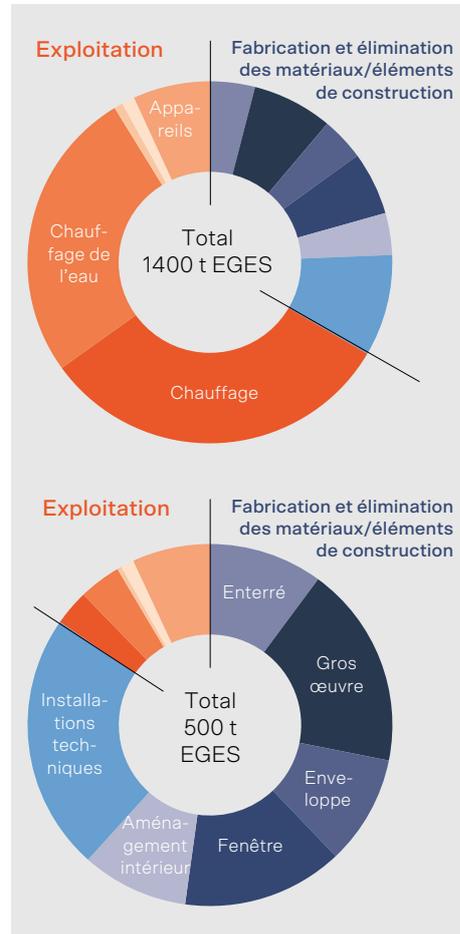
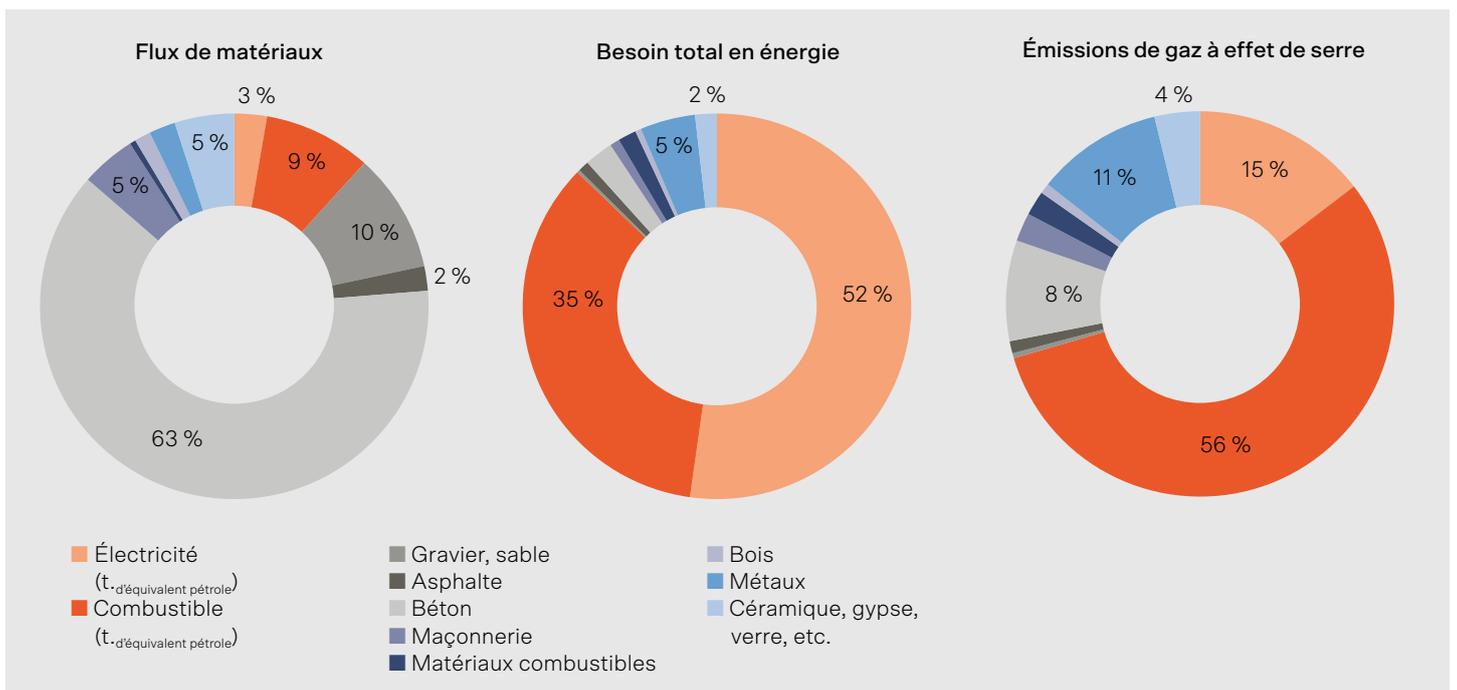


Illustration 7.4: Répartition des émissions de gaz à effet de serre liées à la construction et à l'exploitation dans l'exemple d'un petit immeuble locatif sur tout son cycle de vie. En haut, avec une production de chaleur à partir d'énergies fossiles, en bas avec une pompe à chaleur.



à l'élimination des matériaux de construction. Au regard de l'objectif de «zéro net» que s'est fixé la Suisse, l'industrie des matériaux de construction est confrontée à un défi de taille. La construction devient donc un enjeu majeur pour le secteur suisse du bâtiment du futur, respectueux des ressources et du climat. La nécessité et l'urgence d'agir dans le domaine de la construction augmentent, car le bâtiment suisse de demain est construit, transformé, entretenu et réparé aujourd'hui.

7.3 La construction, un enjeu majeur

Définition

Le domaine «construction» comprend toutes les dépenses énergétiques et les émissions générées par l'extraction de matières premières, la production des matériaux et des éléments de construction, la construction ou la transformation de bâtiments, les éventuels investissements de remplacement et l'élimination des déchets. La construction est définie dans le Cahier technique SIA 2032 «L'énergie grise – Établissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments» [7].

En Suisse, l'ensemble des calculs d'énergie grise et d'EGES des bâtiments reposent sur ce cahier technique. Il fixe la méthodologie, les limites du système et les conventions qui sont applicables à tous les écobilans des bâtiments.

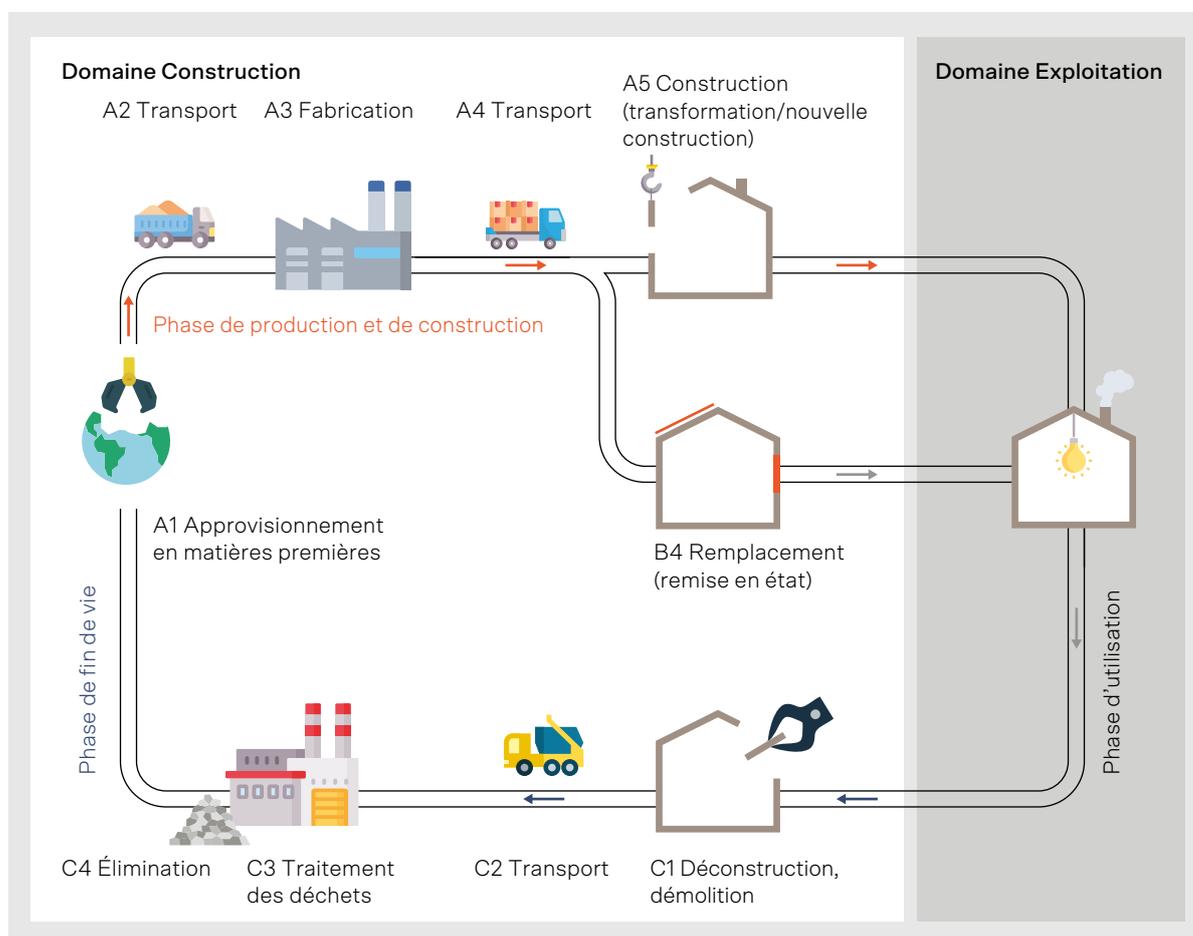


Illustration 7.5: Cycle de vie des bâtiments (construction et exploitation) selon SIA 2032:2020 [7].

Alors que les planificateurs se concentrent sur l'énergie d'exploitation depuis près d'un demi-siècle, cela ne fait qu'environ deux décennies que l'énergie grise est devenue un aspect important de l'évaluation de la durabilité écologique. La première édition du cahier technique SIA 2032, publiée en 2010, a créé la base permettant de calculer, d'évaluer et d'intégrer dans la planification l'énergie grise et les EGES issues de la construction selon des principes harmonisés et sur la base de données comparables (version actuelle [7]). Dès 2011, le cahier technique SIA 2040 «La voie SIA vers l'efficacité énergétique» (édition actuelle [1]) a été le premier instrument novateur à placer l'énergie grise et les EGES au même niveau que l'énergie d'exploitation des bâtiments. Grâce à lui, l'évaluation du cycle de vie a pu être prise en compte pour la première fois dans le domaine du bâtiment.

Méthodologie et conventions

Les indicateurs habituellement utilisés pour exprimer les dépenses liées à la construction sont:

- l'énergie primaire non renouvelable et
- les émissions de gaz à effet de serre.

On dispose également de données pour

- l'énergie primaire renouvelable et
- les unités de charge écologique.

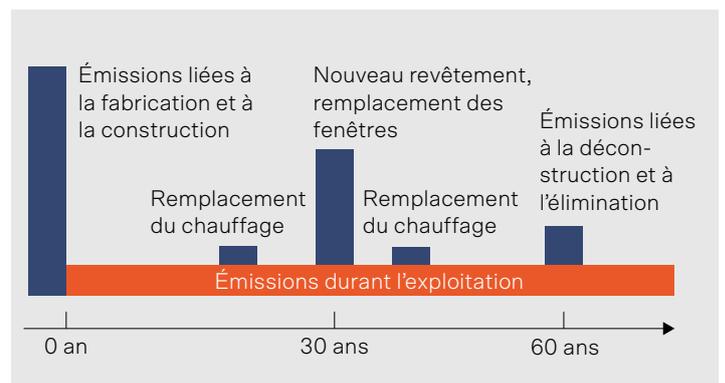
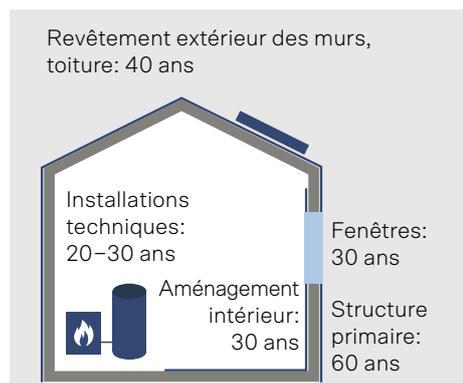
L'énergie grise, terme un peu populaire, désigne l'énergie primaire non renouvelable. Pour faire le bilan des bâtiments, il est essentiel d'utiliser des données éco-

bilans non contradictoires, cohérentes et complètes. Les «données écobilans dans la construction» constituent pour la Suisse une base de données complète pour les matériaux de construction et les installations techniques des bâtiments ainsi que pour l'énergie et les transports (version actuelle [8]). Pour que les écobilans des bâtiments soient comparables, certains éléments, tels que définis dans le cahier technique SIA 2032, doivent être simplifiés ou négligés. Pour pouvoir comparer les bilans de différents bâtiments, certaines conventions doivent également être respectées.

Le cycle de vie est généralement pris en compte sur une durée de 60 ans. La construction ne comprend donc pas seulement les investissements initiaux, mais aussi tous les investissements de remplacement effectués au cours de la période d'utilisation ainsi que les dépenses engagées pour éliminer les éléments de construction de remplacement et l'ensemble du bâtiment après sa déconstruction. Sans oublier que les éléments de construction ont des durées d'utilisation différentes. Alors que la construction primaire résiste généralement sans dommage pendant toute la durée du cycle de vie, les revêtements, les éléments intégrés dans l'enveloppe du bâtiment tels que les fenêtres et les portes, une grande partie de l'aménagement intérieur et les installations techniques ont une durée d'utilisation plus courte. Au cours du cycle de vie du bâtiment, ils doivent donc être remplacés une ou plusieurs fois. Le cahier tech-

Illustration 7.7: Dans le domaine du bâtiment, les écobilans sont généralement considérés sur une période de 60 ans. Durant cette période, certains éléments de construction sont remplacés conformément aux durées d'amortissement indiquées dans le cahier technique SIA 2032:2020 [7].

Illustration 7.6: La durée d'utilisation des éléments de construction selon le cahier technique SIA 2032 [7].



nique SIA 2032 attribue des «durées d'amortissement» standardisées aux éléments de construction, qui sont déduites de la durée d'utilisation moyenne des éléments de construction. Grâce à ces durées d'amortissement, l'énergie grise et les EGES de la construction, qui sont en fait ponctuelles, peuvent être converties en «valeurs annuelles». Ce qui permet de les comparer directement à l'énergie et aux émissions générées par l'exploitation.

Bien que ces conventions et ces simplifications soient nécessaires, il ne faut pas oublier que la durée d'utilisation des éléments de construction et des bâtiments est parfois déterminée par des critères complètement différents. Une construction présentant des aspects délicats en physique du bâtiment peut vieillir prématurément, tandis qu'un style fantaisiste, résultant d'un effet de mode, peut rapidement s'avérer esthétiquement déplaisante à mesure que les années passent. Un concept de plan trop rigide et axé sur une seule affectation risque de ne plus pouvoir être adapté aux changements et d'entraîner une démolition prématurée. À l'inverse, un concept robuste et un entretien rigoureux peuvent permettre d'utiliser les éléments de construction ou le volume entier du bâtiment bien plus longtemps que la durée d'amortissement calculée.

Nouvelle construction – Transformation – Bâtiment existant

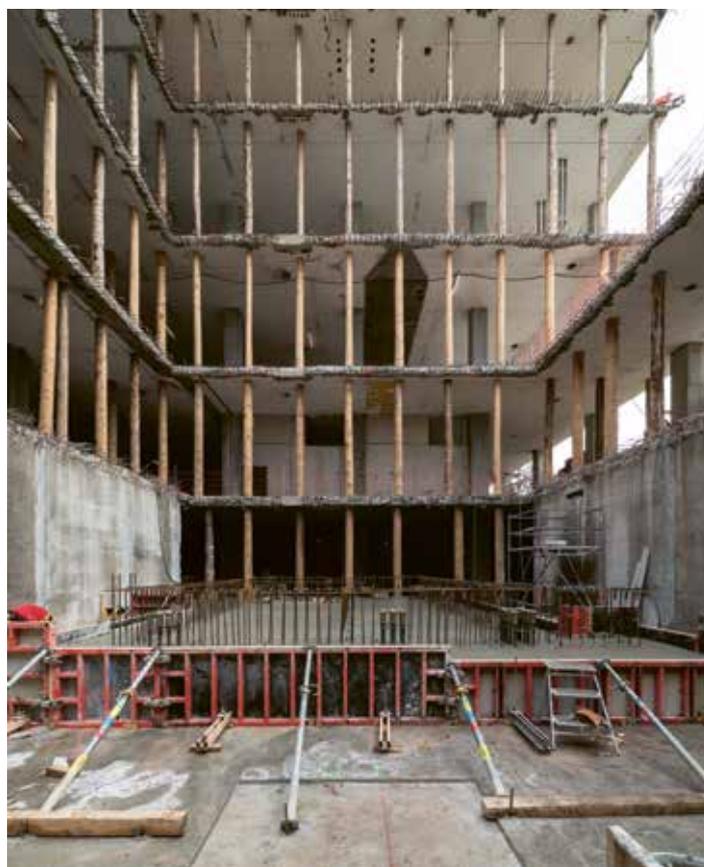
L'écobilan d'un bâtiment complet prend en compte tous les éléments de construction fournis pendant la période considérée à travers le périmètre du bilan. Dans le cas d'une nouvelle construction, les éléments de construction enterrés, le gros œuvre, l'enveloppe du bâtiment (avec les fenêtres et les portes) et l'aménagement intérieur sont pris en compte dans le bilan. Les installations techniques du bâtiment, qui, selon le type de bâtiment, peuvent être responsables d'un quart à un tiers des EGES, ne doivent pas être sous-estimées.

Une transformation tire profit de la structure existante du bâtiment qui est réutilisée. Moins le bâtiment existant nécessite d'intervention, moins il y a de nouveaux matériaux à fournir, ce qui réduit l'énergie grise et les EGES liées à la construction.

Toutefois, même lorsqu'une intervention plus importante est nécessaire et qu'il faut tout remplacer sauf les éléments de construction enterrés et la structure porteuse, les émissions liées à la transformation sont 30 à 40 % inférieures à celles d'une nouvelle construction. Les économies réalisées sur les flux de matériaux sont encore plus importantes: la construction primaire, généralement coûteuse, n'a pas besoin d'être reconstruite et la quantité de matériaux issue de la déconstruction est nettement réduite.

Les bâtiments existants se trouvent au milieu de leur cycle de vie. Ils sont donc précieux et doivent évidemment être pris en compte lors de l'analyse d'un site (ou d'un portefeuille). Pour préserver la

Illustration 7.8: Déconstruction touchant au gros œuvre sur le site de Warmbächli, Berne. (Source: Daniel Kaufmann)



valeur des bâtiments existants, il faut les entretenir et, si nécessaire, les remettre en état. En général, les dépenses en matériaux et en énergie ainsi que la charge sur le climat sont, là encore, nettement plus faibles dans le cas d'un maintien de la valeur que dans le cas d'une transformation [9].

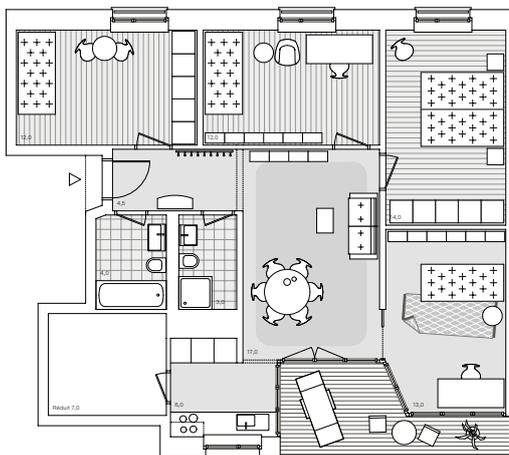
Concept de développement immobilier

Sur les sites ou dans les quartiers, il vaut la peine d'évaluer avec soin, par exemple à l'aide d'études de faisabilité, si les bâtiments existants peuvent

- être transformés et, éventuellement, surélevés avec de nouvelles surfaces de constructions,
- faire l'objet d'une quelconque extension,
- être adaptés en prévision d'une nouvelle affectation.

Ce faisant, on évite la construction de nouveaux bâtiments, les «déchets» qui en découleraient ainsi que les dépenses liées à la production de nouveaux éléments de construction. Une stratégie de construction adaptée est donc l'un des principaux leviers permettant de réduire la consommation de ressources et les EGES liées à la construction. Il peut s'avérer utile de consigner la stratégie à long terme choisie (maintien de la valeur, réaffectation, transformation ou nouvelle construction) pour l'ensemble du site ou du quartier dans un concept de développement immobilier ou un masterplan.

Illustration 7.9: Dans le cadre d'un concours organisé par la Fondation PWG à Zurich, c'est le projet du bureau d'architectes Fiedlerling Habersang qui a convaincu: l'appartement de 4 pièces, d'une surface au sol de 85 m², est environ 10% plus petit qu'un appartement moyen selon l'aide au logements, mais il est conçu de manière judicieuse et permet un taux d'occupation élevé. (Source: Fiedlerling Habersang Architekten, Zurich)



7.4 Champs d'action pour la planification et l'exécution

Pour parer le parc immobilier suisse aux futures exigences, nous devons repenser la construction et remettre en question les habitudes. Nous devons diminuer la consommation de ressources et réduire considérablement l'impact environnemental. Dans la mesure où les bâtiments seront utilisés pendant au moins deux générations, ce que nous faisons aujourd'hui est crucial: nous construisons aujourd'hui pour le futur. Quelle que soit l'échelle dans laquelle on se situe (petite pour un élément de construction ou un bâtiment, grande pour un site, éventuellement très grande pour un quartier ou une ville), les possibilités d'influence se résument en une formule simple.

Écobilan par année =

$$\frac{\text{Quantité d'un matériau} \cdot \text{Écobilan par quantité}}{\text{Durée d'utilisation}}$$

Elle peut s'appliquer à la consommation de ressources, à un écobilan (quelle que soit l'unité utilisée) ainsi qu'aux coûts. L'optimisation de la construction permet donc, à quelques exceptions près, de réduire la consommation de ressources et de minimiser l'énergie grise et les EGES, ce qui, par la même occasion, fait diminuer les coûts d'investissement. L'échelle du site étend la marge de manœuvre et offre parfois des possibilités différentes par rapport à lorsque l'on se



concentre sur un seul bâtiment. Les champs d'action suivants sont prometteurs.

Moins! Optimiser les quantités

Nul besoin d'être un expert pour comprendre que la réduction des quantités est un moyen hautement éprouvé pour préserver les ressources et l'environnement. Au vu des 2 tonnes de matériaux supplémentaires utilisés chaque seconde dans la construction en Suisse, la retenue en matière de consommation des ressources est impérative. Par ailleurs, chaque mètre carré non construit répond déjà, en soi, à l'exigence de zéro émission nette de gaz à effet de serre. La sobriété (voir chapitre 2.4, Impossible sans sobriété) ne doit pas être ressentie comme un renoncement nostalgique. Lorsqu'une baisse des quantités conduit à une hausse de la qualité, il n'y a rien à regretter. Des plans bien agencés et efficaces en termes de surface aboutissent non seulement à une économie des ressources lors de la construction, mais aussi à une baisse du coût d'exploitation, car la surface à chauffer, ventiler et nettoyer est moins importante.

Lors de la construction de nouveaux bâtiments, un corps de bâtiment compact permet de réduire l'enveloppe du bâtiment. Des reprises de charge simples et

continues permettent de réduire l'épaisseur des dalles et donc d'augmenter la hauteur utile des pièces. Lorsque les éléments enterrés sont efficaces en termes de surface et ne s'étendent pas au-delà de l'emprise au sol du bâtiment, la consommation de béton diminue.

Pour les aménagements intérieurs, les surfaces laissées brutes et sans revêtement ne sont pas dissimulées et les installations techniques visibles restent accessibles à tout moment. Des concepts de construction intelligents permettent de mettre en œuvre des solutions low-tech.

Mais il est encore plus efficace de ne pas construire du tout. Tous les nouveaux besoins d'affectation exprimés ne nécessitent pas une réponse constructive. Parfois, une réaffectation habile de l'existant s'avère non seulement plus rapide à mettre en œuvre, mais aussi plus économique, plus créative et plus respectueuse des ressources.

Il vaut donc la peine de commencer par se demander ce dont on a vraiment besoin et à quoi pourrait servir ce qui existe déjà. Lorsque l'on traduit les besoins formulés en offres d'espaces, il manque souvent la dimension temporelle – l'utilisation multiple des locaux tout au long de la journée, libère des ressources.

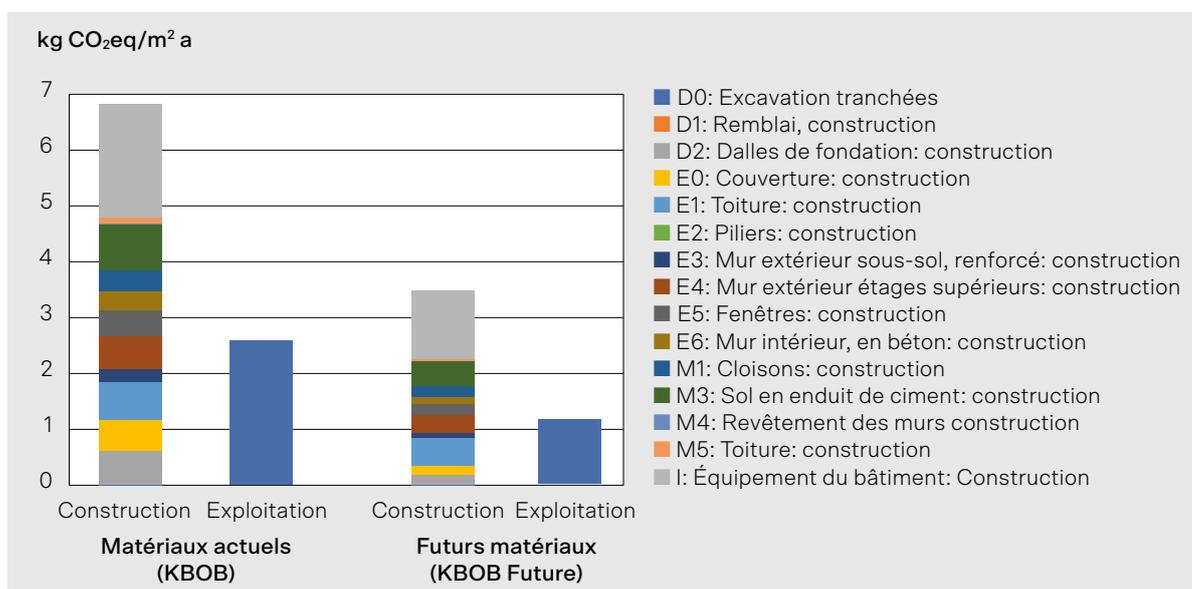


Illustration 7.10: Émissions de gaz à effet de serre pour un immeuble de bureaux de l'Office fédéral du développement territorial à Ittigen, avec des matériaux de construction actuels (KBOB) [8] et une estimation des futures données écobilans (KBOB future) selon une étude de potentiel [10]. Valeurs indicatives SIA 2040: 9 et 4 kg/m² (construction et exploitation).

La stratégie «partager au lieu de posséder» est une forme particulièrement intéressante de la sobriété. La sous-utilisation de nos infrastructures est parfois grotesque. En moyenne, la voiture personnelle reste immobilisée 23 heures par jour. La plupart du temps, la chambre d'amis est déserte. L'échelle du site se prête parfaitement à toutes les formes de partage. L'infrastructure commune partagée commence à une échelle très petite, comme la mise à disposition d'une machine à coudre sur une plateforme de partage. Mais elle a aussi le potentiel de voir très grand: un espace extérieur commun, un garage souterrain commun. On peut aussi penser à la salle commune, qui n'est pas une pièce témoin, tristement sous-utilisée et soumise à un règlement intérieur strict, mais une pièce où il fait bon s'arrêter à tout moment.

Plutôt que de prévoir une chambre d'amis dans chaque appartement, en proposer quelques-unes sur le site suffit. La présence d'espaces de co-working sur le site permet de se passer d'un bureau supplémentaire dans son propre appartement. Ceux qui n'ont que rarement besoin d'un véhicule motorisé peuvent utiliser une voiture Mobility.

En outre, l'utilisation commune de produits et d'espaces est propice aux rencontres, à la découverte d'intérêts communs et aux échanges. La sobriété ainsi mise en œuvre n'est donc pas synonyme de renoncement teinté de morosité, mais de participation joyeuse (voir aussi chapitre 5). Lorsque la sobriété prend la forme d'espaces intérieurs, extérieurs et intermédiaires partagés et utilisés de manière récurrente, elle relie et soutient de manière informelle la participation et l'intégration. Les bâtiments sont reliés les uns aux autres. Ce qui se trouve entre eux ouvre des opportunités. Dans le meilleur des cas, une coexistence faisant la part belle à la diversité et à l'animation sur le site se transformera en une vie communautaire.

Ce type de réflexions soutenant la sobriété sont intégrées dans un concept d'affectation et d'exploitation du site ou du quartier.

Autrement! Des matériaux avec le meilleur écobilan

La production et l'élimination des matériaux de construction doivent évoluer et devenir plus respectueuses du climat. Il faut trouver des substituts aux matériaux de construction dont la production

Illustration 7.11:
Changement d'affectation avec surélévation sur le site de Freilager, à Zurich, par Meili Peter Architekten. Le mariage de l'ancien et du nouveau sur un même site permet d'économiser des ressources et contribue à la protection du climat. (Source: Studio Gataric Fotografie)



reste coûteuse. Les choses sont en train de beaucoup bouger dans ce domaine. L'industrie des matériaux de construction est mise au défi, y compris en termes de temps, et il faut s'attendre à une poussée d'innovation. Une étude de potentiel réalisée par Treeze [10] prend en compte les informations sur le développement technologique des processus de production, des services de transport et de l'approvisionnement en énergie pour la production de matériaux de construction entre 2030 et 2050. Dans le meilleur des cas, on peut s'attendre à une diminution de moitié des EGES.

Même le béton, matériau dominant dans le flux de matériaux, fait l'objet d'évolutions intéressantes. Malgré cela, à l'instar des denrées alimentaires, ce sont surtout les matériaux de construction proches de l'état naturel, peu transformés et si possible locaux, qui se distinguent par leur bon écobilan.

À l'échelle d'un site, cette stratégie n'est toutefois pas très efficace, du moins à première vue. Dans le meilleur des cas, le fait de regrouper les affectations permet de réduire le nombre de bâtiments qui ne peuvent pas être construits avec des matériaux présentant un bon écobilan à cause de leur grande portée, de charges statiques ou de raisons économiques. Sur un site, les petites constructions peuvent servir de projets pilotes et permettent de maîtriser le risque inhérent à toute innovation.

Il y a toutefois un point qui ne devient très important qu'à l'échelle du site: alors que l'environnement autour des constructions n'est pas pris en compte dans le bilan de bâtiments, il se situe dans les limites du système lors de l'étude d'un site. L'espace situé entre les bâtiments joue un rôle extrêmement important dans l'adaptation au climat. Il est donc permis ici de creuser un peu plus la question de l'écobilan des matériaux et de prendre en compte l'environnement vivant.

Les plantes pratiquant la photosynthèse, et notamment les arbres à

grande couronne, extraient le gaz à effet de serre CO₂ de l'atmosphère terrestre pendant toute leur durée de vie. Elles contribuent ainsi aux émissions négatives naturelles (voir chapitre 10). Si la biomasse est utilisée pour la construction sur le site, le dioxyde de carbone stocké reste piégé dans le bâtiment. Néanmoins, pour que le carbone biogénique stocké dans les matériaux de construction puisse avoir un effet sur le climat, la permanence du stockage doit être assurée bien au-delà de la démolition du bâtiment. La technique innovante des émissions négatives permet, moyennant quelques efforts techniques, d'extraire le CO₂ de l'atmosphère terrestre et de le stocker dans des matériaux de construction comme le béton. Les développements dans ce domaine n'en sont qu'à leurs balbutiements. À l'avenir, les émissions vraiment difficiles à éviter devront probablement être compensées par des émissions négatives [11]. Toutefois, éviter constitue clairement une priorité: il

Conseils pour revaloriser un quartier

Des informations complémentaires sur la revalorisation de quartiers existants sont fournies au chapitre 3.6. La rubrique D du «Manuel de développement de quartier» de l'Office fédéral du développement territorial [12] contient des conseils utiles sur le développement immobilier. Message clé: le développement immobilier, lorsqu'il est au cœur d'un dialogue entre les pouvoirs publics, les propriétaires d'immeubles, les développeurs et le public, se traduit par des solutions coopératives dont tous profitent.

Les exemples pratiques suivants sont proposés: «Une planification plus sûre grâce à une stratégie intégrale», «Lier la mise en valeur architecturale à des améliorations sociales», «Politique immobilière active menée par la commune», «Une stratégie de développement élaborée dans un cadre participatif» ou «Table ronde de coordination».

est bien plus efficace de ne pas commencer du tout à émettre de gaz à effet de serre que de les éliminer péniblement de l'atmosphère et les stocker pendant des siècles.

Plus longtemps! Continuer d'utiliser et réemployer

Ce que l'on aime dure plus longtemps. On pardonne les peluches d'un pull qu'on a tricoté soi-même et les oreilles élimées de l'ours en peluche de son enfance. La voiture de collection consomme trop, mais on la bichonne et on la lustre pour qu'aucun grain de poussière ne s'y dépose. Continuer d'utiliser ce qui a déjà été produit plutôt que produire de nouvelles choses est l'une des stratégies les plus puissantes en matière de production. La réutilisation a deux effets positifs: cela fait moins de nouveaux matériaux à produire et moins de matériaux déconstruits à éliminer ou à mettre en décharge. Les chiffres issus des statistiques sur les déchets sont effrayants. D'énormes quantités de matériaux de

construction sont perdues lors de la déconstruction et l'élimination. La quantité de matériaux, d'énergie et de surface au sol pouvant potentiellement être économisée et la quantité d'EGES pouvant potentiellement être évitées par la simple réutilisation sont impressionnantes.

Il suffit de jeter un coup d'œil dans nos villes et nos quartiers pour constater que des bâtiments anciens bien entretenus peuvent stoïquement durer un siècle. Pour cela, il faut toutefois qu'ils soient maintenus en bon état et, lorsque cela est nécessaire, réparés. La flexibilité d'affectation et l'adaptabilité ont pour effet de prolonger la vie, mais la reconnaissance de la valeur joue un plus grand rôle encore: elle conduit à traiter l'existant avec soin et à pardonner le fait que les bâtiments anciens et parfois aussi les transformations ne puissent pas répondre à toutes les exigences actuelles. Ils sont mal insonorisés et analogiques (pas numériques), mais compensent aisément cela par leur charme artisanal et leur singularité.

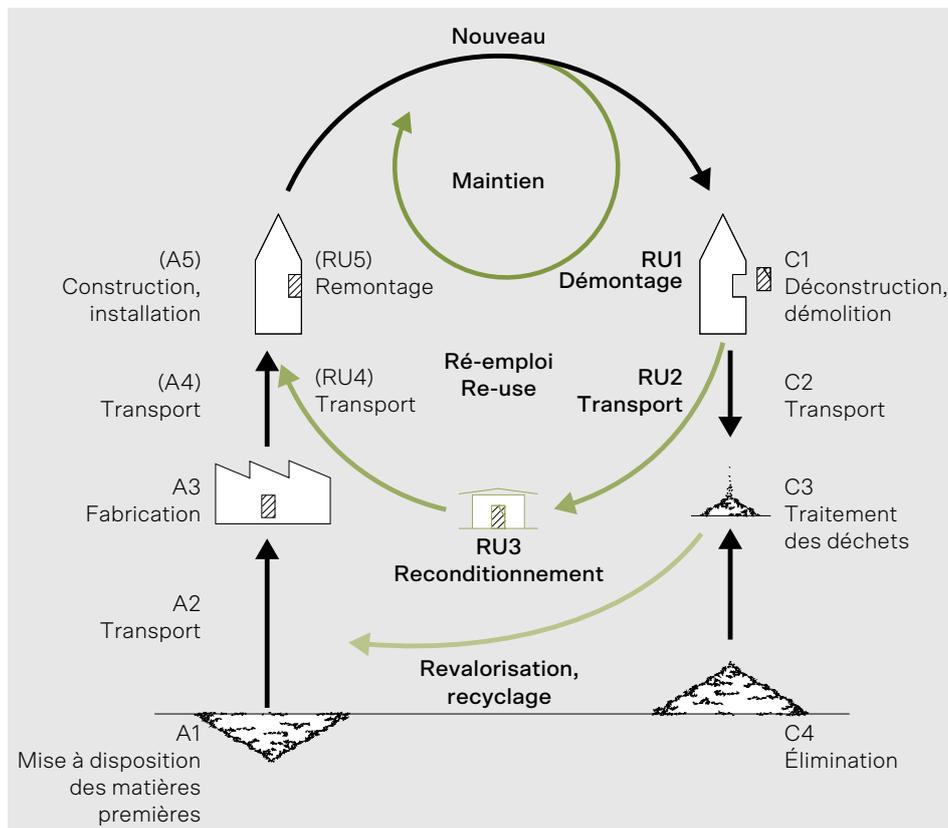


Illustration 7.12: Le principe de l'économie circulaire. (Source: Zirkular GmbH)

Ici aussi, l'échelle du site offre davantage de possibilités. Il est plus facile de prolonger l'utilisation d'un bâtiment lorsque l'on prend en compte le potentiel de son environnement proche. Ce qu'un bâtiment existant ou une transformation ne peut pas faire, un autre bâtiment sur le site ou une nouvelle construction ciblée pourra le faire. Il est parfois difficile d'intégrer de nouvelles installations techniques centralisées ou des parkings dans les structures existantes. Lorsque l'on peut densifier vers l'intérieur, les interventions sont plus faciles à doser sur des sites. Des mesures peu invasives sont parfois plus efficaces que des mesures radicales. En servant de repères visuels, les bâtiments anciens participent à la création de l'identité du site. Ils sont les témoins concrets de notre époque et parfois même des monuments. Ils rappellent l'histoire et sont des maîtres pour l'avenir. Les nouvelles constructions répondent plus efficacement aux exigences actuelles, peuvent proposer de manière ciblée les offres qui manquent sur le site et ouvrent de nouvelles possibilités. Cultiver la diversité de cette manière est une marque de développement durable. Ses avantages vont bien au-delà de la préservation des ressources et de la réduction des déchets.

Lorsqu'une construction existante est malgré tout sacrifiée au profit d'un nouveau bâtiment, la pénurie actuelle de ressources modifie le regard que l'on porte sur la déconstruction. Non, espérons que la déconstruction cessera de produire des déchets qu'il faudra ensuite éliminer! Les éléments de construction et les matériaux déconstruits méritent d'être valorisés comme des ressources précieuses et, si possible, réutilisés ailleurs. L'économie et l'écologie appellent à l'économie circulaire. La réutilisation des éléments de construction (en anglais: *re-use*) prend de la vitesse. On peut actuellement voir comment la réutilisation et la construction circulaire créent de nouvelles chaînes de création de valeur et de nouveaux processus. Le site devient un entrepôt local de matériaux de construction.

La planification digitale peut être très utile pour créer des circuits fermés. L'entreprise Zirkular GmbH, à Bâle, est précurseuse en la matière. Elle s'efforce de conserver ce qui existe localement dans le circuit, d'en mesurer la valeur et, ce faisant, d'aborder de manière très pragmatique toutes les questions liées à l'établissement des nouvelles chaînes d'approvisionnement nécessaires: qui prend en charge les garanties du système? À quel moment les responsabili-

Évitement Mesures de réduction (sélection)	Émissions négatives Baisses (temporaires)
<ul style="list-style-type: none"> - Remettre en état et agrandir plutôt que construire du neuf - Réduire les volumes souterrains - Substitution (construction en bois, argile) - Grands volumes, compacts - Sobriété (sobriété des surfaces, des plans, flexibilité/superposition d'affectations) - Intégration la technique de manière modérée (Lowtech) - Réutiliser et réemployer (Re-use) - Efficacité des matériaux (structure porteuse, façades, part de fenêtres, etc.) - Matériaux de construction alternatifs (p. ex. paille, herbe, chanvre, argile) - Matériaux de construction réduits en CO₂ (ciment, acier, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux de construction à base de matières premières renouvelables (bois et matériaux de construction biogènes) - Matériaux minéraux carbonatés (p. ex. béton)

Tableau 7.1: Comment atteindre le zéro net? Évitement des émissions vs. Émissions négatives (Source: Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Fachstelle Umweltgerechtes Bauen)

tés sont-elles transférées? Quels sont les coûts réels?

Ce qui semble encore être le fruit d'une motivation intrinsèque pourrait rapidement devenir un modèle commercial lucratif lorsque l'économie circulaire deviendra la norme. Le «Kompendium zum Zirkulären Bauen» (Précis de la construction circulaire) [13] passe en revue toutes les questions relatives à la réutilisation des éléments de construction de manière détaillée et les illustre à l'aide d'un exemple concret: le Kopfbau K. 118, bâtiment pionnier situé sur la Lagerplatz de Winterthur et principalement composé d'éléments de construction réutilisés. Le potentiel de la réutilisation est particulièrement impressionnant lorsque l'on compare les coûts de production d'un nouvel élément de construction avec ceux de la réutilisation: dans le cas du Kopfbau K. 118, les EGES des éléments de construction réutilisés étaient 85 à 98 % inférieurs à celles d'éléments de construction neufs équivalents [14]. Voir l'exemple pratique 12.5.

7.5 Le site, laboratoire de recherche sur le zéro net

Le changement climatique est l'un des plus grands enjeux de notre époque. Les sites peuvent être exploités de manière à n'émettre aucun gaz à effet de serre. Mais nous sommes encore loin de l'objectif climatique zéro net en matière de construction. Pour réduire au maximum les émissions liées à la construction, nous devons utiliser tous les leviers que nous connaissons et remettre en question les méthodes conventionnelles. Il est important de garder à l'esprit le lien qui existe entre la construction et l'exploitation.

Une gestion des ressources durable nécessite que l'on utilise moins de matériaux ou que la durée d'utilisation des matériaux déjà produits soit prolongée. En outre, la fermeture des cycles des matières par le biais du recyclage ou de

la réutilisation, par exemple, permet de réduire l'apport de nouveaux matériaux tout en diminuant le volume des déchets. Tout comme l'exigence du «moins et plus longtemps», le choix des matériaux est déterminant pour réduire les effets négatifs sur l'environnement et le climat.

En matière d'EGES, les stratégies d'évitement sont beaucoup plus efficaces que les émissions négatives [11]. Le zéro net en matière d'émissions de gaz à effet de serre dans la construction n'est malheureusement pas pour demain. Cet objectif sera à portée de main lorsque les EGES liées à la production de matériaux de construction tels que le ciment, l'acier, la brique ou le verre auront été massivement réduites. En plus des responsables de la construction et des planificateurs, il faut que les fabricants de matériaux soient davantage impliqués. De par sa taille, un site se prête parfaitement aux développements innovants. Pas trop petit tout en restant gérable.

7.6 Sources

- [1] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2040:2017, La voie SIA vers l'efficacité énergétique et Correctif C1. Zurich, 2017.
- [2] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Norme SIA 390/1, La voie du climat – Bilan des gaz à effet de serre sur le cycle de vie des bâtiments. Zurich, publication prévue en 2024.
- [3] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Protection du climat, adaptation climatique et énergie – Les objectifs de la SIA pour le parc immobilier et les infrastructures face au changement climatique. Zurich, 2020.
<https://bit.ly/3TJMUZm>
- [4] «Faktor» Heft 45, 2000-Watt-Areale. Faktor Verlag. Zurich, 2017.

- [5] Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt. Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen aus der baulichen Infrastruktur der Schweiz. Saint-Gall, 2016.
<https://bit.ly/MatCH>
- [6] Die Schweiz: Ein Abriss. Gegen die Wegwerfkultur im Bauen. Schweizerisches Architekturmuseum, Exposition organisée par Countdown 2030. Sept./Oct 2022.
https://bit.ly/SAM_Abriss
- [7] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2032:2020, L'énergie grise – Établissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments Zurich, 2020.
- [8] Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics, Ecobau, Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren (éd.). Recommandation 2009/1: 2022, Données écobilans dans la construction. Berne 2022.
<https://bit.ly/3N0eOwr>
- [9] SuisseEnergie pour les communes (éd.). Bâtiments existants sur les Sites 2000 watts: guide pour le domaine construction. Berne, 2019.
<https://bit.ly/4he2jLB>
- [10] Office fédéral de l'énergie, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich (éd.). LCA of climate friendly construction materials, Version 2.0. Uster, 2021. https://bit.ly/AHB_LCA
- [11] Amt für Hochbauten der Stadt Zürich (éd.). Bilanzierung von Negativemissionen (NET) im Bauwesen – Berechnung und Beitrag von NET zum Klimaziel Netto-Null. Zurich, 2023.
https://bit.ly/AHB_net
- [12] Office fédéral du développement territorial (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>
- [13] Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Gestaltung und Bauingenieurwesen (éd.). Bauteile wiederverwenden. Ein Kompendium zum zirkulären Bauen. Park Books. Zurich, 2021.
- [14] Amt für Hochbauten der Stadt Zürich (éd.). Graue Energie und Treibhausgasemissionen von wiederverwendeten Bauteilen – Methodik und Berechnung in Varianten am Fallbeispiel Gebäude K118 in Winterthur. Zurich, 2020.
https://bit.ly/AHB_K118

Outils et instruments

- Données écobilans dans la construction. Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics. 2022. <https://bit.ly/3N0eOwr>
- Outil de calcul SIA 390/1 pour les phases d'études préliminaires et d'avant-projet. Société suisse des ingénieurs et des architectes. (prévu sous www.sia.ch)
- Énergie grise / CO₂. Ecobau. <https://bit.ly/47K5uGG>
- EcoTool – Nachhaltig bauen? Das geht! <https://ecotool.org>

Approvisionnement énergétique

Thomas Gautschi

19 % du bâti existant en Suisse est actuellement chauffé à l'aide de pompes à chaleurs.

11 % des besoins en chaleur sont couverts par des réseaux thermiques.

900 000 chauffages utilisant des énergies fossiles doivent encore être remplacés.

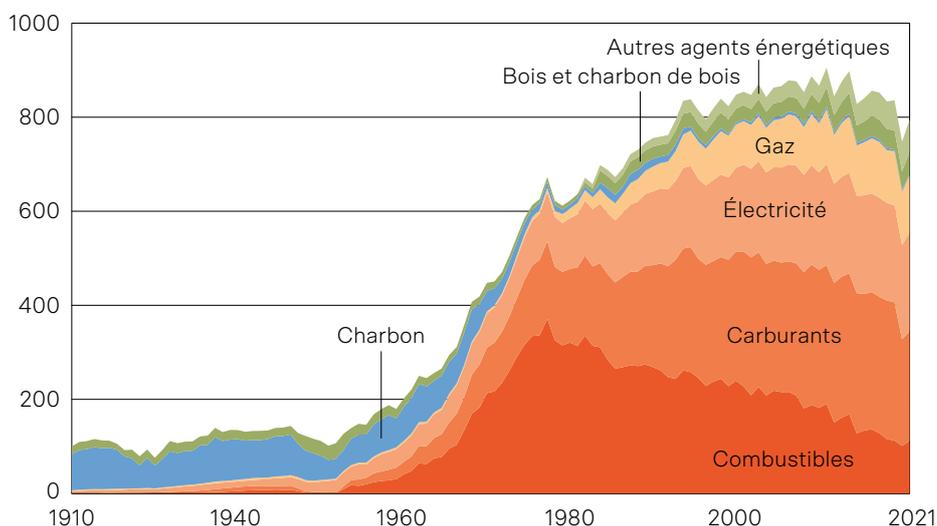
70,3 % de l'énergie en Suisse est importée.

28 % de la consommation totale d'énergie finale en Suisse proviennent de sources renouvelables.

80 % de l'électricité fournie provient de sources renouvelables.

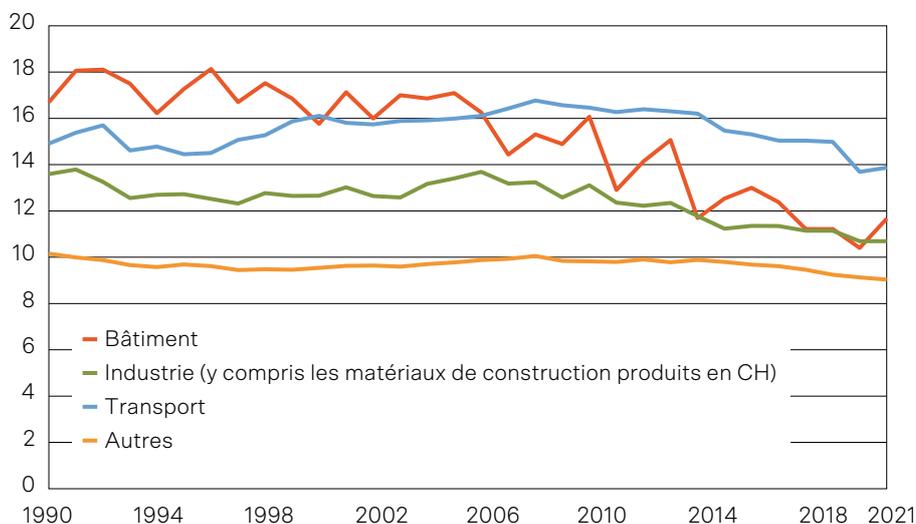
Consommation finale d'énergie en Suisse, par agent énergétique

Milliers de térajoules



Emissions de gaz à effet de serre de l'exploitation, par secteur

Millions de t CO₂eq



8.1 Approvisionnement énergétique visant le zéro net

L'objectif politique est clair: les émissions nettes de gaz à effet de serre doivent être nulles d'ici 2050 au plus tard. La technologie nécessaire est d'ores et déjà largement disponible, mais il manque encore parfois un cadre réglementaire approprié. De plus, les mentalités n'ont pas encore suffisamment évolué à ce sujet dans la société [1], [2].

Transformation du système énergétique

Pour passer à un approvisionnement en énergie renouvelable, notre système énergétique actuel doit être radicalement transformé. Pour l'instant, nous n'en sommes qu'au tout début de cette transformation. Les scénarios aboutissent tous à la même conclusion, la transformation nécessite:

- un développement massif des énergies renouvelables, en particulier du photovoltaïque,
- l'électrification du chauffage et de la mobilité,
- des possibilités de stockage sur différentes échelles de temps et
- des systèmes de régulation numériques adaptés.

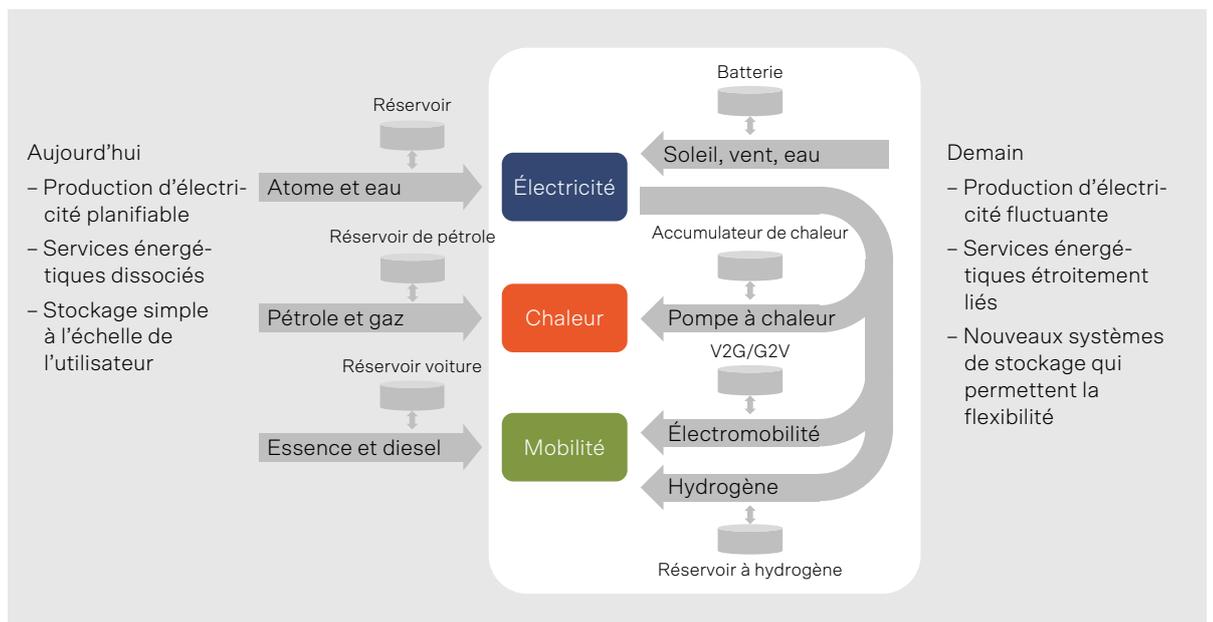
On dispose d'ores et déjà des solutions techniques nécessaires pour décarboner l'approvisionnement énergétique. Les sites et les quartiers présentent justement bien plus de synergies permettant un approvisionnement énergétique optimal que les bâtiments individuels alimentés de manière autonome. Ainsi, il est plus facile de trouver des preneurs pour les rejets thermiques à l'échelle d'un site que dans un bâtiment individuel. Le constat est le même pour la production d'énergie renouvelable.

De nouveaux modèles commerciaux

La transformation de l'approvisionnement énergétique est fortement influencée par les besoins des consommateurs, les conditions du marché et le cadre réglementaire. Pour subsister sur le marché, les modèles commerciaux doivent être plus flexibles qu'auparavant. L'adéquation entre l'offre et la demande est cruciale. Les principaux prérequis sont les suivants:

- informer de la disponibilité de ressources renouvelables et d'installations de production,
- tenir compte de la demande,
- des systèmes de stockage de l'énergie,
- des systèmes de gestion de l'énergie et de la charge sur l'ensemble du site.

Illustration 8.1: La transformation du système énergétique nécessitera à l'avenir le couplage des secteurs de la chaleur, de l'électricité et de la mobilité. Il faudra pour cela une régulation globale ainsi qu'une approche intégrale. V2G = Vehicle to Grid, G2V = Grid to Vehicle. (Source: Remap)



De nouveaux acteurs font leur apparition sur ce marché avec des modèles commerciaux novateurs. Le commerce de l'excédent d'énergie renouvelable est un exemple de domaines d'activité en pleine croissance. On peut également s'attendre à ce que la demande de prestations de conseil et de solutions visant à améliorer l'efficacité énergétique augmente.

Le refroidissement – quand le climat se réchauffe

Au cours des 40 dernières années, beaucoup de choses ont été entreprises pour réduire le besoin de chaleur du parc immobilier. Or, avec la multiplication des journées de canicule et des nuits tropicales, il est temps de se pencher davantage sur la question du refroidissement. Il s'agit d'une priorité, car les sites et les quartiers que l'on planifie aujourd'hui doivent d'ores et déjà répondre aux besoins des usagers au cours des prochaines décennies. Des recommandations d'action correspondantes pour les maîtres d'ouvrage [3] et des bases de planification avec des jeux de données de référence annuels issus des scénarios climatiques suisses [4] sont disponibles. L'adaptation au changement climatique nécessite impérativement une planification globale des bâtiments, de l'approvisionnement énergétique et des aménagements extérieurs (voir chapitre 10).

Sharing – Flexibilité

L'énergie renouvelable peut être distribuée par des systèmes d'approvisionnement décentralisés, ce qui crée les conditions nécessaires pour qu'elle puisse être distribuée et utilisée directement au sein d'un site. Ce type d'échange augmente l'auto-consommation dans les zones d'habitation. Pour un approvisionnement durable ne nécessitant pas de recourir aux énergies fossiles pour la couverture de pointe, les utilisateurs doivent également se pencher sur la question de la sobriété: de quelle puissance avons-

nous réellement besoin et pouvons-nous nous accommoder d'un confort moindre quelques heures ou quelques jours dans l'année? Il faut en outre que les installations de production soient dimensionnées en fonction de la consommation réelle. Les surdimensionnements, uniquement prévus pour se couvrir contre l'éventualité de conditions climatiques extrêmes en été et en hiver, doivent être évités. Cela permet d'abaisser considérablement la puissance de pointe nécessaire qu'un système énergétique doit fournir. Des installations correctement dimensionnées ont aussi un impact positif sur l'efficacité.

Pour exploiter les potentiels d'efficacité, il existe des possibilités d'optimisation tant au niveau de la mise à disposition de l'énergie qu'au niveau des usagers. L'un des objectifs doit être d'augmenter la flexibilité du système énergétique du site ou du quartier. La gestion de la charge, les solutions de stockage décentralisées ou des mesures de sobriété sont autant d'outils permettant de mieux répartir la consommation dans le temps et d'abaisser ainsi la puissance de pointe nécessaire. Pour augmenter la sécurité de l'approvisionnement, il

Mot clé: Concept énergétique

Le concept énergétique définit l'ensemble des objectifs et des exigences relatives à l'énergie et formule les moyens de les atteindre. Il décrit l'offre en énergies renouvelables locales et déclare les besoins en chaleur, en froid et en électricité sur la base des stratégies immobilières définies dans le concept de développement immobilier (voir chapitre 7.3). Le concept comprend également un inventaire des systèmes techniques, à partir duquel peuvent ensuite être développées des solutions pour les réseaux thermiques et le stockage, l'électricité et l'intégration de la mobilité électrique. Le chemin de transformation destiné à faire passer les sites et les quartiers existants de leur état actuel à l'état cible au cours de la période d'observation est présenté.

faut s'appuyer sur une collecte de données appropriées et des algorithmes correspondants.

8.2 Planification et concept énergétique

Planification énergétique communale

Les planifications énergétiques à l'échelle communale sont des outils importants pour la transformation de notre système énergétique. Elles mettent en évidence les potentiels énergétiques existants, définissent des stratégies d'approvisionnement (solutions individuelles, les territoires raccordés exist-

tants et potentiels) et fournissent des directives claires pour la gestion des installations PV. Cependant, la plupart des communes n'ont pas de planification énergétique ou alors une planification qui n'est pas formulée de manière suffisamment concrète, ce qui pose un problème, car les planifications énergétiques sont censées garantir la sécurité de planification nécessaire aux investissements.

Analyse des besoins de chaleur, de froid et d'électricité

L'analyse des besoins fournit le socle de la stratégie énergétique. Les stratégies énergétiques devant perdurer pendant

Illustration 8.2: Profil de charge type d'un site avec une affectation mixte Logements/Services. Si la puissance ou la capacité d'approvisionnement des sources renouvelables est limitée, l'utilisation de combustibles est encore souvent planifiée pour couvrir les pointes de puissance durant les journées froides de l'hiver. Les profils de charge aident à réduire la part des pointes de puissance. (Source: Anex)

Besoin annuel en énergie par utilisation, en %

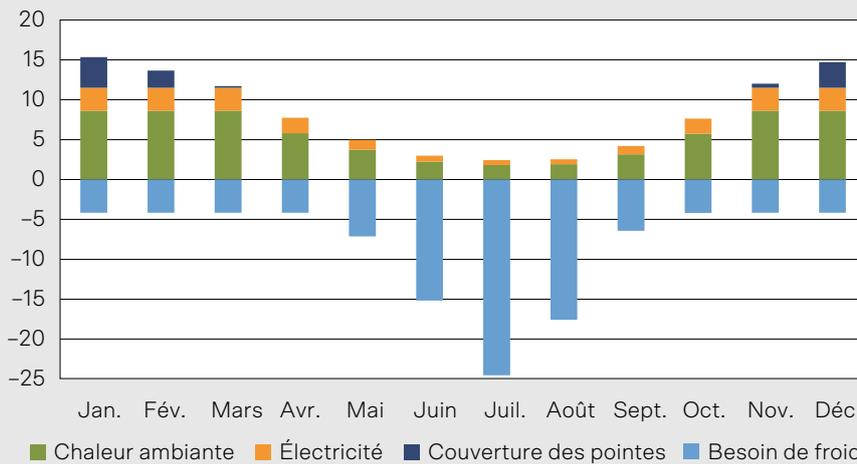
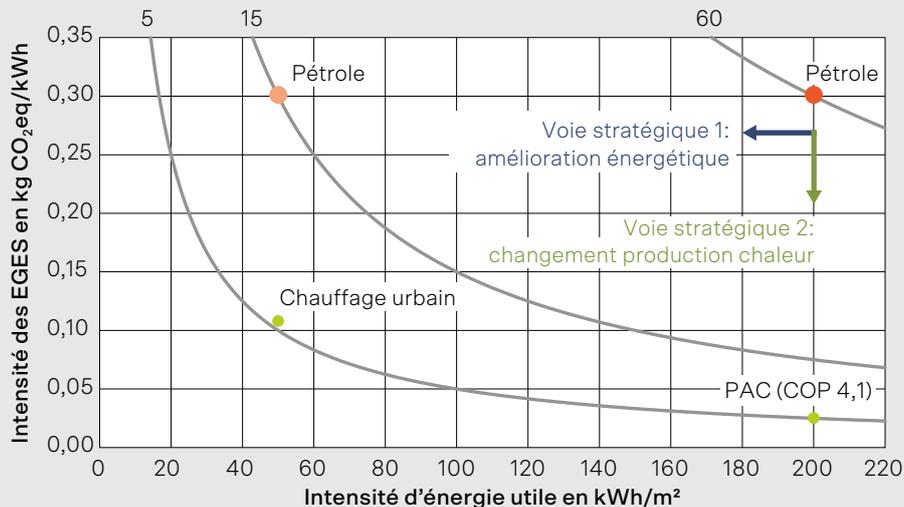


Illustration 8.3: Stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments: le point rouge en haut à droite représente un bâtiment ancien chauffé au mazout et émettant 60 kg CO₂eq/m². En réduisant le besoin en énergie (voie stratégique 1), les nouvelles constructions ou les bâtiments anciens ayant fait l'objet d'une amélioration énergétique atteignent le point rouge clair en haut à gauche (15 kg CO₂eq/m²). Seul le passage à la chaleur renouvelable (voie stratégique 2) permet d'atteindre l'objectif de la voie SIA vers l'efficacité énergétique (5 kg CO₂eq/m², points verts). (Source: voir [1])

Famille de courbes: EGES en kg CO₂eq/m²



plusieurs générations, les prévisions doivent couvrir les décennies à venir. Les besoins en puissance sont souvent surestimés lors de la planification, par exemple parce que les simultanités ne sont pas suffisamment prises en compte ou parce qu'elles ne sont pas suffisamment coordonnées avec les besoins. Or, le surdimensionnement nuit au fonctionnement et fait grimper les coûts énergétiques. Dans le pire des cas, il peut même conduire à prendre de mauvaises décisions dans le cadre de la stratégie énergétique. Il peut conduire à planifier la couverture de pointe à l'aide d'énergies fossiles alors que ce n'est absolument pas nécessaire.

Lorsque les limites du système sont suffisamment larges, elles englobent généralement des zones avec des affectations différentes, ce qui permet des synergies pour l'approvisionnement énergétique. Les sites et les quartiers sont particulièrement adaptés pour maximiser la consommation propre et minimiser la fourniture d'énergie.

Stratégies de rénovation et de transformation

L'objectif d'émissions de gaz à effet de serre (EGES) d'un bâtiment ou d'un site peut être atteint à l'aide de différentes stratégies. En principe, les émissions

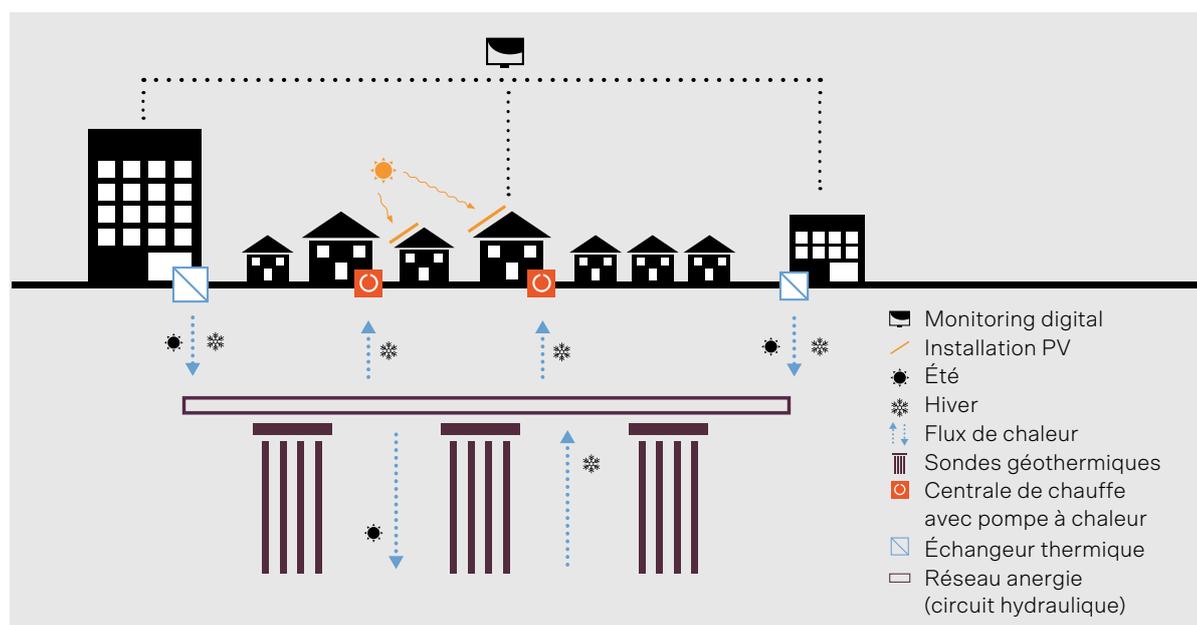
peuvent être réduites en optimisant le besoin en énergie et en décarbonant les agents énergétiques. Bien évidemment, les critères économiques influencent également le choix de la stratégie.

Le chemin de transformation

Le besoin en chaleur, en froid et en électricité des sites et des quartiers est fortement déterminé par le standard de construction, le type d'affectation et le comportement des usagers. Ainsi, l'évolution du besoin en énergie dépend beaucoup du concept de développement immobilier. Cela signifie aussi que la stratégie de décarbonation doit être définie en fonction de la stratégie de développement immobilier. On obtient ainsi le chemin de transformation, qui montre la meilleure manière de remplacer les sources d'énergie fossiles par des sources renouvelables pour atteindre le zéro net (voir l'exemple dans le chapitre 8.7).

Outre la décarbonation de l'énergie d'exploitation, le concept de développement immobilier doit aussi inclure les émissions grises, conformément aux stratégies immobilières choisies. Enfin, les usagers sont aussi tenus d'utiliser les ressources disponibles comme l'espace, les matières premières et l'énergie avec parcimonie (voir chapitre 7.3).

Illustration 8.4:
Schéma d'un réseau anergie avec système de stockage souterrain. Des bâtiments tertiaires ou industriels réinjectent leurs rejets thermiques (tout à gauche et à droite du schéma). (Source: Anex)



8.3 Chaleur: des potentiels renouvelables locaux

Pour mener à bien la transformation de l'approvisionnement énergétique, toutes les sources d'énergies renouvelables doivent être prises en compte. Les sources d'énergie de haute valeur, comme le bois ou les gaz synthétiques, devraient toutefois et autant que possible être réservées à la fourniture d'énergie de processus dans l'industrie ou à la production d'électricité. Idem pour le biogaz, dont la disponibilité est très limitée en Suisse. L'approvisionnement en chaleur de confort devrait reposer sur des sources d'énergie de moindre valeur, comme par exemple les rejets thermiques, les eaux souterraines et de surface ou la géothermie de faible profondeur.

Rejets thermiques

Le refroidissement de locaux ou de processus produit des rejets thermiques. C'est le cas dans les surfaces de vente, les laboratoires, les centres de calcul, les processus industriels ou les patinoires artificielles. Les rejets de chaleur ne doivent pas être rejetés dans l'environnement sans avoir été utilisés, mais plutôt utilisés pour chauffer des locaux,

des bâtiments ou des processus. La chaleur est alors distribuée via un réseau thermique.

Eaux de surface

Les lacs et les cours d'eau suisses offrent un énorme potentiel d'énergie thermique pour le chauffage et le refroidissement. Grâce aux pompes à chaleur, l'eau de surface peut servir à fournir de la chaleur. L'eau ayant une capacité thermique élevée et sa température étant supérieure à 0 °C même en hiver, les pompes à chaleur sont très efficaces.

En été, l'eau peut être utilisée directement pour refroidir les bâtiments. Dans de nombreuses régions riveraines de Suisse, des réseaux plus ou moins importants sont déjà en exploitation ou en cours de réalisation. Toutefois, la mise en œuvre de la stratégie énergétique nécessite d'exploiter cette source d'énergie de manière nettement plus intensive [5].

Eaux souterraines

Les eaux souterraines peuvent aussi être exploitées comme source d'énergie avec des pompes à chaleur. Cependant, leur disponibilité est limitée et elles ne peuvent être exploitées que dans

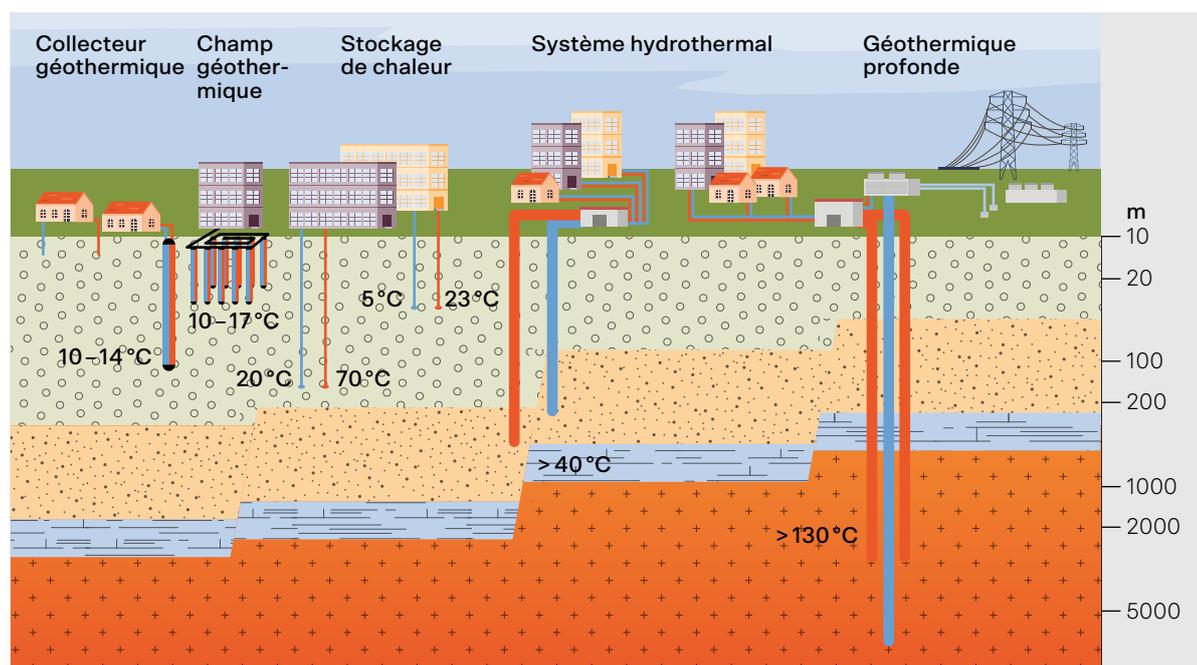


Illustration 8.5:
Types de géothermie
et niveaux de température. (Source:
SuisseEnergie)

quelques régions. Les eaux souterraines des zones urbaines ayant tendance à être trop chaudes en raison des nombreux aménagements souterrains, il est en principe souhaitable, d'un point de vue écologique, d'en extraire la chaleur. À l'inverse, il est problématique de n'exploiter ces eaux souterraines que pour le refroidissement.

Selon le régime d'écoulement, les aquifères peuvent également servir de réservoirs. En inversant le captage et la restitution, on peut «stocker» les eaux souterraines réchauffées en été et les restituer en hiver.

Eaux usées

Il serait pertinent d'utiliser la chaleur des eaux usées épurées en aval de la station d'épuration (STEP) dans la plus grande partie possible du territoire, ne serait-ce, déjà, que parce que la température de nos cours d'eau est généralement trop élevée.

La plupart des STEP étant situées loin des zones urbaines, il faut de grands réseaux de chaleur pour les raccorder. C'est la raison pour laquelle, autrefois, l'utilisation des eaux usées était rarement rentable.

En principe, la chaleur des eaux usées peut aussi être prélevée en amont des STEP, mais le processus d'épuration fonctionnant mieux à une température plus élevée, les exploitants des installations n'apprécient pas cette solution.

Géothermie

Voici les différentes formes de géothermie en fonction de la profondeur de forage:

- Faible profondeur (jusqu'à 400 m)
- Moyenne profondeur (500 à 3000 m)
- Grande profondeur (jusqu'à 8000 m)

Pour les grands ensembles de sites et de quartiers, on recourt généralement à la géothermie de faible profondeur à l'aide de sondes géothermiques. Elles jouent un rôle important, car elles servent non seulement de sources d'énergie, mais aussi pour le stockage saisonnier de la chaleur. Elles permettent de stocker de la chaleur dans le sous-sol pendant la saison chaude et de la soutirer à nouveau lorsque cela est nécessaire. Dans le jargon du métier, on parle de régénération [6].

Bois et bois de récupération

Le bois est une source d'énergie de grande valeur, particulièrement adaptée à la production de chaleur à haute température. La quantité de bois énergie disponible étant toutefois limitée, il ne doit être utilisé que lorsque le niveau de température requis empêche d'utiliser d'autres modes de production d'énergie renouvelable, comme dans l'industrie, par exemple. En revanche, la production d'électricité à partir de bois dans une centrale de cogénération peut être envisagée dans tous les cas et en particulier dans le contexte d'éventuelles pénuries d'électricité en hiver [7].

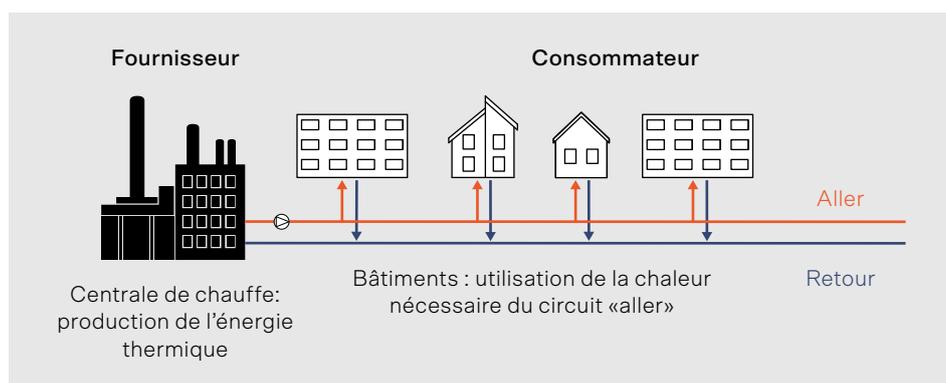


Illustration 8.6: Les réseaux unidirectionnels fonctionnent généralement à haute température (70–90 °C). La chaleur est produite de manière centralisée et transmise aux consommateurs avec une température de départ élevée. (Graphique: HSLU Technik & Architektur)

8.4 Réseaux thermiques

L'exploitation de bâtiments avec des besoins en chaleur et en froid variables au sein d'un même réseau thermique augmente l'efficacité de l'approvisionnement en chaleur et en froid. Les «déchets» énergétiques d'un système constituent la «matière première» d'un autre système [8]. Les réseaux thermiques, qui incluent donc le chauffage urbain et les réseaux anergie, créent un circuit fermé permettant l'échange de chaleur et de froid.

La démarche pour transformer des réseaux thermiques existants basés sur des énergies fossiles en réseaux thermiques basés sur des sources d'énergie renouvelable est décrit dans le «Guide pour réseaux thermiques sans émissions» [9]. Il existe différentes solutions transitoires pour le déploiement de réseaux thermiques [10].

Réseaux de chaleur à distance et de proximité

Dans les réseaux de chaleur à distance et de proximité, la chaleur est produite de manière centralisée et distribuée via un réseau. La chaleur renouvelable est par exemple fournie sous forme de chaleur résiduelle par des centrales ther-

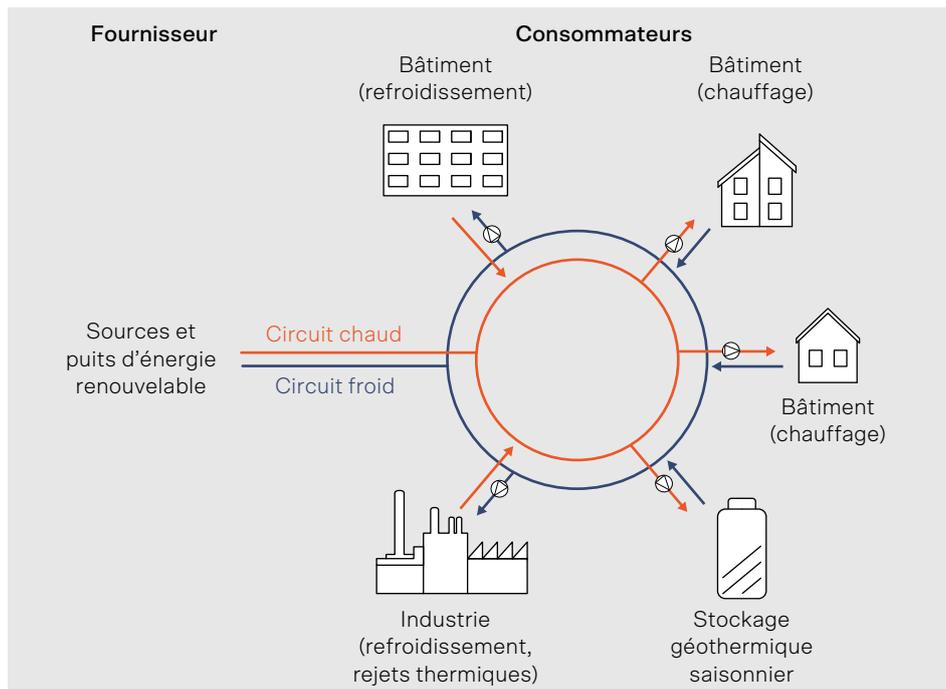
miques à bois ou des usines d'incinération des ordures ménagères. Les réseaux de chauffage à distance classiques fonctionnent à une température relativement élevée, comprise entre 70 et 90 °C. Comme ils transportent toujours la chaleur dans la même direction, on parle de réseaux unidirectionnels dirigés.

Dans les zones urbaines densément peuplées, les réseaux sont souvent le seul moyen d'assurer un approvisionnement en chaleur renouvelable. Il n'y a souvent pas assez de place pour les sondes géothermiques, tandis que l'installation de pompes à chaleur air-eau est limitée par leurs émissions sonores et, parfois, la protection des sites construits.

Réseaux anergie

Les réseaux anergie peuvent fournir à la fois de la chaleur et du froid. Leur niveau de température est compris entre 10 et 30 °C, donc bien inférieur à celui des réseaux de chaleur à distance. Dans les réseaux anergie, on utilise des pompes à chaleur pour augmenter de manière décentralisée le niveau de chaleur chez le consommateur. Le niveau de température de la chaleur peut donc

Illustration 8.7: Dans les réseaux bidirectionnels non dirigés, les consommateurs peuvent prélever de l'énergie thermique au choix dans le circuit chaud ou le circuit froid. Ils peuvent également réinjecter les rejets thermiques dans le réseau et ainsi devenir eux-mêmes sources de chaleur. Il est en outre possible d'intégrer des systèmes de stockage dans le réseau. (Graphique: HSLU Technik & Architektur)



être ajusté individuellement en fonction des besoins.

Lorsque le froid est obtenu via des réseaux énergie, les rejets thermiques sont réinjectés dans le réseau et, dans l'idéal, réutilisés ailleurs pour chauffer. La disponibilité de la chaleur et du froid n'étant pas synchronisée avec la demande des consommateurs sur les sites et dans les quartiers, les solutions de stockage (saisonnier) comme les champs de sondes géothermiques jouent un rôle important.

Les réseaux énergie permettent d'utiliser les rejets thermiques issus des processus industriels ou de services. Les eaux de surface et les eaux souterraines peuvent aussi bien servir de sources que de puits de chaleur.

Accumulateurs de chaleur

Le stockage de la chaleur est un enjeu majeur pour l'avenir. Il permet en effet de stocker la chaleur excédentaire pour la récupérer plus tard en fonction des besoins. Aujourd'hui, on utilise souvent de petits systèmes de stockage tampons pour compenser les fluctuations à court terme de l'offre et de la demande. Le stockage saisonnier prend aussi de plus en plus d'importance et l'on dispose d'ores et déjà de la technique nécessaire.

Par principe, on opère une distinction entre le stockage par chaleur sensible et le stockage par chaleur latente. Dans le premier cas, on utilise par exemple de l'eau, chauffée puis refroidie, comme fluide caloporteur. Dans le second cas, la chaleur est stockée dans des matériaux dits à changement de phase. Ils absorbent la chaleur lors de leur fusion et la restituent lors de leur solidification. La variation du niveau de température est minimale, contrairement au stockage par chaleur sensible.

8.5 Électrification de la chaleur et de la mobilité

Grâce au développement des énergies renouvelables et de la mobilité électrique, les sites et les quartiers sont de plus en plus électrifiés. Cette tendance va de pair avec le couplage croissant de l'approvisionnement en électricité, en chaleur et en froid et de la mobilité. On appelle cela la convergence des réseaux ou le couplage des secteurs. Grâce à cette évolution, les consommateurs d'énergie deviennent de plus en plus producteurs d'énergie («prosumer» en anglais) qui doivent être mis en réseau.

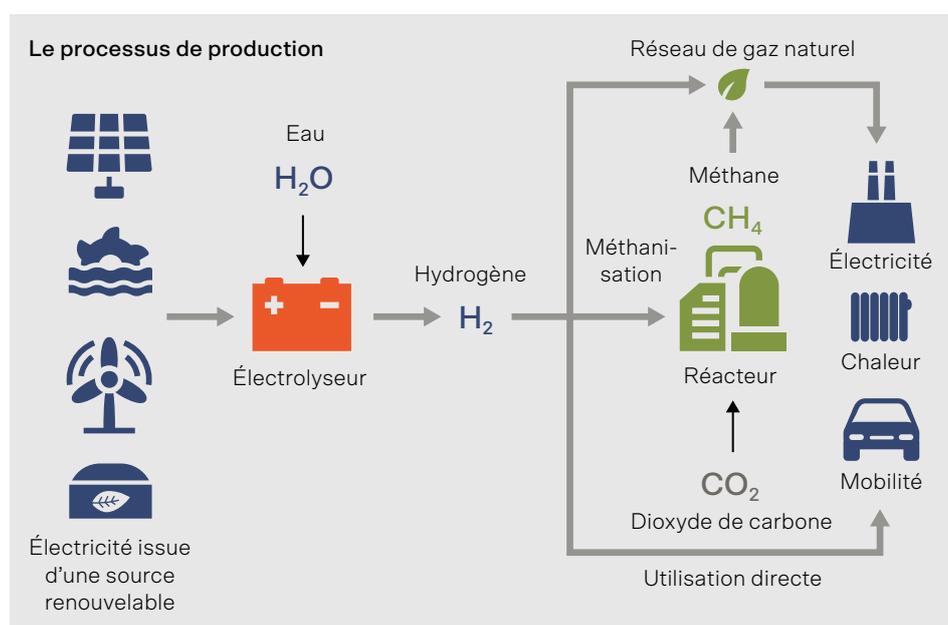


Illustration 8.8: Avec le Power-to-X, l'excédent d'électricité renouvelable peut être converti en source d'énergie stockable sur le long terme. (Source: Faktor Verlag)

Le plus gros potentiel: le photovoltaïque

Après l'énergie hydraulique, c'est le photovoltaïque (PV) qui présente le plus fort potentiel de production d'électricité renouvelable en Suisse. En principe, le bâti existant, avec ses bâtiments ou ses toitures de parking, présente suffisamment de surface disponible à cet effet. Pour sécuriser au mieux l'approvisionnement en hiver, les installations PV déjà présentes sur le Plateau devront être complétées par de nouvelles installations dans les régions montagneuses. Elles peuvent également être installées sur des infrastructures existantes, comme les routes ou les usines. Cependant, les toitures sont aussi des surfaces appréciées pour la végétalisation (voir chapitre 10) et dans les nouvelles constructions, elles sont souvent occupées par les installations techniques des bâtiments. Lors de la planification, il faut veiller à ce que les installations photovoltaïques puissent malgré tout être placées de manière optimale. Outre le photovoltaïque, d'autres sources de production d'électricité sont importantes, comme les éoliennes, les centrales au fil de l'eau, les centrales sur eau potable. Toutefois, elles ne pourront contribuer à la production

d'électricité que dans une moindre mesure.

Couplage chaleur-force

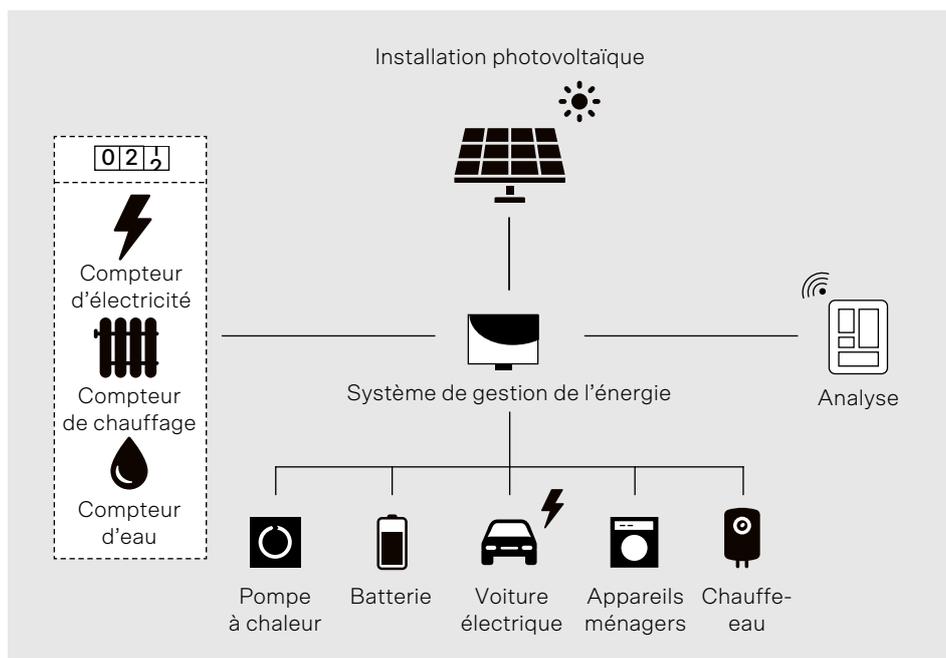
Les sources d'énergie de haute qualité doivent être utilisées de manière à produire non seulement de la chaleur, mais aussi de l'électricité lorsque c'est possible. Ces procédés sont appelés couplage chaleur-force (CCF) et incluent par exemple les centrales de cogénération, les centrales thermiques à cycle combiné gaz-vapeur (CCG), les centrales à cycle de Rankine et les installations de gazéification du bois. En général, elles produisent toutes plus de chaleur que d'électricité.

La technologie en elle-même existe depuis longtemps, mais comme elle coûte cher et nécessite beaucoup de maintenance, elle ne s'est jamais vraiment imposée. Les pénuries d'électricité hivernales qui agitent les débats pourraient toutefois changer la donne.

Stockage par batteries

Pour optimiser la consommation propre d'électricité photovoltaïque ou les pics de charge du réseau électrique, on utilise également des systèmes de stockage par batteries. En tant que «solution en îlot» ou redondance partielle, ils

Illustration 8.9: Des systèmes de gestion de l'énergie répartissent l'énergie de manière intelligente aux différentes utilisations. Exemple de l'approvisionnement en électricité. (Source: Anex)



peuvent être utilisés pour l'équilibrage jour/nuit ou comme alimentation de secours en cas de panne de réseau. Ils peuvent également être envisagés pour couvrir de manière décentralisée les pics de consommation chez les consommateurs qui soutirent leur puissance en ruban du réseau électrique. Cela permet de réduire les pics de charge du réseau électrique [11].

Mobilité électrique

La mobilité électrique et ses infrastructures de charge doivent être prises en compte dans l'approvisionnement des sites et des quartiers. Cela ouvre de nombreuses perspectives pour l'optimisation de la consommation propre, mais aussi pour les prestations utiles au réseau, par exemple pour écrêter les pics de charge sur le réseau électrique public.

À l'avenir, les batteries des voitures électriques pourront aussi servir de stockage intermédiaire. En cas de besoin, l'électricité stockée est réinjectée dans le réseau. On appelle cela la charge bidirectionnelle. Avant que cela soit possible à grande échelle, certains obstacles techniques doivent encore être surmontés (voir chapitre 9.3, Infrastructures de mobilité électrique).

Power-to-X

La technologie Power-to-X (PtX) permet de transformer l'électricité excédentaire issue de sources renouvelables en carburant ou en combustible liquide ou gazeux, comme l'hydrogène, le méthane ou le méthanol. Ces agents énergétiques peuvent être stockés pendant de longues périodes et servir pour le stockage saisonnier de l'énergie [12]. La Suisse dispose de peu de sources d'électricité susceptibles de fournir des excédents importants, mais les agents énergétiques synthétiques issus d'installations éoliennes offshore, comme en mer du Nord, ou de grandes installations photovoltaïques dans le sud de l'Espagne ou au Maroc pourraient un jour faire partie de notre avenir énergé-

tique. Il n'est toutefois pas encore possible de définir avec certitude si le PtX pourra un jour être exploité de manière compétitive.

Gestion de l'énergie

Les systèmes de gestion de l'énergie (EMS) jouent un rôle prépondérant dans la recherche de l'équilibre entre les producteurs, les consommateurs et le stockage d'énergie à l'échelle d'un site. Il s'agit essentiellement de systèmes intelligents qui déterminent non seulement la distribution de manière autonome, mais aussi la production et le stockage. Ils optimisent la consommation propre en analysant les données et les modèles de consommation et en éteignant par exemple les appareils non utilisés. Ils déclenchent la charge d'une voiture électrique lorsqu'il y a beaucoup d'énergie solaire ou règlent les installations de chauffage et de refroidissement avec précision et anticipation. Ils peuvent aussi coordonner différents producteurs d'énergie et systèmes de stockage existants en se basant sur des critères économiques et écologiques. Lorsque de petites variations sont tolérées à l'intérieur d'une plage de températures de consigne, ils peuvent aussi activer l'effet d'accumulation de la masse du bâtiment ou de chambres froides.

Les EMS contribuent en outre à réduire les émissions de CO₂. Comme la gestion de l'énergie déleste également le système d'approvisionnement, les exploitants peuvent, dans certaines conditions, bénéficier de prix plus bas pour l'énergie et l'électricité. Enfin, les EMS fournissent des données détaillées sur les consommations d'énergie, ce qui simplifie la facturation pour les régies.

8.6 Exploitation

Le modèle commercial du Contracting

L'exploitation de réseaux d'énergie, et notamment des réseaux anergie, est exigeante. Aussi, il est souvent judicieux de faire appel à des prestataires de services spécialisés. L'un des principaux modèles commerciaux est le contracting. Il peut prendre différentes formes:

- Contracting Fournisseur d'énergie: le contracteur planifie, construit, finance, exploite, entretient et optimise l'installation. Le client achète l'énergie à des conditions définies.
- Contracting Gestion de l'exploitation: le contracteur prend en charge une installation déjà construite. Dans ce cas, il faut convenir des conditions-cadres pour la fixation des prix de l'énergie fournie pour la chaleur, le froid et l'électricité.

Conseils pour revaloriser un quartier

Des informations complémentaires sur la revalorisation de quartiers existants sont fournies au chapitre 3.6. La rubrique D du «Manuel de développement de quartier» de l'Office fédéral du développement territorial [18] contient des conseils utiles sur le développement immobilier. Message clé: le dialogue entre les pouvoirs publics, les propriétaires d'immeubles, les développeurs et le public se traduit par des solutions coopératives dont tout le monde profite.

Des exemples pratiques intitulés «Une planification plus sûre grâce à une stratégie intégrale», «Politique immobilière active menée par la commune» ou «Table ronde de coordination» sont proposés. D'autres thèmes sont pertinents pour la revalorisation du quartier, comme la politique énergétique et climatique active menée par la commune, la planification énergétique communale, lier la mise en valeur du bâti à des améliorations sociales et énergétiques, l'étude de faisabilité d'un réseau de chaleur de proximité, le raccordement au réseau de chauffage urbain, le regroupement pour la consommation propre (RCP).

- Contrat de performance énergétique: le contracteur analyse une installation existante dans sa globalité. Il préconise des mesures d'optimisation et les met en œuvre. Le client rémunère les services à hauteur des économies réalisées.

Prix de l'énergie et prévisions

Avec le basculement vers des ressources renouvelables locales, les prix de la chaleur et du froid vont augmenter. Alors que les coûts totaux de la chaleur fournie (capital, coûts d'entretien et d'énergie) pour les systèmes de chauffage à énergie fossile étaient autrefois d'environ 12 centimes/kWh (environ 7 centimes/kWh pour le gaz et le mazout), les coûts de la chaleur renouvelable étaient d'environ 15 à 20 centimes/kWh. Avec les récentes augmentations des prix des énergies fossiles, la différence de coût par rapport aux énergies renouvelables s'est toutefois réduite, voire a complètement disparu. En revanche, contrairement aux énergies fossiles, la valeur ajoutée des énergies renouvelables reste en grande partie en Suisse. L'utilisation de pompes à chaleur, par exemple, est aussi moins exposée à la volatilité du marché de l'énergie.

Monitoring et optimisation de l'exploitation

Pour optimiser les besoins en énergie pendant l'exploitation, il est essentiel d'enregistrer et de visualiser les valeurs d'exploitation. On s'appuie sur les diverses expériences et des benchmarks pour développer un concept de mesure pour le monitoring. On définit et surveille en permanence les objectifs en s'appuyant sur les concepts des installations et les besoins [13].

Une installation ne remplit sa fonction que lorsque les besoins en énergie et les coûts d'exploitation sont réduits au minimum nécessaire. Le cahier technique SIA 2048 «Optimisation énergétique de l'exploitation» décrit la procédure [14].

Regroupement de consommation propre

Sur les sites et dans les quartiers qui produisent leur propre électricité à partir de sources renouvelables, le regroupement de consommation propre (RCP) peut s'avérer intéressant (voir le «Guide pratique de la consommation propre» [15]). L'objectif est de consommer le plus possible l'électricité renouvelable produite localement, sur le site même, plutôt que de l'injecter dans le réseau public. L'équilibrage de charge entre la production locale et le réseau public est automatisé sans que les consommateurs de s'en rendent compte. Ils profitent cependant du fait que l'électricité

produite par le RCP est généralement moins chère que celle du réseau public. La loi sur l'énergie spécifie de toute façon que l'électricité provenant du RCP ne doit pas coûter plus cher que celle provenant du réseau public.

Dans les sites à affectations mixtes, l'expérience montre qu'un RCP permet d'atteindre des taux de consommation propre allant de 70 à 90%. La présence sur place d'accumulateurs supplémentaires et de stations de charge pour voitures électriques peut encore augmenter la consommation propre.

Les bases légales pour l'extension du modèle de consommation propre sont en cours d'élaboration. Alors que le RCP

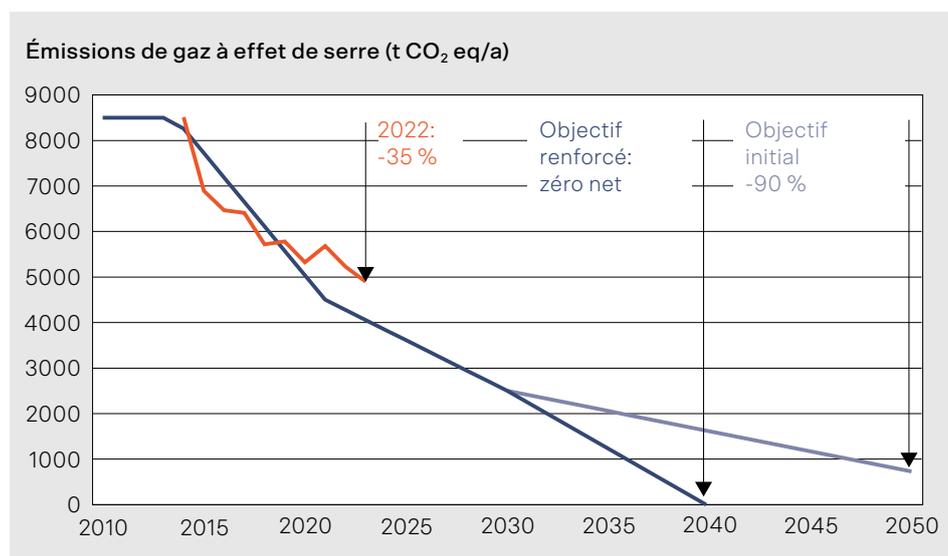


Illustration 8.10: Courbe de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le réseau énergétique de Friesenberg. En 2022, les émissions avaient déjà diminué de 35%. (Source: Anex)

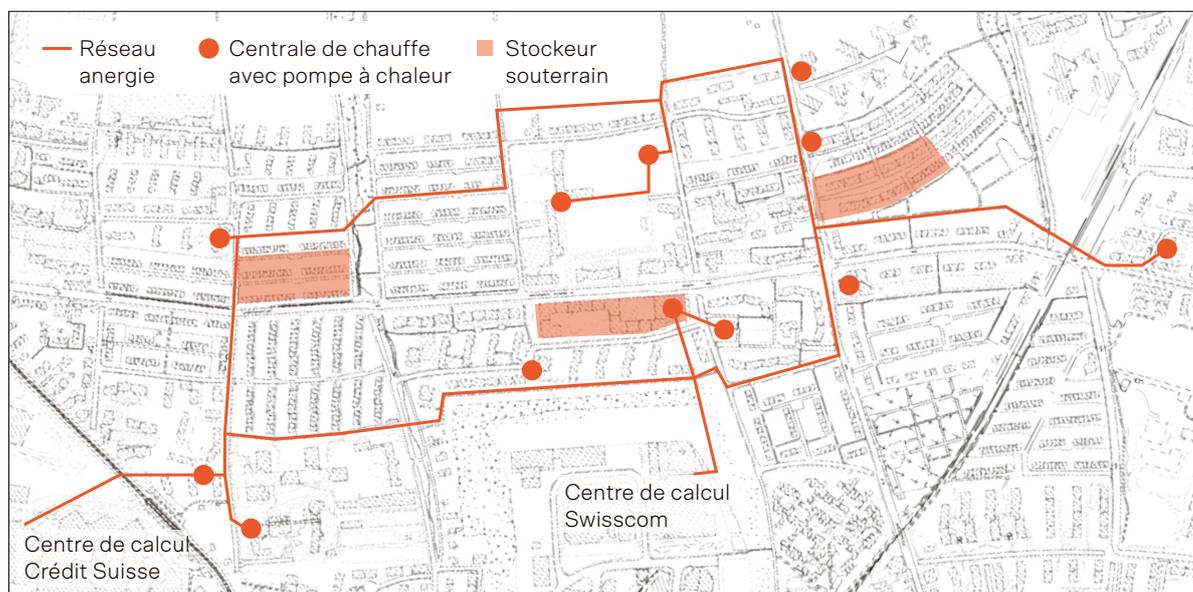


Illustration 8.11: Le réseau anergie (lignes oranges) de la Familienheim-Genossenschaft Zürich soutire les rejets thermiques des centres de calcul et de grands systèmes de stockage souterrains (surfaces orangées). À la fin du développement, il devra alimenter en chaleur quelque 2500 unités d'habitation. (Source: Anex)

d'un site est tributaire de ses propres lignes de courant et ne peut utiliser le réseau public, les «communautés énergétiques locales» (CEL) devraient à l'avenir pouvoir se regrouper à l'échelle du quartier via le réseau public. L'utilisation du réseau doit toutefois être compensée.

Avec un RCP, le propriétaire d'un site peut donc avoir la main sur au moins une partie de son approvisionnement en électricité. Bien que ce type de communautés énergétiques doive s'organiser sur la base du volontariat, la gestion technique et administrative d'un RCP peut être déléguée à des prestataires de services spécialisés. De nombreux fournisseurs d'énergie publics proposent également ce service.

8.7 Exemple: Réseau anergie de Friesenberg, Zurich

Depuis 2014, la coopérative d'habitation familiale «Familienheim-Genossenschaft Zürich» (FGZ) exploite un réseau anergie pour approvisionner en chaleur ses quelque 2300 unités d'habitation dans la zone de Friesenberg [16], [17]. Le besoin en chaleur dans la zone était au total d'environ 31 GWh durant la période de chauffage 2022–2023. Deux centres de calcul situés à proximité servent de sources de chaleur pour le réseau anergie: l'un est exploité par Swisscom, l'autre par le Crédit Suisse (situation en 2023).

Stockage saisonnier des rejets thermiques

Pour chauffer les bâtiments, la température des rejets thermiques est élevée au niveau nécessaire dans plusieurs centrales de chauffe réparties sur le site, à l'aide de pompes à chaleur. Comme les rejets thermiques sont surtout produits pendant les mois d'été, ils sont stockés de manière saisonnière dans trois grands systèmes de stockage géothermiques afin d'être réutilisés en hiver. Un total de 450 sondes géother-

miques d'une profondeur de 250 m a été installé à cet effet.

Lorsque les températures du réseau sont basses, les deux centres de calcul peuvent être refroidis directement, sans machines frigorifiques. Ainsi, les exploitants des centres de données économisent non seulement de l'électricité, mais aussi de l'eau pour le refroidissement. Au total, cela permet d'économiser environ 40 % ou 20 000 m³ d'eau déminéralisée par an, soit l'équivalent de huit piscines olympiques.

Zéro net émission de gaz à effet de serre

En 2011, la FGZ a décidé de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 90 % d'ici 2050 en créant un réseau anergie et en procédant à des améliorations énergétiques. En 2023, l'objectif a été renforcé et consiste désormais à atteindre le zéro net d'ici 2040.

En 2022, les émissions avaient déjà été abaissées de 35 % (Illustration 8.10). À ce jour, le réseau anergie couvre près de 60 % du besoin de chaleur sur le site. Si les rejets thermiques des deux centres de calcul ne pouvaient pas couvrir les futurs besoins, d'autres sources existent dans les environs, dont le potentiel, à l'heure de la publication du présent ouvrage, doit encore être éclairci.

8.8 Sources

- [1] Mennel S., Sulzer M. Faktenblatt zur Entwicklung erneuerbarer, dezentraler Energiesysteme, Hochschule Luzern – Technik & Architektur. Lucerne, 2021. <https://bit.ly/SCEER>
- [2] Hochschule Luzern – Technik & Architektur. «Handbuch zur Entwicklung Erneuerbarer Dezentraler Energiesysteme». Lucerne, 2021. https://bit.ly/HB_SCEER

- [3] Hochschule Luzern – Technik & Architektur (éd.). Prêts pour le changement climatique? Recommandations pour les maîtres d'ouvrage. Lucerne, 2021.
<https://bit.ly/3Y0soqa>
- [4] Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse (éd.). Klimaszenarien fürs zukünftige Innenraumklima (SIA 2028), Fachbericht MeteoSchweiz 279, Zürich-Flughafen, 2022.
<https://bit.ly/49XrbDT>
- [5] Institut Fédéral Suisse des Sciences et Technologies de l'Eau (Eawag) (Hrsg.). Factsheet «Utilisation thermique des lacs et rivières». Dübendorf, 2022.
<https://bit.ly/3zp0daZ>
- [6] Wagner R., Weisskopf T. Erdsondenpotenzial in der Stadt Zürich, Schlussbericht. Stadt Zürich, Amt für Hochbauten. Zurich, 2014.
https://bit.ly/ZH_EPS
- [7] Thees, O., Kittl, B. Le bois, un joker pour la transition énergétique. De www.psi.ch, consulté en novembre 2023. <https://bit.ly/4drHKZ0>
- [8] SuisseEnergie (éd.). Fiche d'information Réseaux thermiques. Berne, 2021.
<https://bit.ly/47MAyFU>
- [9] Planair (éd.). Guide des réseaux thermiques sans émissions. Yverdon-les-Bains, 2023.
<https://bit.ly/47ZiFnr>
- [10] Verenum (éd.). Guide Solutions transitoires pour le déploiement de réseaux thermiques. Zürich, 2023.
<https://bit.ly/4dvBYG4>
- [11] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2061:2021, Systèmes de stockage par batteries dans les bâtiments. Zurich, 2021.
- [12] Paul Scherrer Institut (Hrsg.). Power-to-X: Perspektiven in der Schweiz – Ein Weissbuch. Villigen, 2019. <https://bit.ly/PtX>
- [13] Minergie Suisse (éd.). Monitoring – Mesurer, visualiser, évaluer, optimiser Bâle, 2019.
<https://bit.ly/4fAfkyk>
- [14] Société suisse des ingénieurs et des architectes: Cahier technique SIA 2048:2015, Optimisation énergétique de l'exploitation. Zurich, 2015.
- [15] SuisseEnergie (éd.). Guide pratique de la consommation propre, Version 3. Berne, 2023.
<https://bit.ly/4eiknCl>
- [16] Kolb, M. Utilisation de la chaleur de centres de calcul et refroidissement des serveurs: réseau d'énergie Friesenberg Zurich. Fribourg, 2021. https://bit.ly/Kolb_FB
- [17] Neue Wärmenetze – Anergienetz FGZ. Dans: Acqua & Gas, 27 avril 2022. Rubmedia, Berne.
<https://bit.ly/FGZ>
- [18] Office fédéral du développement territorial (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>

Outils et instruments

- Recommandation d'utilisation des données climatiques horaires pour l'avenir en complément de la norme SIA 2028 (en allemand) SIA (éd.).
https://bit.ly/sia_irk
- Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme – «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation», Office fédéral du développement territorial (éd.). Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>

Mobilité

Stefan Schneider **71 %** des émissions de CO₂ générées par le transport proviennent des voitures de tourisme.

Une voiture électrique alimentée par l'électricité photovoltaïque produite sur son propre toit émet

80 % de CO₂ en moins qu'une voiture équipée d'un moteur à combustion classique.

La consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre générées par la mobilité induite sont environ

40 % inférieures à la moyenne suisse pour les bâtiments idéalement situés et avec une utilisation optimisée des mesures de mobilité.

30 km ont en moyenne été parcourus chaque jour et par habitant en Suisse en 2021, ce qui équivaut à

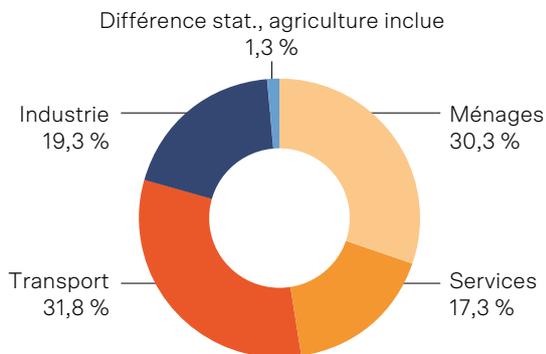
80 minutes de trajet par jour.

69 % des parcours ont été effectués en voiture,

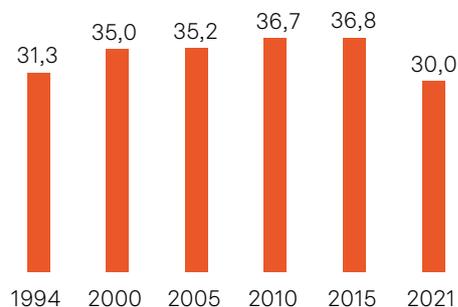
17 % en train et

4 % en transports publics.

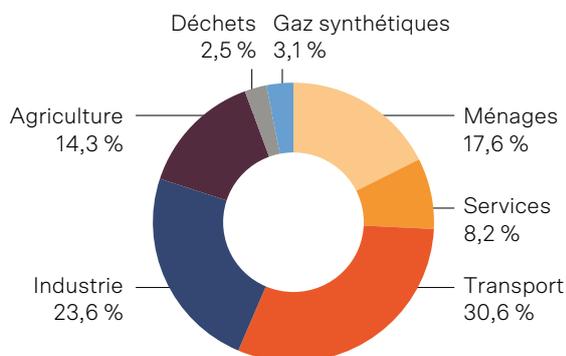
Consommation d'énergie 2021



Distance journalière par personne en km



Émissions de gaz à effet de serre 2021



Distance journalière par tranche d'âge



9.1 La mobilité peut être contrôlée

Besoins énergétiques et émissions de gaz à effet de serre

Depuis plusieurs décennies, près d'un tiers de l'énergie nécessaire en Suisse est consommée par la mobilité [1]. En 2021, le transport (hors transport aérien et maritime international) était responsable de 30,6 % de toutes les émissions de gaz à effet de serre générées dans le pays, s'imposant ainsi comme le plus gros émetteur de tous les secteurs recensés dans les statistiques de l'Office fédéral de l'environnement [2]. En bref, la mobilité représente l'un des plus gros consommateurs d'énergie et émetteurs de gaz à effet de serre en Suisse et mérite à ce titre une grande vigilance lors du développement de sites. Au vu des défis à relever dans le domaine des transports et de la protection du climat, les potentiels d'action existants doivent impérativement être exploités.

Illustration 9.1: Les déplacements liés au travail, à la formation et aux achats constituent, avec les loisirs, la majeure partie des distances journalières parcourues. (Source: Office fédéral de la statistique)

Distance journalière et motifs de déplacement

La population résidente en Suisse parcourt en moyenne 37 km par jour et par personne [3], ce qui représente 90 minutes de trajet. En 2021, à cause de l'épidémie de coronavirus, la distance journalière a baissé à 30 km [4]. La part parcourue en voiture de tourisme est passée à 70 %.

Si l'on différencie les distances journalières en fonction des motifs de déplacement, les trajets de loisirs, avec 43 %, représentent la plus grande part. Les déplacements liés au travail, à la formation et aux achats pèsent également lourd dans la balance. Ces trajets étant «quotidiens» et généralement effectués sur les mêmes itinéraires, ils peuvent être particulièrement bien influencés par des mesures.

De l'immobilier à la mobilité

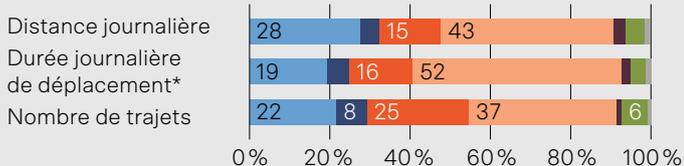
Le marché de l'immobilier, et en particulier celui du logement, compte de plus en plus de «maisons net zéro» et de «maisons à énergie positive», mais la définition exacte de ces termes et les caractéristiques de qualité qui leur sont associées manquent souvent de clarté. La mobilité n'est pas souvent prise en compte dans ces approches, ce qui conduit à des absurdités, comme la présence de SUV (Sport-Utility-Vehicles), gros consommateurs d'énergie, dans les garages de maisons à énergie positive.

En 2006, avec la rédaction de La voie SIA vers l'efficacité énergétique [5], la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) fut l'un des premiers acteurs à inclure la mobilité induite par un bâtiment dans l'approche énergétique globale. Le cahier technique SIA 2039 «Mobilité – Consommation énergétique des bâtiments en fonction de leur localité

Illustration 9.2: Dans le concept de mobilité induite par les bâtiments, la destination du trajet détermine à quelle affectation ou à quel bâtiment la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre sont imputées. Exemple: Le trajet retour d'un commerce au domicile est imputé à l'affectation Logement. Le graphique se base sur les motifs de déplacement selon le Microrecensement mobilité et transports.

Importance des motifs de déplacement, 2021

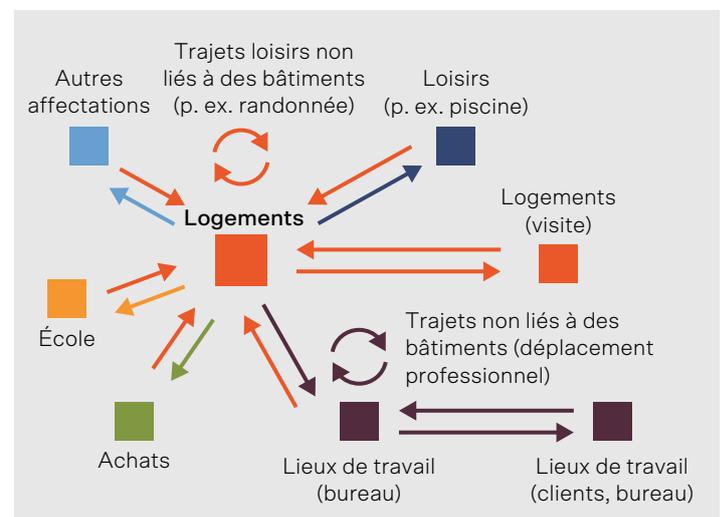
Part dans le pays



*durée d'attente et de changement comprise

■ Travail ■ Formation ■ Achats ■ Loisirs ■ activité/déplacement professionnel ■ Service et accompagnement ■ autre

Base: 55018 personnes cibles



sation» [6] sert de base. Il permet d'évaluer facilement les besoins en énergie et les émissions de gaz à effet de serre de la mobilité induite par les bâtiments en fonction de variables telles que, entre autres, l'emplacement du bâtiment ou l'offre de places de stationnement. Il s'appuie notamment sur le Microrecensement mobilité et transports [3] et les «Données écobilans dans la construction» de la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (KBOB). Les facteurs actuels d'évaluation de l'efficacité énergétique et de l'impact environnemental des différents moyens de transport sont disponibles sur la plateforme «Mobitool» [7]. Des analyses comparatives basées sur le cahier technique SIA 2039 ont révélé que les bâtiments idéalement situés et associés à une mobilité optimisée génèrent environ 40% de consommation d'énergie et de gaz à effet de serre de moins que la moyenne suisse.

Comparatif des émissions des moyens de transport

Lorsque l'on analyse les émissions de CO₂ générées par la mobilité en différenciant les moyens de transport, on constate que près des trois quarts sont imputables au transport en voiture de tourisme [8]. Les véhicules électriques à batterie produisent nettement moins d'émissions de CO₂ que les véhicules à essence ou diesel. Ces émissions varient toutefois encore sensiblement en fonction de l'origine de l'électricité. Un véhicule électrique alimenté par de l'électricité PV produite sur son propre toit génère 80% d'émissions de CO₂ en moins lors de son utilisation qu'un véhicule à combustion classique [9]. Les émissions directes générées lors de l'utilisation des véhicules peuvent donc être fortement réduites avec des motorisations alternatives. En revanche, les émissions indirectes dues à la fabrication des véhicules et des infrastructures sont équivalentes à celles des véhicules à combustion, voire plus élevées.

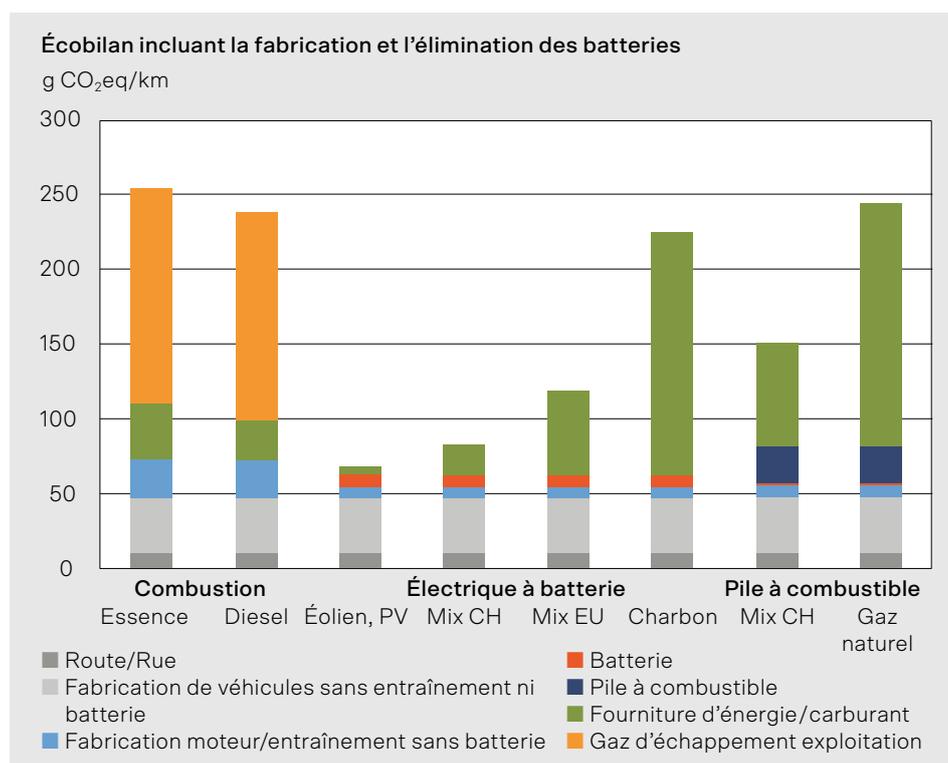


Illustration 9.3: Un véhicule électrique alimenté par de l'électricité PV produite sur son propre toit génère 80% d'émissions de CO₂ en moins qu'un véhicule à combustion conventionnel. (Sources: ETH Zürich / Paul Scherrer Institut / Empa, 2016, Rolf Frischknecht, 2014)

Consommation de surface des moyens de transport

Le véhicule de tourisme domine encore en termes d'occupation de surface. Ci-après une comparaison, inspirée d'un article publié sur www.zukunft-mobilitaet.net [10]: une personne qui se rend à son travail en voiture aux heures de pointe et à une vitesse de 50 km/h occupe une surface de 178 m². Une personne roulant à vélo à une vitesse de 30 km/h occupe 41 m². Dans un bus roulant à 50 km/h et rempli à 65 %, ce chiffre descend à 5 m². Dans un tramway roulant à la même vitesse et avec le même taux de remplissage, on atteint 3 m². À pied, on n'a besoin que de 1 m². Il est donc préférable, surtout dans les zones urbaines densément peuplées, de miser avant tout sur les transports publics, le vélo et la marche.

Illustration 9.4: En termes d'efficacité de la surface, les résultats des voitures de tourisme sont nettement moins bons que les autres moyens de transport. (Source: Planar, inspiré de [10])

Comparaison de l'occupation des sols par voiture de tourisme, vélo, bus, tramway et piéton (par personne)



La révolution numérique de la mobilité se profile à l'horizon

L'évolution des comportements en matière de mobilité va au-delà de la question de la croissance de la mobilité électrique et de la diminution de la possession et de l'utilisation de voitures dans les villes. C'est davantage une révolution numérique de la mobilité qui se dessine de plus en plus clairement. Les premières plateformes de mobilité numérique sont d'ores et déjà en service en Suisse. Sous forme d'applications ou de plateformes telles que www.route-rank.com, elles proposent aux clients des itinéraires, des réservations et des possibilités de paiement pour tous les moyens de transport.

La prochaine étape du développement consistera au remplacement progressif de la voiture classique par des véhicules autonomes, qui réduiront considérablement le besoin de places de stationnement, notamment dans les zones d'habitation.

Les acteurs impliqués dans le développement des véhicules autonomes associent cette technique à un modèle commercial d'un genre nouveau qui ne repose plus en priorité sur la vente de véhicules, mais sur la vente directe de mobilité en tant que service. On appelle aussi cela la Mobility-as-a-Service (MaaS). Des plateformes de mobilité proposent des véhicules appelés «ro-

Illustration 9.5: Dans le cadre d'un essai pilote, un bus autonome circule sur la ligne 13 de Schaffhouse. Pour des raisons de sécurité, un conducteur se trouve toujours à bord. (Source: Trix Brunner)



bots-taxis», dont l'utilisation s'avère financièrement bien plus intéressante que celle d'un véhicule personnel. Il est encore difficile de dire dans quelle mesure et à quelle vitesse ces nouvelles offres vont se répandre sur le marché. Il est toutefois assez probable que la possession d'une voiture, et par la même occasion le besoin de places de stationnement, diminuera nettement par rapport à aujourd'hui pendant la durée de vie des nouveaux bâtiments sur un site. Une préparation et une promotion ciblées de nouvelles formes d'offres et d'utilisation à l'aide de mesures de planification appropriées permettront de soutenir cette évolution et de réduire les risques.

Les véhicules autonomes sont déjà testés dans les transports publics. À Schaffhouse, par exemple, un minibus autonome autorisé par l'Office fédéral des transports circule depuis fin 2023 comme ligne régulière entre la gare Nord et le nouveau quartier de Stahlgießerei, dans le cadre d'un essai pilote. Pour des raisons de sécurité, un chauffeur est encore présent pendant la phase de démarrage, mais l'objectif est ensuite qu'il circule sans conducteur.

9.2 La mobilité sur le site

Les mesures de mobilité augmentent l'attractivité

Pour rendre la mobilité plus durable, il faut la planifier et la piloter suffisamment tôt. Des offres et des instruments de planification et de réalisation adaptés sont disponibles. Mais comme tout ce qui a trait à la mobilité fait souvent l'objet de négociations très émotionnelles, la mise en œuvre est parfois inutilement retardée. Pourtant, de nombreux bons exemples montrent déjà, notamment dans les zones urbaines, que la mobilité peut être rendue sensiblement plus durable grâce à des offres attrayantes et à une gestion intelligente. Ces mesures augmentent également l'attractivité et donc le succès économique à long terme d'un site.

Des interactions entre l'affectation, l'infrastructure et la gestion de la mobilité

Le volume de trafic généré par un site et sa répartition entre les différents moyens de transport jouent un rôle prépondérant pour la durabilité de ce site. Ces deux aspects sont influencés par

- le lieu, la taille, la diversité et la densité des affectations sur le site,
- l'infrastructure de desserte et, enfin,
- la gestion de la mobilité [11].

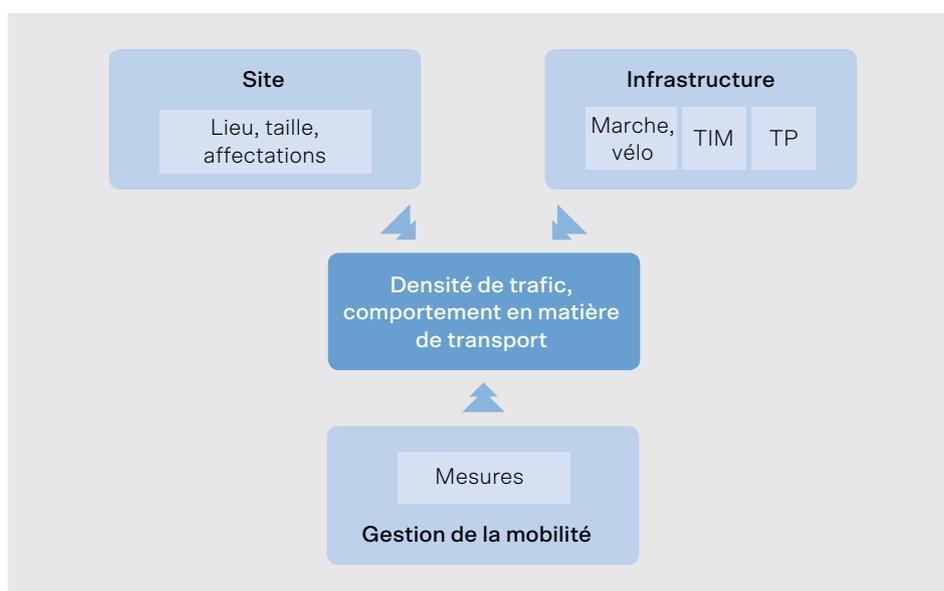


Illustration 9.6: Le comportement en matière de transport et le choix des moyens de transport d'un site dépendent des affectations, des infrastructures de desserte et des mesures de gestion de la mobilité. (Source: Synergo, Planungsbüro Jud) TIM = transport individuel motorisé TP = transports publics

Ces trois facteurs d'influence interagissent entre eux. Lors du développement d'un site, il est judicieux de régler la coordination de l'urbanisation et des transports dans un concept de mobilité (voir chapitre 9.5). Ce concept aide aussi à remplir les exigences d'un label de site en vue de la certification du site (voir chapitre 11).

Une densité élevée influence la répartition modale et le kilométrage

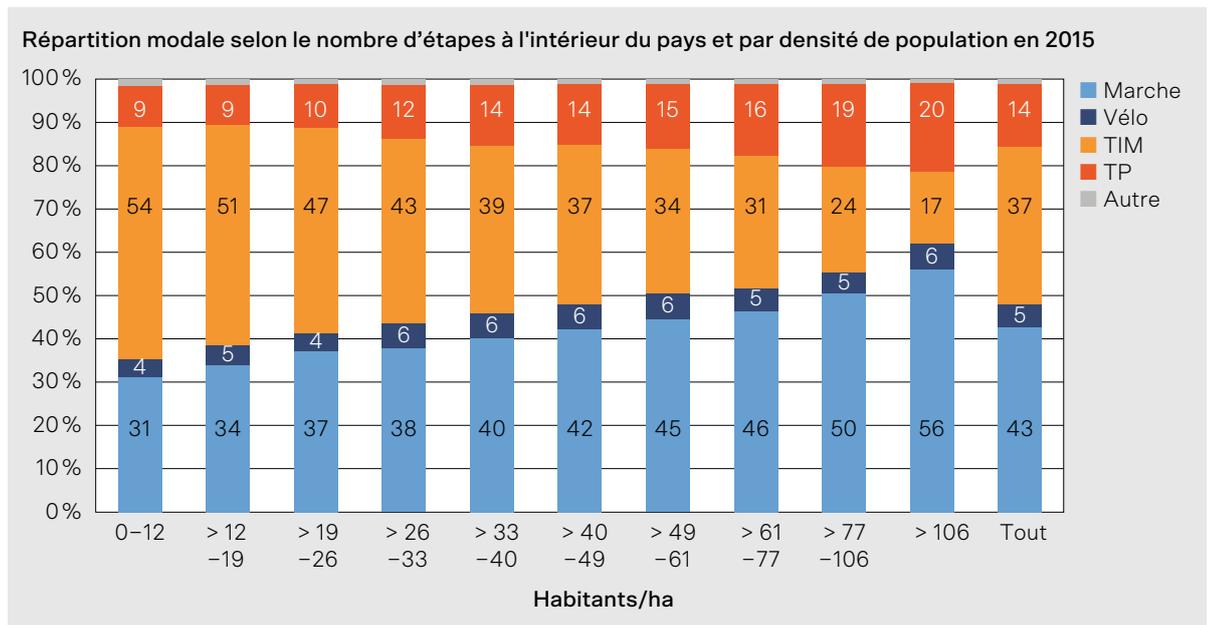
Comme le montre le Microrecensement mobilité et transports [12], les trajets sont nettement plus souvent effectués à pied et en transports publics dans les zones à forte densité de population que dans les zones à faible densité. Les distances parcourues et la longueur des trajets du trafic individuel motorisé diminuent également lorsque la densité augmente. Une forte densité est donc une condition essentielle pour le développement de sites durables (voir chapitre 4).

9.3 Mesures de mobilité sur le site

Des zones de stationnement, mais pas «ad vitam æternam»

Les places de stationnement attribuées à une construction constituent des infrastructures de mobilité importantes, mais font l'objet de discussions très émotionnelles aujourd'hui. Les prescriptions «actuelles» en matière de création de places de stationnement obligatoires sont basées sur les expériences d'«hier» et ne conviennent donc pas forcément pour couvrir les besoins de la mobilité de «demain». Compte tenu de l'évolution prévisible de la technique dans le secteur automobile, il est préférable de s'efforcer de satisfaire la demande de places de stationnement, encore relativement élevée aujourd'hui, de manière à ce que les exigences futures puissent également être satisfaites. Une planification duale garantit que les parkings puissent être soit transformés et réaffectés, soit démantelés à moindre coût (voir Illustration 9.8). Pour faciliter un éventuel démantèlement, les places de stationnement encore nécessaires aujourd'hui ne doivent pas, dans la mesure du possible, être réalisées dans des parkings souterrains spécifiquement attribués à des bâti-

Illustration 9.7: Une forte densité de population est propice à l'utilisation d'alternatives au véhicule personnel. L'importance et le potentiel des transports publics augmentent en même temps que la densité de population. Cependant, en raison des courtes distances à parcourir pour se rendre dans le voisinage, faire des courses ou se divertir, c'est surtout la marche qui l'emporte. (Source: Office fédéral du développement territorial, 2018)



ments individuels. Mieux vaut les prévoir sous forme d'installations de stationnement communes, comme un parking de quartier, par exemple. Lorsqu'il s'agit de constructions légères, on évite de grands volumes de béton, ce qui permet de réduire l'énergie grise et les émissions de CO₂.

Les accès et les livraisons, des infrastructures sous-estimées

Compte tenu de l'automatisation prévisible des voitures de tourisme, les surfaces et les infrastructures dédiées à la montée et à la descente des passagers des véhicules automatiques vont gagner en importance. Il convient donc d'aménager des voies d'accès à quelques endroits soigneusement adaptés à la taille et à l'utilisation du site.

Logistique urbaine et plateformes logistiques

De premiers concepts souvent dits de «logistique urbaine» voient le jour pour le transport des biens. La coopération de plusieurs prestataires permet de regrouper les trajets et d'en réduire le nombre. Le dernier kilomètre est assuré par des véhicules de transport respectueux de l'environnement, souvent sous la forme de services de livraison à vélo.

Ils livrent les marchandises depuis une plateforme logistique directement aux clients finaux, où les déposent dans des boîtes à paquets dans les sites, où ils sont ensuite récupérés.

Conseils pour revaloriser un quartier

Des informations complémentaires sur la revalorisation de quartiers existants sont fournies au chapitre 3.6. La rubrique D du «Manuel de développement de quartiers» de l'Office fédéral du développement territorial [13] contient des conseils utiles sur la mobilité et l'espace routier. Message-clé: la conception de la mobilité exerce une très forte influence sur l'espace routier et sur la qualité de vie dans le quartier. Une bonne perméabilité du lieu à petite échelle, avec des liaisons pour les piétons et les cyclistes, rendent le quartier vivant et réduit les nuisances sonores et la pollution. Le raccordement aux transports publics et au réseau routier supérieur garantit la mobilité.

Le manuel inclut des cas pratiques intitulés «Les rues de quartier comme zones de rencontre», «De bonnes liaisons pour la mobilité douce au sein du quartier», «Les rues de quartier sont des lieux de vie» et «Mettre en valeur l'espace routier pour les piétons».



Illustration 9.8: Dès le départ, les infrastructures de stationnement doivent être planifiées de manière à pouvoir être réaffectés plus tard. Ci-contre l'exemple de l'ancien parking visiteur du site d'Hunziker, à Zurich, qui a été transformé en petit parc. (Source: Ursula Meisser)

Infrastructure dédiée à la mobilité électrique

La mobilité électrique, concept établi et faisant l'unanimité dans l'industrie et la politique, progresse rapidement. Le cahier technique SIA 2060 «Infrastructure pour véhicules électriques dans les bâtiments» [14] définit comment les constructions nouvelles et existantes doivent être équipées techniquement pour répondre au développement attendu de la mobilité électrique. Il fournit des indications sur l'étendue des équipements et les aspects qui doivent être pris en compte dans la planification. Comme les utilisateurs de bâtiments existants et de quartiers n'ont souvent pas la possibilité de garer leurs véhicules sur des places de stationnement attribuées à leur bâtiment, une offre de recharge doit également être développée dans l'espace public. Quand les véhicules électriques peuvent être rechargés de manière bidirectionnelle, cela ouvre la possibilité de transmettre l'énergie électrique du ré-

seau vers le véhicule ou dans le sens inverse. Le véhicule devient ainsi un système de stockage de l'énergie pour le bâtiment. En fonction des besoins ou de la production locale d'électricité (p. ex. énergie solaire du toit), il est possible de fournir ou de prélever de l'énergie au véhicule (voir chapitre 8.5 Mobilité électrique).

Économie du partage

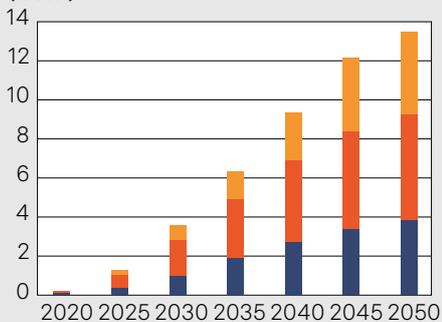
Les offres de mobilité partagée mises en place dans le cadre du développement d'un site offrent aux usagers des alternatives à la voiture individuelle. Le car sharing s'impose comme une offre clé, car il permet d'utiliser un véhicule sans devoir le posséder. Le véhicule est disponible à proximité et devient ainsi un critère de qualité important du site. D'après une étude Mobility de 2019 [15], une place de stationnement dédiée au car sharing remplace jusqu'à 11 places de stationnement conventionnelles. Il existe des offres similaires pour les deux-roues, comme les vélos-cargos.

Exemple: Infrastructure de recharge pour Wädenswil

Pour ses quelque 20 000 habitants, la ville de Wädenswil a établi un réseau de recharge optimisé du point de vue économique et de la circulation [16]. Les besoins en matière de recharge ont été déterminés à l'aide d'un logiciel spécial, en tenant compte des trajets optimisés des ménages. Le réseau de recharge devrait comprendre 35 stations avec environ

110 bornes de recharge en 2030 et 45 stations avec environ 420 bornes en 2050. La ville investit dans l'infrastructure de base, c'est-à-dire le génie civil, le raccordement électrique et la signalisation qu'elle met à la disposition de prestataires privés contre la location de l'emplacement. Les fournisseurs privés mettent à disposition et exploitent l'infrastructure de recharge.

Énergie de charge requise annuellement (GWh)



Bornes de recharge nécessaires

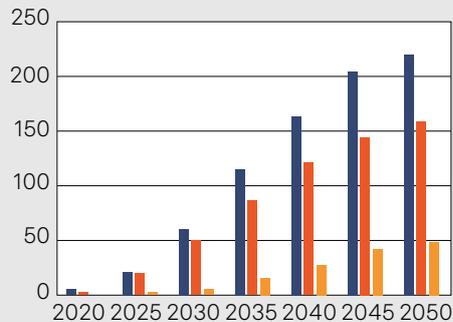


Illustration 9.9: Besoin en bornes de recharge dans la ville de Wädenswil, d'après une étude de 2022. (Source: Stadt Wädenswil)

La raréfaction des espaces de circulation (routes congestionnées, manque de places de stationnement, etc.) renforce encore plus l'intérêt des modèles de partage. Les offres doivent être facilement accessibles et «proches de la source» dans les zones d'habitation (car sharing, vélo-cargo) et dans les zones de travail (car sharing).

Les offres de partage peuvent également être encouragées dans le cadre des processus de permis de construire. Dans la ville de Zurich, par exemple, quand un concept de mobilité prévoit la création de nouvelles places de stationnement réservées au car sharing dans des immeubles d'habitation, les autorités chargées de délivrer les autorisations les considèrent intégralement comme des places de stationnement pour les résidents. Les pouvoirs publics peuvent, comme à Bâle-Ville, réserver spécifiquement des places de stationnement sur le domaine public pour le car sharing. Malgré tous les avantages qu'ils présentent, la part des véhicules personnels partagés par rapport à l'ensemble du parc automobile s'exprime en millièmes, il y a donc encore un fort potentiel de croissance.

Trafic cycliste et piétonnier attractif

La vitesse du trafic peut être influencée à l'aide de mesures d'aménagement de l'espace routier. Alors que le trafic individuel motorisé domine encore dans les zones 30, les piétons sont prioritaires dans les zones de rencontre, ce qui influence considérablement la qualité de vie dans le site. Un réseau finement maillé et dense, comportant des liaisons directes à pied et à vélo, incite les habitants, les employés et les passants à renoncer aux moyens de transport motorisés. Pour que les habitants d'un site utilisent régulièrement le vélo, il faut en outre qu'il y ait suffisamment de places de stationnement de qualité adéquate, à des endroits appropriés. La présence d'offres de location de vélos et d'infrastructures pertinentes, par exemple pour leur entretien, en encourage la pratique.

9.4 Pouvoirs publics: cadre et marge de manœuvre

La mobilité induite par les sites et les projets de construction n'est pas un phénomène naturel qui déferle sans prévenir sur les planificateurs, les entrepreneurs et les usagers. Sa durabilité peut être accrue à l'aide de mesures réglementaires émanant des pouvoirs publics, mais aussi des propriétaires fonciers, des maîtres d'ouvrage et des investisseurs.

Plan directeur des communes

La gestion de la mobilité doit être thématifiée à un stade précoce et dans une mesure appropriée et être ancrée dans les instruments de planification des communes. Le canton d'Argovie y est parvenu de manière exemplaire. Le plan général communal des transports (PGCT) constitue un élément essentiel de son plan directeur. Les recommandations cantonales associées exigent que les communes incluent également des mesures de gestion de la mobilité dans le PGCT.

Plan d'affectation des communes

Dans le cadre de la marge de manœuvre autorisée, les communes élaborent des plans d'affectation communaux et créent ainsi un droit de planification communal ayant force contraignante pour les propriétaires fonciers. Ce droit est notamment consigné dans des plans de zones et règlements communaux sur les constructions et, le cas échéant, dans les règlements sur les places de stationnement.

Dans les dispositions relatives aux plans de zones et règlements communaux, les communes peuvent autoriser les maîtres d'ouvrage à présenter un concept de mobilité lors de la procédure de demande de permis de construire lorsqu'ils souhaitent aller en dessous du nombre minimal de places de stationnement prescrit. Les maîtres d'ouvrage bénéficient ainsi d'une marge de manœuvre précieuse dont ils peuvent faire

usage. Mais la commune peut aussi rendre le concept de mobilité obligatoire. C'est ce que fait par exemple la ville déjà très congestionnée de Baden, à l'article 61, alinéa 4 de son règlement de construction et d'affectation: «Lors de la création de nouveaux emplois, à partir de 50 collaborateurs, un concept de mobilité doit être présenté pour approbation. Son but est de montrer comment la part du trafic individuel motorisé peut être maintenue à un bas niveau et comment l'offre de places de stationnement peut être réduite autant que possible en vue d'atteindre les valeurs minimales prescrites à l'annexe IV. Une gestion monétaire des places de stationnement doit être prévue à cet effet».

Conventions avec les maîtres d'ouvrage, prescriptions relatives aux affectations spéciales

Pour les zones sensibles, les communes peuvent imposer l'élaboration d'un plan d'affectation spécial, c'est-à-dire un plan d'aménagement, un plan de construction, etc. En complément, elles peuvent exiger, dans les directives d'affectation spéciale correspondantes, la réalisation d'objectifs spécifiques au moyen d'un concept de mobilité. Dans l'idéal, les grandes lignes du concept de mobilité sont définies dans les prescriptions d'affectation spéciale, tandis que le concept de mobilité proprement dit

ne serait exigé que dans le cadre de la procédure de demande de permis de construire.

En alternative, les propriétaires fonciers ont aussi souvent la possibilité d'initier un plan d'affectation spécial, par exemple avec un plan d'aménagement privé. Ce plan doit être approuvé par la commune et le canton (voir chapitre 3.3).

Optimisation de l'existant

Un concept de mobilité peut également être élaboré et mis en œuvre volontairement, pour des bâtiments et des sites existants, sans directives spécifiques des pouvoirs publics. La plupart du temps, il entre dans le cadre de la gestion opérationnelle de la mobilité ou de l'environnement.

9.5 Concepts de mobilité

Importance des concepts de mobilité

Le concept de mobilité est l'instrument de planification qui permet de contrôler la mobilité induite par le site [17]. Son objectif est généralement de garantir le trafic durable des habitants, des pendulaires et des entreprises. Pour y parvenir, il fournit un ensemble de mesures cohérentes permettant d'adapter le trafic aux capacités actuelles et futures du réseau routier global, des places de stationnement, des TP et de l'offre pour les

Tableau 9.1: Les habitants du lotissement Mattenhof (Lucerne) qui n'ont pas de voiture peuvent utiliser gratuitement l'offre de vélos-partage et bénéficient de bons pour les abonnements de transports publics, le car sharing, le service de vélos et les vélos électriques Cargobike. Ceux qui louent des places de stationnement bénéficient également de prestations de mobilité complémentaires. (Source: Site de Matteo [19])

Forfaits de mobilité				
Locataire d'une place de stationnement	Non			Oui
Forfait	Petit	Moyen	Grand	Parking
Taille de l'appartement	1,5 – 2,5 pièces	3,5 pièces	4,5 pièces	Tous
Bons d'achat par appartement/an				
Partage de vélo Nextbike	100 Fr.	100 Fr.	100 Fr.	100 Fr.
TP (AG/Abo. de parcours)	200 Fr.	300 Fr.	400 Fr.	0 Fr.
Car sharing	50 Fr.	100 Fr.	150 Fr.	25 Fr.
Service vélo dans magasin spécialisé	25 Fr.	50 Fr.	75 Fr.	0 Fr.
Vélo-cargo électrique	25 Fr.	50 Fr.	75 Fr.	25 Fr.
Bons d'achat d'une valeur de	400 Fr.	600 Fr.	800 Fr.	150 Fr.
Mise à niveau du prix	–	100 Fr.	100 Fr.	–

piétons et les cyclistes. Il vise en particulier à éviter les goulets d'étranglement capacitaires ou du moins à ne pas les aggraver, et/ou à réduire l'impact environnemental et les émissions de gaz à effet de serre.

La mise en place d'un monitoring et d'un controlling permet de montrer si les objectifs visés sont atteints durant la phase d'exploitation ou si des mesures complémentaires sont nécessaires. Elle peut par exemple être imposée lorsque le nombre de places de stationnement pour les bâtiments d'habitation ne doit pas être atteint conformément aux prescriptions.

C'est ce qui s'est passé pour le site Koch, à Zurich. D'ici 2025, quelque 325 logements d'utilité publique, un grand immeuble commercial et un nouveau parc de quartier y seront construits. La coopérative de construction et d'habitation Kraftwerk1 réalise un site sans voitures avec un concept de mobilité. Les besoins en stationnement des visiteurs et de la clientèle seront couverts par un «parking de quartier».

Concepts de mobilité pour les bâtiments de logement – des incitations plutôt que des places de stationnement

Selon le modèle du parc immobilier suisse [18], environ deux tiers de toutes les surfaces de référence énergétique du pays peuvent être associés à l'affectation Logement. Les bâtiments résidentiels ont donc une forte influence sur le trafic des sites.

Le nombre de places de stationnement mises à disposition est l'un des principaux facteurs d'influence de la mobilité. Dans la plupart des cas, les règlements communaux sur les places de stationnement permettent d'ores et déjà de fixer le nombre de places réellement nécessaires entre un minimum et un maximum autorisés. Dans le cadre d'affectations «pauvres en voiture», elles permettent aussi de plus en plus souvent, sur présentation d'un concept de mobi-

lité, d'abaisser le besoin minimal de places de stationnement.

C'est ce qui a été fait dans le lotissement de Mattenhof, dans le quartier sud de Lucerne. Depuis 2019, ce lotissement prouve que la mobilité peut être organisée de manière moderne en distribuant des bons de mobilité annuels aussi bien aux automobilistes qu'aux ménages sans voiture (Tableau 9.1) [19].

Concepts de mobilité dans les entreprises – partie intégrante de la gestion de l'environnement

Dans une entreprise, la gestion de la mobilité passe par un concept de mobilité comprenant toutes les mesures prises pour encadrer et réduire au maximum le trafic qu'elle génère. Il aide ainsi à atteindre les objectifs environnementaux de l'entreprise et de sa commune. Il s'appuie souvent sur la norme ISO 14001, mondialement reconnue pour les systèmes de gestion de l'environnement (SGE) [20].

La clinique St. Anna, à Lucerne, membre du groupe Hirslanden, en fournit un exemple. Elle aide ses collaborateurs à se rendre au travail de la manière la plus durable possible [21], en leur laissant le choix entre différentes options de mobilité: un Rail Check CFF, des bons d'achat dans des magasins de motos ou de vélos ou une place de parking à prix réduit. Cette dernière option ne leur est toutefois proposée que s'ils habitent au-delà du rayon de TP défini par la clinique. Selon les déclarations des responsables, le bilan CO₂ de l'entreprise s'est amélioré. Avant l'instauration de ces mesures de soutien en 2017, près de la moitié des collaborateurs se rendaient encore au travail en voiture, alors qu'aujourd'hui, ils ne sont plus qu'un quart.

9.6 Source

- [1] Office fédéral de l'énergie. Statistique globale suisse de l'énergie 2021. Berne, 2021. <https://bit.ly/BFEGES21>; consulté le 16.06.2023.
- [2] Office fédéral de l'environnement. Indicateurs de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse 1990–2021, actualisé en avril 2023. Berne, 2021. <https://bit.ly/3XIFhDL>; consulté le 16.6.2023.
- [3] Office fédéral de la statistique. Comportement de la population en matière de mobilité. Résultats du microrecensement mobilité et transports 2015. Neuchâtel, 2017. <https://bit.ly/4dm5k9F>; consulté le 16.06.2023.
- [4] Office fédéral de la statistique. Comportement de la population en matière de mobilité. Résultats du microrecensement mobilité et transports 2021. Neuchâtel, 2023. <https://bit.ly/3Bk7Uj3>; consulté le 16.6.2023.
- [5] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2040:2017 «La voie SIA vers l'efficacité énergétique». Zurich, 2017.
- [6] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2039:2016 «Mobilité – Consommation énergétique des bâtiments en fonction de leur localisation». Zurich, 2016.
- [7] Porteurs de projet Mobitool (éd.). Facteurs Mobitool Version 3.0, Base de données environnementales ecoinvent et facteurs d'émission (mise à jour 2023). Würenlingen, 2023. www.mobitool.ch
- [8] Office fédéral de la statistique. Émissions de CO₂ imputables aux transports selon le moyen de transport 2021. Neuchâtel, 2023. <https://bit.ly/3ZHK23e>; consulté le 18.06.2023
- [9] Bianchetti, R. Foliensatz für Erfa-Veranstaltung der Bündner Energiestädte. Scoul, 19.10.2018.
- [10] Zukunft Mobilität. Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahmen nach Verkehrsarten, Dortmund, 2014. <https://bit.ly/ZMFB>
- [11] SuisseEnergie pour les communes (éd.). MIPA – Mobilitätsmanagement in Planungsprozessen von neuen Arealen, Handbuch Einbettung des Mobilitätsmanagements. Berne, 2014. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/hb_mipa
- [12] Office fédéral du développement territorial. Densité et comportement de mobilité. Berne, 2018. <https://bit.ly/4elluLL>; consulté le 18.6.2023.
- [13] Office fédéral du développement territorial (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>
- [14] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2060:2020 «Infrastructure pour véhicules électriques dans les bâtiments». Zurich, 2020.
- [15] Mobility Genossenschaft. Communiqué de presse du 17.06.2020 sur une étude de durabilité 2019. Herzogenbuchsee, 2020; consulté le 16.06.2023. <https://bit.ly/3zsnOWI>
- [16] Energiestadt Wädenswil. Masterplan eMobility Wädenswil, Diaporama d'une présentation du 18.05.2022 au séminaire Impuls Mobilität. Zurich, 2022. https://bit.ly/em_waedi
- [17] Amt für Mobilität, Kanton Zürich (Hrsg.). Merkblatt Mobilitätskonzepte, Version 2.0. Zürich, 2021. https://bit.ly/KTZH_AFM; consulté le 22.08.2023.
- [18] TEP Energy. Gebäudeparkmodell Schweiz, https://bit.ly/GPM_TEP; consulté le 18.6.2023.
- [19] <https://matteo-luzern.ch/mobilitaetskonzept/>; consulté le 18.6.2023.

- [20] Schweizer Norm SN EN ISO 14001:2015-09. Systèmes de management environnemental – Exigences et lignes directrices pour son utilisation, Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) Winterthur, 2015.
- [21] https://bit.ly/Luzern_Mobil, consulté le 18.06.2023; et https://bit.ly/St_Anna; consulté le 18.06.2023.

Outils et instruments

- Mobitool Version 3.0:
www.mobitool.ch
- Le programme Mipa propose différents manuels sur les sujets de la gestion de la mobilité et des concepts de mobilité dans l'aménagement du territoire et l'habitat: <https://bit.ly/3YwXJkh>
- Mobilservice, la plateforme pour la mobilité durable et la gestion de la mobilité en Suisse, avec des dossiers et des cas pratiques: www.mobilservice.ch
- Projet ATE Association transports et environnement: www.habitatmobilite.ch
- Impuls Mobilität, Offre de conseil en mobilité du canton de Zurich:
www.zh.ch/impulsmobilitaet
- Merkblatt Mobilitätskonzepte, Kanton Zürich, Amt für Mobilität, Zürich, 2021.
https://bit.ly/KTZH_AFM
- Manuel de développement de quartier
- Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme – «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation», Office fédéral du développement territorial (éd.). Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>

Adaptation au changement climatique et biodiversité

Laura Germann
Veronika Sutter

Changements climatiques observés en Suisse



Température annuelle moyenne
+2,0 °C
depuis 1864



Vagues de chaleur
+200 % plus
fréquentes et intenses
qu'en 1901



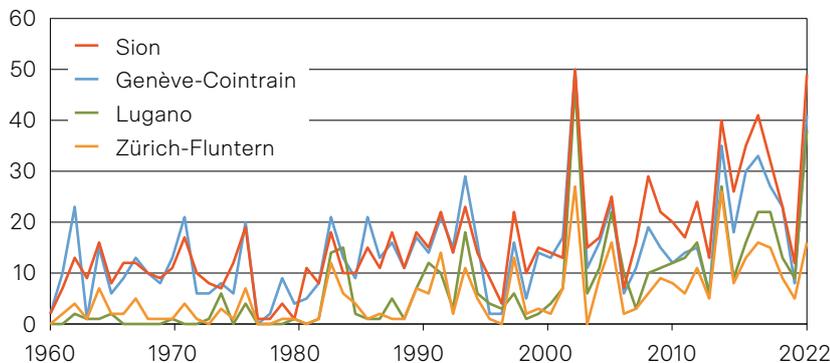
Fortes précipitations
12 % plus intenses
30 % plus fréquentes
depuis 1901



Volume des glaciers
-60 %
depuis 1850

Jours de canicule

Température maximale ≥ 30 °C



La moyenne annuelle de la température de l'air est de

1 à 3 °C plus élevée dans les centres-villes qu'en périphérie. L'écart peut même atteindre

10 °C pendant les nuits d'été, quand il n'y a pas de vent et que le ciel est dégagé.

En 2060, un été moyen pourrait être plus chaud de

4,5 °C par rapport à maintenant.

Mesures efficaces pour réduire la chaleur

Réduction maximale de la température effectivement ressentie pendant la journée (14 heures), à 2 m du sol:



Herbe plutôt qu'asphalte
-6,6 °C



Arbres sur asphalte
-4,5 °C



Étendues d'eau plutôt que du gazon
-7,6 °C



Pavés plutôt qu'asphalte
-4,1 °C

Nombre d'espèces d'insectes sur les arbres



Ginkgo

10 espèces



Tilleul à petites feuilles

200 espèces



Chêne

> 500 espèces

10.1 Plus de vert et de bleu, moins de gris

La crise climatique est aussi une crise sanitaire

Pour faire face à la crise climatique, les émissions de gaz à effet de serre doivent être drastiquement réduites.

Toutefois, la protection du climat ne suffit pas, car nous ressentons d'ores et déjà les conséquences du changement climatique. Nous devons nous adapter à ses effets désormais inévitables:

- Intensification du stress thermique
- Augmentation de la sécheresse
- Augmentation du risque de crue
- Baisse de la stabilité des pentes
- Propagation des organismes nuisibles

En ville, l'augmentation du stress thermique constitue un véritable défi. La forte proportion d'asphalte et de béton, qui chauffent toute la journée et libèrent la chaleur dans l'atmosphère durant la nuit, crée des îlots de chaleur. À Zurich, par exemple, il peut faire jusqu'à 10 °C de plus dans ces îlots qu'en périphérie (voir Illustration 10.1).

À l'échelle mondiale, la Suisse compte parmi les pays dont le nombre de jours de canicule ($T_{\max} \geq 30$ °C) a le plus augmenté au cours des dix dernières années. À l'avenir, les journées de canicule et les nuits tropicales ($T_{\min} \geq 20$ °C) vont continuer de se multiplier.

Lors des périodes de canicules, le taux d'incidence des maladies cérébrovasculaires, cardiovasculaires et respiratoires est plus élevé. En outre, une augmentation de la mortalité a été démontrée pen-

dant les étés extrêmement chauds de 2003 et 2015 [1]. Dans sa stratégie «Adaptation aux changements climatiques en Suisse» [2], le Conseil fédéral considère donc l'augmentation de la chaleur dans les villes et les agglomérations comme l'un des plus grands défis intersectoriels.

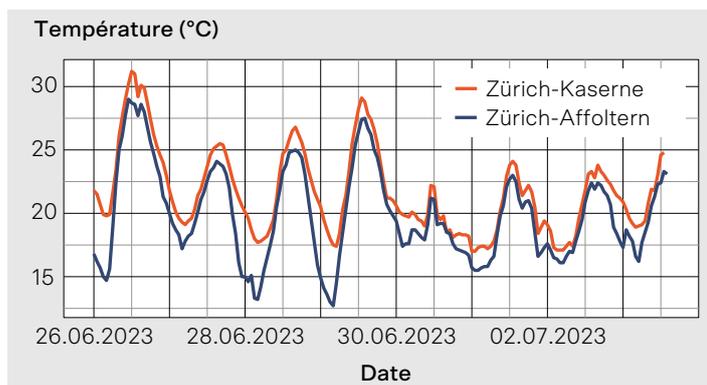
L'influence des espaces extérieurs

Hormis la canicule, le risque de fortes précipitations est de plus en plus élevé. À cause du changement climatique, elles sont de plus en plus intenses et fréquentes. Près de la moitié des dégâts dus aux crues en Suisse sont provoqués par les ruissellements de surface qui suivent souvent les fortes précipitations. Le concept de la ville-éponge est une réponse à ce problème. L'idée est de développer la ville comme une éponge qui absorbe la pluie et la rejette lentement lorsque c'est nécessaire. Pour cela, il faut réduire les surfaces imperméables au minimum et végétaliser le plus de surfaces possible.

Ce type d'approche être très facile à mettre en œuvre sur un site ou dans un quartier. En cas de phénomène extrême, les sols perméables peuvent absorber l'eau, la stocker près de la surface ou la laisser s'infiltrer. Cela permet de réduire les écoulements dans les canalisations et le risque d'inondation, et de recharger les nappes phréatiques. Par ailleurs, pendant les périodes de sécheresse, les plantes disposent de l'eau stockée dans le sol.

Comme les arbres fournissent de l'ombre et refroidissent l'air ambiant grâce à l'évaporation, la végétation joue un rôle efficace pour le rafraîchissement. Cela ne fonctionne toutefois que lorsque les plantes ont suffisamment d'eau à disposition en cas de sécheresse. Ceci nous amène à ce qu'on appelle la «Trame bleue et verte», qui est un réseau de surfaces naturelles et semi-naturelles à différents niveaux d'échelle et planifié de manière stratégique. Elle est composée d'éléments bleus, comme les rivières, les ruisseaux

Illustration 10.1: Comparaison des températures centre-ville – périphérie. (Source: MétéoSuisse)



ou les étangs, et d'éléments verts, comme les arbres et les prairies.

La biodiversité, également menacée

La «Trame bleue et verte» fournit des services écosystémiques de grande valeur pour la santé, les loisirs, l'approvisionnement en eau potable, la protection de l'air, la rétention en cas de crue et l'attractivité des lieux. Pour que la biodiversité soit également favorisée, les surfaces doivent abriter de nombreuses espèces indigènes et proposer différents milieux pour la faune et la flore. Dans les zones urbaines, ces types de surfaces affichent une meilleure résistance à la sécheresse et à la chaleur. Il s'agit là d'un aspect capital, car en Suisse, la moitié des milieux et un tiers des espèces indigènes sont menacés [3].

Dans les zones urbaines, l'imperméabilisation des sols, les apports de substances, les émissions lumineuses, l'utilisation de produits phytosanitaires et l'entretien intensif nuisent à la biodiversité. Cela vaut également pour les jardins privés et les espaces publics aménagés de manière monotone. Les surfaces imperméabilisées comme les routes et la lumière artificielle peuvent être dangereuses ou constituer un obstacle infranchissable pour de nombreuses espèces.

Il existe de nombreuses manières de promouvoir la biodiversité d'un site: les groupes d'arbres adaptés au lieu, les haies naturelles, les prairies fleuries abritant de nombreuses espèces, les surfaces rudérales, les petites étendues d'eau proches de l'état naturel et les structures en pierre ou en bois constituent des milieux de grande valeur pour la faune et la flore. Les vieux arbres en particulier, tout comme les pieds d'arbre non protégés ou les toitures et façades végétalisées, sont autant de «passe-relles» qui soutiennent la répartition des espèces.

10.2 Urbanisme, espace extérieur et bâtiments

Lorsque l'on souhaite réduire la chaleur, gérer l'eau de pluie et favoriser la biodiversité sur les sites et dans les quartiers, la première étape consiste à agir sur la trame bleue et verte qui propose des solutions efficaces pour les trois domaines et permet des synergies. Elle peut non seulement faire baisser la chaleur diurne, mais aussi favoriser le rafraîchissement nocturne.

La végétalisation améliore le climat à l'extérieur et à l'intérieur [4], [5], par exemple grâce à l'ombre fournie par les arbres ou à la végétalisation des façades.



Illustration 10.2:
Trame bleue et verte,
exemple en ville de
Zurich. (Source:
Amstein + Walthert)

En réduisant le besoin de rafraîchissement actif, ils contribuent également à réduire le besoin d'énergie en été. Pour atteindre des températures ambiantes confortables dans les bâtiments, il faut également des mesures d'exploitation, des mesures architecturales et, en dernier recours, des mesures techniques. Les mesures d'adaptation au changement climatique et de promotion de la biodiversité sur les sites et dans les quartiers peuvent être classées dans les domaines suivants: urbanisme, espace extérieur, végétalisation des bâtiments et bâtiments adaptés au climat.

Urbanisme

U1 Garantir la circulation de l'air froid:

les bâtiments doivent être positionnés dans le site de manière à ce que l'air froid des espaces verts environnants puisse circuler dans les zones urbaines chauffées. Ils doivent donc être orientés parallèlement au flux. Si la parcelle et l'utilisation ne le permettent pas et que l'air frais ne peut pas passer au-dessus des bâtiments en raison de leur hauteur,

des passages doivent être prévus dans le corps du bâtiment pour autant que la protection contre le bruit le permette.

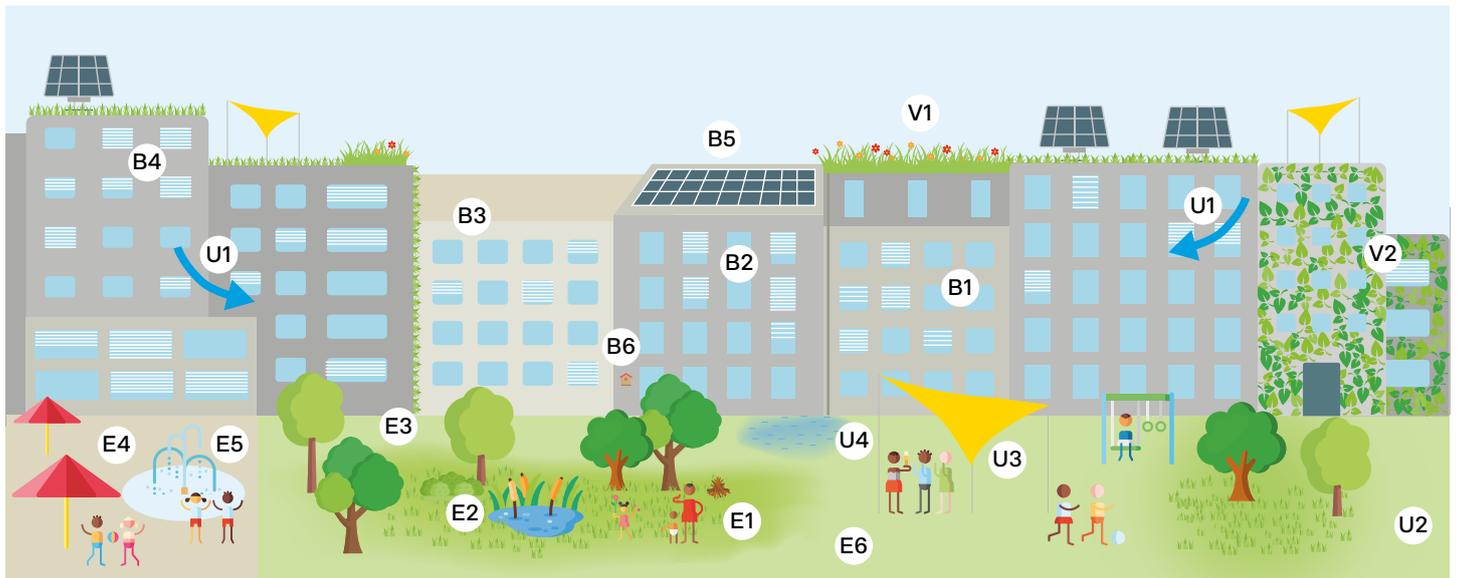
U2 Réduire les constructions souterraines sous les espaces extérieurs:

bien qu'il soit possible de végétaliser les espaces extérieurs situés au-dessus de parkings souterrains en prenant garde à l'épaisseur du substrat, celui-ci n'est pas assez important pour l'espace racinaire des arbres à grande couronne. Il faut donc éviter de prévoir des constructions souterraines sous toute la surface des espaces extérieurs et délimiter des zones précises pour les arbres à grande couronne. L'idéal est de limiter les constructions souterraines à l'empreinte des bâtiments.

U3 Ombrage:

en prévision de la hausse des températures l'été, il est préférable de planifier les bâtiments et les surfaces asphaltées à l'ombre des bâtiments voisins ou des arbres. Les feuillus fournissent de l'ombre en été, mais permettent tout de même des apports solaires l'hiver, lorsque leurs feuilles sont tombées.

Illustration 10.3: Mesures de réduction de la chaleur et de gestion de l'eau pluviale.



Urbanisme

- U1 Garantir la circulation de l'air froid
- U2 Réduire les constructions souterraines sous les espaces extérieurs
- U3 Ombrage
- U4 Ville-éponge

Espaces extérieurs

- E1 Concevoir les espaces verts de manière climatiquement écologique et naturelle
- E2 Espèces adaptées au lieu
- E3 Arbres
- E4 Surfaces perméables
- E5 L'eau comme élément vivant
- E6 Protection des sols

Végétalisation des bâtiments

- V1 Végétalisation des toitures
- V2 Végétalisation des façades

Bâtiments adaptés aux changements climatiques

- B1 Optimisation de la taille des fenêtres
- B2 Protection solaire
- B3 Fort pouvoir réfléchissant (albedo)
- B4 Capacité thermique élevée
- B5 Utilisation efficace de l'énergie
- B6 Soutien à la faune

U4 Ville-éponge: ici, l'objectif est de gérer l'eau de pluie le plus naturellement possible sur le site, en planifiant le plus de surfaces de rétention, d'évaporation et d'infiltration possible (voir encadré). Par ailleurs, si ces surfaces peuvent être multifonctionnelles, c'est optimal. Le cas de défaillance doit toujours être considéré et des trop-pleins de sécurité doivent être prévus en surface [6].

Espaces extérieurs

E1 Concevoir des espaces verts respectueux du climat et naturels: l'objectif est de mettre le plus d'espaces verts possible à disposition sur le site. Ils doivent proposer une grande diversité de milieu, d'éléments et de structures naturels et qui sont utilisables par les personnes. Des structures permettant de les relier à ce qui les entoure doivent également être prévues. Les bosquets à grande longévité constituent des corridors verts très importants pour les petits mammifères, les oiseaux et les insectes. Les surfaces imperméabilisées et les zones éclairées la nuit doivent être réduites au strict nécessaire. Les milieux existants de grande qualité et les populations d'espèces menacées doivent être protégés et conservés.

E2 Espèces adaptées au site: une grande diversité d'espèces permet aux végétalisations d'être résistantes. La disparition de certaines espèces, par

Le bleu et le vert dans l'existant

Sur les sites et dans les quartiers existants, les mesures urbanistiques de réduction de la chaleur sont souvent difficiles à mettre en œuvre. Il est donc d'autant plus important d'aborder de telles mesures le plus tôt possible lors du processus de planification. Ce qui est généralement réalisable, avec certaines restrictions, ce sont les mesures de type «ville-éponge» pour la gestion des eaux de pluie. On peut par exemple modifier les gouttières pour que l'eau de pluie des toitures ne soit pas évacuée vers les égouts, mais vers des bassins d'infiltration. Ceux-ci doivent cependant toujours être équipés d'un trop-plein de sécurité.



Illustration 10.4: Méthode simple pour maintenir l'eau de pluie à la surface: au lieu d'être évacuée directement dans les canalisations, elle est dirigée en surface vers une cuvette d'infiltration. (Source: Association suisse des professionnels de la protection des eaux)



Illustration 10.5: Étang de baignade servant de bassin de rétention. (Source: Henning Larsen GmbH)

exemple à cause de parasites, peut être compensée par d'autres espèces. Il convient par principe de privilégier les plantes indigènes, car elles ont une plus grande valeur écologique que les plantes exotiques (néophytes). Dans certains endroits, comme les rues, il peut toutefois s'avérer judicieux de recourir à des espèces non indigènes, mais adaptées au site, car elles supporteront mieux le futur climat. Plusieurs listes d'arbres urbains fournissent des indications sur les espèces adaptées aux différents types d'emplacements et renseignent sur leur aptitude climatique et leur tolérance à la sécheresse ou au stress urbain [7], [8]. Il est toutefois interdit de planter des néophytes envahissantes inscrites sur la «liste des néophytes envahissantes et potentielle-

Illustration 10.6 (droite): Structures naturelles, immeuble d'habitation Zwysigstrasse, Zurich. (Source: Amstein + Walthert)



Illustration 10.7 (bas): Les arbres à grande couronne rafraîchissent le mieux l'environnement. (Source: Amstein + Walthert)



ment envahissantes de Suisse» de l'OFEV [9]. Les néophytes envahissantes déjà présentes sur un site doivent être arrachées avec leurs racines et éliminées dans un incinérateur d'ordures ménagères.

(E3) Arbres: grâce à leur double fonction (refroidissement par évaporation et ombre), les arbres à grande couronne sont ceux qui contribuent le plus au refroidissement. Les arbres existants doivent donc être conservés et les nouvelles plantations doivent être choisies en fonction de leur résistance au futur climat, comme l'Érable champêtre, le Chêne chevelu ou le Tilleul à petites feuilles. Les arbres ont besoin d'un substrat qui retient l'eau et de suffisamment d'espace pour leur système racinaire: une couronne de 1 m² nécessite 0,75 m³ d'espace pour le système racinaire [7].

(E4) Surfaces perméables: il convient de privilégier les surfaces claires et perméables, qui absorbent l'eau de pluie et stockent moins la chaleur, par rapport

Désimperméabilisation de l'existant

Sur les sites et dans les quartiers existants, la désimperméabilisation, notamment des places de stationnement pour vélos et voitures, est une mesure importante. Cependant, le défi réside dans le fait que la perméabilité du sous-sol est souvent restreinte à cause de travaux de constructions ou d'utilisations antérieurs et qu'il faudrait renouveler l'ensemble de la structure du sol. Ce type de compactage doit donc impérativement être évité dans tout projet en cours. Les places existantes peuvent être réaménagées en plantant des arbres et une végétation bien structurée, en remplaçant le gazon par des prairies, en mettant à ciel ouvert les petits ruisseaux, en ombrageant les lieux où l'on peut s'asseoir, etc. Le simple fait d'adapter l'entretien permet de transformer des aménagements conventionnels en aménagements présentant une plus grande biodiversité.

aux surfaces imperméabilisées et sombres. Le type de revêtement et de végétation approprié dépend de l'utilisation, de la charge de chaque surface. La construction sans obstacles et l'obligation de prévoir des voies de secours entraînent d'autres exigences. Souvent, les grilles pour gazon ou le gravier font d'aussi bonnes surfaces pour les places, les parkings ou les chemins que les revêtements imperméables.

(E5) L'eau, élément vivant: en s'évaporant, l'eau rafraîchit l'atmosphère. Les points d'eau librement accessibles permettent aux personnes et aux animaux de se rafraîchir directement. Des installations d'eau facilement accessibles, comme des fontaines, doivent donc être prévues pour les habitants. Les étendues d'eau stagnante doivent être aménagées de manière naturelle, par exemple sous forme d'étang, pour éviter les problèmes liés aux insectes envahissants comme le moustique-tigre.

(E6) Protection des sols: le sol est la base de tout milieu terrestre. C'est une ressource vivante et non renouvelable qui ne se développe que très lentement. Une mauvaise utilisation du sol endommage sa structure, le rend compact et nuit à ses fonctions, dont la perméabilité. Sur les grands chantiers, les autorités exigent un suivi pédologique des travaux. En revanche, pour les plus petits projets de construction, ce sont les planificateurs qui sont responsables de la protection des sols [10].

Végétalisation des bâtiments

(V1) Végétalisation des toitures:

lorsque les toitures sont végétalisées avec des plantes résistantes à la sécheresse, la végétation s'autorégule avec le temps. Ce type de toitures végétalisées de manière extensive ne nécessitent que peu d'entretien. Le substrat doit avoir une épaisseur minimale de 10 cm (13 à 15 cm dans l'idéal).

Sur les toitures végétalisées de manière intensive où peuvent pousser des plantes vivaces, des arbustes et de petits arbres, le substrat doit avoir une

épaisseur minimale de 20 cm. Sur les toitures-terrasses accessibles, cela améliore la qualité de séjour et peut également avoir une influence positive sur la valeur du bien immobilier. Pour offrir un maximum d'espace vital aux animaux et aux plantes, la végétalisation est conçue de manière naturelle, en incluant différents éléments structurels comme du bois mort ou des tas de sable. Les toitures végétalisées sont parfaitement compatibles avec des installations solaires. Les modules PV en «batière» (surélevés avec une orientation est-ouest) ainsi que les modules bifaces installés verticalement sont particulièrement adaptés.

Végétalisation de l'existant

Sur les sites et dans les quartiers existants, la végétalisation des toits, y compris combinée au photovoltaïque, est une méthode efficace pour le refroidissement. Il faut toutefois impérativement une statique suffisante. Il est également possible de végétaliser des façades, ce qui est particulièrement utile lorsque l'on ne peut pas planter d'arbres à proximité du bâtiment.

Illustration 10.8: Façade végétalisée du site de Zwicky, Wallisellen et Dübendorf. (Source: Amstein + Walthert)



(V2) Végétalisation des façades: la végétalisation des façades peut s'avérer précieuse dans les zones où les espaces extérieurs sont rares. Elle crée un micro-climat agréable et de nouveaux milieux. Les végétalisations sous forme d'arbres fruitiers en espalier et des plantes grim-pantes sont particulièrement indiquées si elles s'enracinent dans un sol ouvert. Selon la commune, il est possible de bénéficier de programmes de subvention et de conseils pour la végétalisation verticale. Il faut cependant aussi respecter les directives relatives au droit de voisinage, à la protection des sites construits et des monuments, à la sécurité de l'espace routier, à la protection contre les incendies et à l'utilisation du terrain public [11].

Bâtiments adaptés au climat

Les bâtiments construits aujourd'hui doivent être conçus en tenant compte des changements climatiques auxquels ils seront exposés durant leur cycle de vie.

(B1) Optimisation de la taille des fenêtres: la transmission d'énergie totale, la taille et l'orientation des fenêtres jouent un rôle déterminant. Lorsque les étages ne sont pas ombragés de l'extérieur, la proportion de fenêtres doit être réduite.

Refroidissement dans l'existant

La plupart du temps, une protection solaire extérieure peut être installée sur les bâtiments existants. Des modules PV peuvent également être installés sur les toits inclinés, ce qui permet de réduire l'apport de chaleur par le toit. Des méthodes de refroidissement passives peuvent souvent être mises en œuvre, comme le refroidissement nocturne par ventilation transversale. En cas de chauffage au sol avec pompe à chaleur à sonde géothermique, le géocooling peut également être utile. Enfin, les charges internes peuvent également être réduites par une exploitation efficace du bâtiment (voir chapitre 8).

(B2) Protection solaire: les stores à lamelles mobiles placés à l'extérieur sont la solution idéale, car ils permettent de contrôler librement l'apport de lumière naturelle dans la pièce. Les vitrages spéciaux tels que les verres électrochromes et les films pour fenêtres améliorent également le confort thermique, mais nécessitent de s'assurer que l'apport de lumière naturelle est suffisamment important.

(B3) Fort pouvoir réfléchissant (albédo): généralement, les surfaces sombres chauffent davantage que les surfaces claires durant la journée. Elles emmagasinent la chaleur, puis la libèrent dans l'environnement durant la nuit, lorsque celui-ci devrait se refroidir. Les matériaux clairs sont souvent plus appropriés pour les façades et les toitures, ainsi, en principe, que le revêtement des rues et des places. Afin d'éviter l'éblouissement et l'échauffement dus à la (multi)réflexion, les surfaces, les bâtiments et les espaces extérieurs doivent être considérés dans leur intégralité.

(B4) Capacité thermique élevée: les structures de l'enveloppe du bâtiment doivent, dans la mesure du possible, privilégier un coefficient de transfert de chaleur (coefficient U) le plus faible possible et une haute capacité thermique. Cela permet de réduire et de retarder la transmission de chaleur à travers l'enveloppe, quelle que soit la saison. Les éléments de construction situés à l'intérieur du bâtiment doivent aussi avoir la plus grande capacité thermique possible. À titre d'exemple, les éléments de construction massifs nus et les chapes augmentent la capacité thermique, tandis que les plafonds suspendus et la moquette la réduisent.

(B5) Utilisation efficace de l'énergie: les rejets thermiques des bâtiments peuvent être réduits en utilisant l'énergie de façon efficace et en renonçant à la climatisation. Les rejets thermiques qui ne peuvent pas être évités doivent être exploités autant que possible, par exemple pour régénérer les sondes géo-

thermiques. Pour le rafraîchissement nocturne, l'ouverture utilisée à cet effet dans l'enveloppe du bâtiment doit impérativement être protégée contre les intempéries (voir chapitre 8).

(B6) Soutien à la faune sauvage: l'Animal-Aided Design (AAD) est une méthode de soutien du développement de la faune [12] qui consiste à prendre en compte le plus tôt possible les besoins vitaux de certaines espèces d'animaux sauvages dans la planification du bâtiment et des espaces extérieurs, et ce, pour tout leur cycle de vie. Les nouvelles constructions offrant souvent peu d'abris pour les animaux sauvages, des aides à la nidification artificielles et esthétiques doivent être prévues pour les remplacer. Il faut aussi poser un marquage sur les grandes fenêtres et surfaces vitrées (protection des oiseaux) et minimiser, voire éteindre, l'éclairage extérieur (pollution lumineuse et irritation). Il faut également éviter les pièges à petits animaux, comme les sauts-de-loup, ou les neutraliser en prévoyant des moyens auxiliaires pour sortir.

10.3 Planification, réalisation et gestion

Définition des objectifs

L'adaptation des sites et des quartiers au changement climatique ne concerne pas seulement les espaces extérieurs, mais aussi les bâtiments et leur végétalisation. Les différentes thématiques doivent être abordées sous un angle interdisciplinaire et les architectes doivent notamment collaborer étroitement avec les architectes-paysagistes. Le contexte initial du périmètre du projet doit être analysé en profondeur et en particulier:

- Le climat local
- La circulation de l'air froid
- Les arbres existants
- Les valeurs naturelles
- La gestion de l'eau

Pour cela, on se base sur les cartographies disponibles (voir l'encadré «Cartes utiles»). La convention d'objectifs doit fixer les exigences en matière de climat urbain et de biodiversité à l'échelle de l'urbanisme (voir chapitre 3.4). Ces thèmes sont aussi couverts par les standards Minergie- et SNBS-Quartier (voir chapitre 11). Si seuls les espaces extérieurs doivent être certifiés, le certificat de la Fondation Nature & Economie est indiqué [13].

Études préliminaires, avant-projet

Les mesures relatives aux espaces extérieurs, à la végétalisation des bâtiments et aux bâtiments adaptés au climat sont essentiellement orchestrées lors des études préliminaires et de l'avant-projet. Elles doivent donc être traitées dans l'étude de faisabilité et intégrées dans le cahier des charges du projet. Les objectifs relatifs au climat urbain et à la biodiversité devraient être inscrits dans le programme des concours et des mandats d'étude [14] et définis comme critères de contrôle. De même, il doit être précisé que l'architecte

Cartes utiles

- Les cartes climatiques des cantons indiquent la localisation actuelle et future des îlots de chaleur, des espaces de compensation de valeur et des grands couloirs de ventilation.
- La carte de l'aléa de ruissellement permet d'analyser la situation en matière de fortes précipitations. Ces cartes sont accessibles dans le navigateur SIG de l'OFEV.
- Pour relier écologiquement les sites et les quartiers, il faut tenir compte de l'environnement proche. Cela permet de décider des habitats à favoriser. Les inventaires fédéraux et les navigateurs SIG de l'OFEV et des cantons concernés fournissent des informations sur les valeurs naturelles des parcelles concernées et de leurs environs. Ils fournissent également de précieuses informations sur les zones protégées et la répartition des espèces animales et végétales.

ture paysagère doit être représentée au sein de l'équipe de planification, en tant que discipline spécialisée. Un concept paysager contenant des indications sur la matérialisation et la nature des surfaces (toitures et façades végétalisées incluses) et des chiffres-clés (par exemple le nombre de nouveaux arbres à grande longévité) sont présentés comme justificatifs. En fonction du contexte, il peut également être utile de demander des simulations, par exemple si le périmètre de planification se trouve dans un courant d'air froid ou dans un îlot de chaleur.

Projet de construction, exécution

Dans le projet de construction, le futur climat intérieur est évalué et les systèmes de chauffage et de refroidissement sont optimisés en conséquence. Pour ce faire, on utilise des jeux de don-

Conseils pour la valorisation des quartiers

Pour plus d'informations sur la valorisation des quartiers existants, voir le chapitre 3.6. La rubrique D du «Manuel de développement de quartier» de l'Office fédéral du développement territorial [16] dispense de précieux conseils pour les espaces extérieurs. Message-clé: les espaces extérieurs ont une influence primordiale sur la qualité de vie au sein d'un quartier. Les espaces verts invitent à se mouvoir, à observer la nature et à s'affairer au jardin. Cela permet de développer l'estime collective et la participation. Quand les habitants s'«approprient» les espaces extérieurs, ils en prennent plus soin.

Le manuel donne des exemples pratiques sur les thèmes suivants: «De nouveaux espaces non bâtis pour le quartier», «Des concepts pour les espaces ouverts», «Jardinage urbain», «Jardin de quartier», «Cours de jardinage» et «Fête des jardins ouverts». D'autres thématiques comme la végétalisation des toitures et des façades ou l'agriculture solidaire peuvent également être étudiées.

nées horaires pour le climat futur, basés sur les scénarios climatiques CH2018 [15].

L'appel d'offres doit mentionner de manière précise les spécifications nécessaires pour atteindre les objectifs fixés. Il s'agit entre autres des exigences relatives à la matérialisation, au substrat végétal et à la couche porteuse de la végétation. Pour que l'exploitation se déroule aussi sans encombre, l'appel d'offres doit également contenir une position pour un entretien de réalisation de deux ans et, par la suite, une maintenance continue et au plus proche de la nature du développement.

Lorsqu'elles sont correctement mises en oeuvre, les surfaces naturelles améliorent la qualité de séjour et de vie des usagers, et, par voie de conséquence, le potentiel locatif des objets. Les conflits d'objectifs doivent également être traités, notamment lorsqu'ils portent sur les différentes exigences des surfaces.

Exploitation

Il faut attendre la phase d'exploitation pour se rendre compte du succès des mesures de plantation et de végétalisation. Pour obtenir l'effet escompté, les espaces verts doivent être gérés et entretenus de manière professionnelle. Pour cela, il faut pouvoir s'appuyer sur des plans d'entretien adaptés et un personnel formé et instruit. Les espaces verts mettent des années à se transformer en milieux de qualité et doivent donc être accompagnés par des spécialistes. La mise en place d'un monitoring peut s'avérer utile pour contrôler les résultats. La protection des sols doit faire l'objet d'une vigilance particulière durant la phase d'exploitation, notamment parce qu'une utilisation non conforme peut altérer la perméabilité du sol. Une communication adaptée (panneaux d'information, visites guidées, etc.) peut favoriser l'acceptation des surfaces exploitées de manière extensive par les habitants et les visiteurs. L'exploitation des bâtiments existants présente un très fort potentiel d'optimisation.

10.4 Exemple: site Hobelwerk de Winterthour

Dans le domaine de l'adaptation au changement climatique, seules la végétalisation écologique des toits et la rétention des eaux de pluie figuraient dans le plan d'aménagement du site Hobelwerk de Winterthour. La coopérative de construction «mehr als wohnen» voulait toutefois aller plus loin. Au cours d'un processus de planification participatif incluant des chambres d'écho, elle a donc sensibilisé toutes les parties concernées à cette thématique. Des spécialistes externes ont également été invités à formuler des recommandations pour chaque étape de la planification. Pour commencer, un bilan du climat urbain et de l'air froid a été réalisé en étudiant les cartes de l'analyse climatique du canton de Zurich (Illustration 10.9 et Illustration 10.10). La combinaison des résultats de ce bilan et des contributions des chambres d'écho a permis de définir les exigences pour les bâtiments et les environs, d'établir un catalogue de mesures et d'élaborer le «plan climatique d'Hobelwerk». Pour pouvoir intégrer directement les connaissances techniques nécessaires à l'adaptation au changement climatique dans la conception et la mise en œuvre du projet, les architectes ont suivi un cours de formation continue. Hobelwerk a été conçu comme un «site-éponge», ce qui signifie entre autres que:

- L'imperméabilisation des sols a été réduite au strict nécessaire et des fosses de rétention ont été prévues.
- Les toitures plates végétalisées de manière intensive ont été dotées d'éléments en bois mort, de panneaux photovoltaïques et de récupérateurs d'eau de pluie.
- L'eau de pluie est utilisée pour l'arrosage ou infiltrée dans la cour intérieure, aménagée sous forme de jungle.

Par ailleurs, la végétalisation du site, l'ombre que procurent les plantes, les façades végétalisées et le jardin communautaire améliorent le confort en période de canicule (Illustration 10.11).

Illustration 10.9:
Analyse du climat local sur le site Hobelwerk, Winterthour (Source: ZHAW)

Effet îlot de chaleur (°C), 4 heures

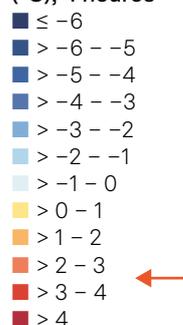
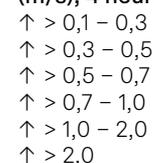


Illustration 10.10:
Analyse des flux d'air froid sur le site Hobelwerk. (Source: ZHAW)

Débit d'air froid (m³/s), 4 heures



Direction et vitesse du vent (m/s), 4 heures



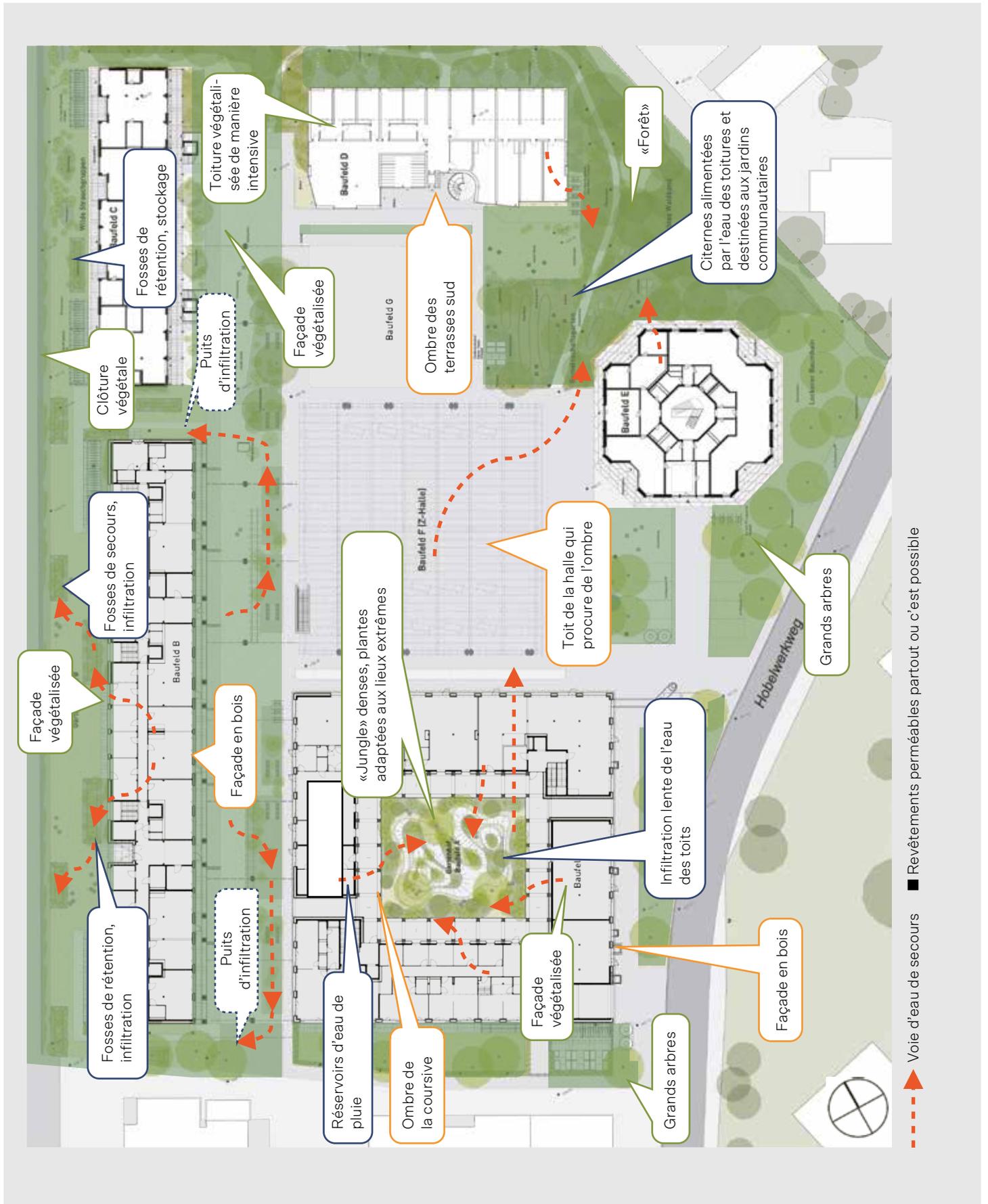


Illustration 10.11
(page de gauche):
Aperçu des mesures d'adaptation au changement climatique sur le site Hobelwerk, à Winterthur. (Source: Studio Vulkan Landschaftsarchitektur, «mehr als wohnen», Topik Partner AG, Arealentwicklung)

10.5 Sources

- [1] Office fédéral de l'environnement. Quand la ville surchauffe. Bases pour un développement urbain adapté aux changements climatiques. Berne, 2018. <https://bit.ly/4edHEos>
- [2] Office fédéral de l'environnement. Adaptation aux changements climatiques. Sur: <https://bit.ly/4fxNfac>, consulté en octobre 2023.
- [3] Office fédéral de l'environnement. Biodiversité en Suisse, État et évolution. Berne, 2023. <https://bit.ly/48xQcFe>
- [4] Stadt Zürich (éd.). Fachplanung Hitzeminderung. Zurich, 2020. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/zh_fph
- [5] Société suisse des ingénieurs et des architectes. Cahier technique SIA 2066, Planifier, construire et entretenir durablement les espaces libres. Publication prévue en 2025.
- [6] Office fédéral de l'environnement / Office fédéral du développement territorial: Eau de pluie dans l'espace urbain. Fortes précipitations et gestion des eaux pluviales dans le contexte d'un développement urbain adapté aux changements climatiques Berne, 2022. <https://bit.ly/40smO1l>
- [7] Grün Stadt Zürich. Fachplanung Stadtbäume. Planungsgrundlage für die nachhaltige Entwicklung des Baumbestandes im Siedlungsgebiet. Zurich, 2021. Page uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/zh_fps
- [8] Grün Stadt Zürich. Biodiversitätsindex 2021 für Stadtbäume im Klimawandel. Zurich, 2021. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/GSZH_BDI
- [9] Infoflora. Néophytes envahissantes. Sur: <https://bit.ly/4i3l7ga>, consultée en 2023.
- [10] Office fédéral de l'environnement. Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Un module de l'aide à l'exécution «Construire en préservant les sols». Berne, 2022. <https://bit.ly/40y1qYl>
- [11] Association Suisse des Spécialistes du Verdissement des Edifices Diverses publications. Sur: <https://www.sfg-gruen.ch/fr/Publikationen>, consultée en juin 2023.
- [12] Studio Animal-Aided Design. Methode. Sur: <https://animal-aided-design.de>, consultée en janvier 2023.
- [13] Fondation Nature & Economie. Certifier. Sur: www.naturundwirtschaft.ch/fr, consultée en janvier 2023.
- [14] Amt für Hochbauten de la ville de Zurich. Stadtklimatische Anliegen in der Projektentwicklung von städtischen Hochbauten. Zurich, 2020. Document uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/zh_sa
- [15] Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse (éd.). Klimaszenarien fürs zukünftige Innenraumklima (SIA 2028), Zurich, 2022. Document uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/49XrbDT>
- [16] Office fédéral du développement territorial (éd.). Manuel de développement de quartier, Enseignements pratiques tirés des huit années du Programme «Projets urbains – Intégration sociale dans des zones d'habitation». Berne, 2017. <https://bit.ly/3A5ELb2>

Outils et instruments

- Des matériaux de construction pour les villes faisant face au changement climatique. Catalogue assorti de recommandations Office fédéral du logement. <https://bit.ly/3V3ppLM>
- Cartes de l'analyse climatique: Argovie, Bâle-Campagne, Bâle-Ville, Lucerne, Zoug, Zurich. Voir navigateur SIG des cantons.

- Fiche d'information KBOB: 3.1.20 Biodiversité
- Bereit für den Klimawandel? Handlungsempfehlungen für Bauherren und Planende zum klimagerechten Bauen. Hochschule Luzern. Document uniquement disponible en allemand.
- Brochure Protection thermique estivale. Association Minergie.
- Carte de l'aléa ruissellement. Office fédéral de l'environnement.
- Outil de planification «Hitze im Siedlungsraum». Canton de Zurich.
- Datenbank Klimaangepasste Innenentwicklung. Planungsdachverband Region Zürich und Umgebung.
- Instrumente zur Hitzeminderung. Ville de Zurich.
- Liste des néophytes envahissantes et potentiellement envahissantes de Suisse. <https://bit.ly/4i3l7ga>

Labels et standards

Daniel Kellenberger

Les standards de durabilité servent à décrire, à évaluer et à justifier de manière transparente les mesures prises en faveur de la durabilité. Par labels de durabilité, on désigne généralement les labels, les marques ou les sceaux de qualité qui renseignent sur une qualité spécifique d'un produit ou d'une chose. En règle générale, les labels sont décernés par des organisations du secteur privé, comme des associations ou des fédérations. Les labels doivent à la fois faciliter la décision des requérants et permettre aux fournisseurs de faire confirmer par un organisme indépendant les prestations qu'ils proposent sur le marché. Les labels sérieux permettent aux non-spécialistes d'identifier plus facilement la durabilité et créent un climat de confiance. Les standards et les labels se complètent mutuellement et contribuent à promouvoir la durabilité dans les domaines les plus divers, dont la construction.

Les standards et labels suisses pour les bâtiments

On dispose en Suisse de différents standards et labels nationaux et internationaux pour la construction de bâtiments [1]. Depuis l'automne 2023, les

principaux standards et labels suisses sont regroupés et harmonisés au sein de la famille «Labels suisses du bâtiment». En font partie:

- Standard Construction durable Suisse (SNBS) et son label pour les bâtiments
- Minergie et ses déclinaisons (-P/-A/-Eco)
- Le Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB) qui sert à évaluer l'état actuel et à planifier les rénovations [2].

D'autres standards sont également utilisés dans le domaine de la construction de bâtiments en Suisse:

- DGNB du Conseil allemand de la construction durable, adapté pour la Suisse par la SGNI (Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft)
- Sméo, essentiellement en Suisse romande
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) et WELL (de International Well Building Institute), deux labels américains harmonisés
- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), une certification anglaise pour

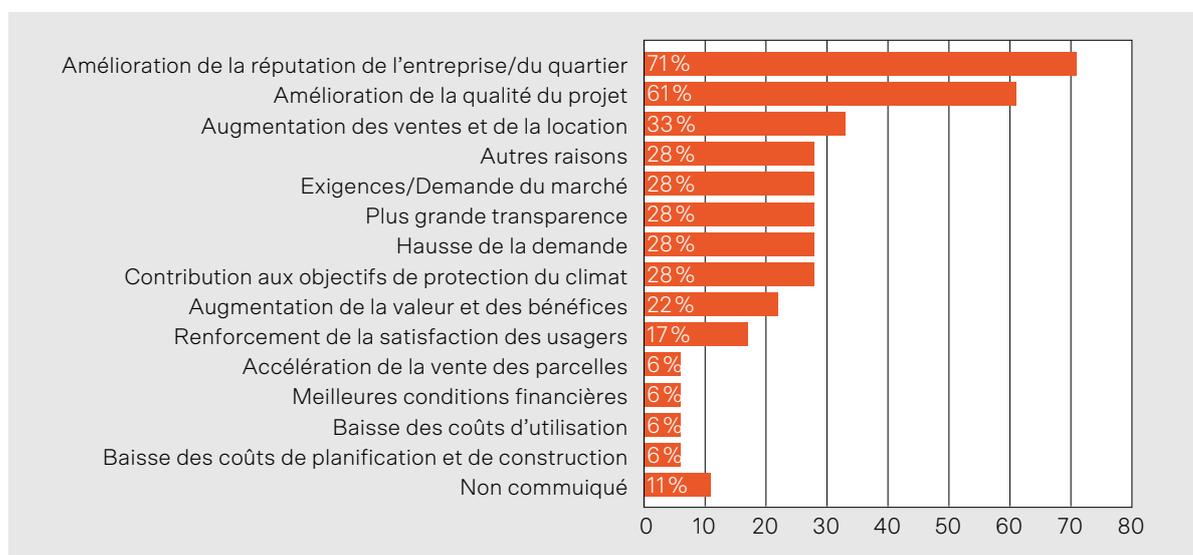


Illustration 11.1: Raisons pour lesquelles les développeurs de projets ont (provisoirement) certifié un site selon DGNB, d'après une enquête du DGNB de 2018. [3]

les bâtiments, essentiellement utilisée dans les pays d'Europe du Nord.

Les labels suisses pour les sites

Encore récemment, outre les labels de bâtiments, seuls deux labels de sites étaient pertinents en Suisse: Site 2000 watts et SEED. Dans le cadre de l'harmonisation des labels suisses, Site 2000 watts a été transposé dans deux nouveaux labels de sites à l'automne 2023: Minergie-Quartier et SNBS-Quartier. Tous deux font partie des «Labels suisses du bâtiment». Sméo est également disponible en tant que label de site en Suisse romande. Le canton de Berne a créé le standard Quartier à énergie positive (QEP) et le

soutient aussi financièrement. Parmi les labels étrangers, le DGNB a également une déclinaison pour les sites, dont seule la version allemande est toutefois disponible pour le marché suisse en 2023.

Les avantages d'une certification

La certification d'un site apporte de nombreux avantages – L'illustration 11.1 présente les résultats d'une enquête commandée par le DGNB. Les déclarations qu'elle contient peuvent aussi être transposées dans d'autres certifications de sites [3].

Tableau 11.1: Comparaison des labels et standards de sites utilisés en Suisse.

- Complet
- Partiel
- * Allemagne et essentiellement Suisse allemande
- ** Suisse romande
- *** Région de la capitale

		Site 2000 watts	Minergie-Quartier	SNBS-Quartier	Certificat DGNB pour les quartiers	SMéO – Quartier (Naqu by Sméo)	SEED	Quartier à énergie positive
Thématiques de développement durable	Énergie d'exploitation	■	■	■	■	■	■	■
	Confort/climat intérieur	■	■	■	■	■	■	■
	Matérialisation/Énergie grise	■	■	■	■	■	■	■
	Coûts/Rentabilité	■	■	■	■	■	■	■
	Société/Social	■	■	■	■	■	■	■
	Mobilité	■	■	■	■	■	■	■
	Environs	■	■	■	■	■	■	■
	Protection du climat/Adaptation aux changements climatiques	■	■	■	■	■	■	■
Aménagement du territoire, planification urbanistique		■	■	■	■	■	■	■
Phases selon la SIA	Définition des objectifs (1)	■	■	■	■	■	■	■
	Études préliminaires (2)	■	■	■	■	■	■	■
	Étude du projet (3)	■	■	■	■	■	■	■
	Appel d'offres (4)	■	■	■	■	■	■	■
	Réalisation (5)	■	■	■	■	■	■	■
	Exploitation (6)	■	■	■	■	■	■	■
Type d'objet	Nouvelle construction	■	■	■	■	■	■	■
	Transformation	■	■	■	■	■	■	■
	Existant	■	■	■	■	■	■	■
Langues	Allemand	■	■	■	■	■	■	■
	Français	■	■	■	■	■	■	■
	Italien	■	■	■	■	■	■	■
	Anglais	■	■	■	■	■	■	■
Utilisation régionale en CH		■	■	■	*	**	**	***

Aperçu des labels et standards de sites

Le Tableau 11.1 présente un aperçu très condensé du contenu des labels et standards de site applicables en Suisse. Une description détaillée de leur contenu est présentée à partir de la page 154.



Illustration 11.2: Le Quartier de l'Etang, à Genève, est le premier quartier certifié SNBS-Quartier. (Source: capt3.com/Urban Project)



Illustration 11.3: Le Suissetec-Campus, à Lostorf SO, est le premier quartier de Suisse à avoir obtenu la certification provisoire Minergie-Quartier. (Source: Suissetec)



11.1 Site 2000 watts

Site 2000 watts a été lancé en 2012 et a été remplacé en 2023 par SNBS-Quartier et Minergie-Quartier. Il est encore présenté ici, car durant cette période, 50 sites ont pu être certifiés. Ce standard est gage d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables et de respect du climat. Il promeut également une mobilité durable, une qualité de vie élevée et des bâtiments de grande qualité. Autant d'aspects qui rassemblent les gens, les impliquent activement (ainsi que leurs besoins) dans le développement et favorisent une gestion responsable des ressources. Le certificat pouvait être délivré sous forme de «Site 2000 watts en développement», «en transformation» ou «en exploitation».

Objectif

Les critères qu'un site 2000 watts doit remplir sont inspirés des objectifs de la Société à 2000 watts [4]. C'est pourquoi ils visent plus particulièrement l'efficacité énergétique, la neutralité climatique (zéro net) et l'approvisionnement en énergie renouvelable. Grâce à des mesures aussi variées que possible, les sites 2000 watts doivent réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et contribuer à la protection du climat et à la préservation des ressources, tout en proposant une qualité de vie élevée.

Principes de base

Le certificat s'inspire du label Cité de l'énergie, attribué aux communes, et de La voie SIA vers l'efficacité énergétique (cahier technique SIA 2040). L'approche est basée sur l'établissement du bilan du cycle de vie et tient compte des normes SIA en vigueur.

Organisation, commercialisation

Le certificat est la propriété de Suisse-Energie pour les communes.

Audit, conseil

Pour la certification, le processus devait être suivi par une conseillère 2000 watts accréditée.

Instruments d'évaluation

Le justificatif quantitatif était fourni au moyen de l'Aide au calcul II. L'évaluation qualitative était réalisée avec l'Outil de gestion (Excel).

Critères d'exclusion, exigences minimales

Pour le justificatif quantitatif, il fallait respecter les valeurs cibles et les exigences requises supplémentaires relatives aux émissions de gaz à effet de serre et l'énergie primaire non renouvelable et totale. Pour l'évaluation qualitative, chaque thème du catalogue de critères devait obtenir au moins 50 % du nombre maximal de points. Dans la forme «en exploitation», il fallait en outre obtenir au moins deux tiers des points dans l'ensemble des six thèmes.

Conditions préalables à la certification

- Parcelle ou surface de plancher d'au moins 10 000 m².
- Périmètre clairement défini, comprenant plusieurs bâtiments reliés entre eux par des espaces extérieurs communs.
- Présence d'un organisme responsable, habilité à agir pour les besoins du certificat.

Certificat, résultat

Le certificat étant valable deux ans («en développement») ou quatre ans («en exploitation», «en transformation»), les sites étaient donc évalués périodiquement. L'objectif de ce suivi prolongé était que les sites se développent continuellement au lieu de remplir une seule fois les critères exigés. Cela a permis d'exploiter au mieux les potentiels existants, mais aussi de nouveaux potentiels, par exemple grâce à des innovations techniques.

Exemples

Les exemples pratiques 12.1 et 12.7 sont certifiés Site 2000 watts en exploitation, les exemples pratiques 12.3 et 12.4 sont certifiés Site 2000 watts en transformation.

MINERGIE-Quartier® 11.2 Minergie-Quartier

Le standard Minergie-Quartier existe depuis fin 2023. Il fixe les règles pour transformer les sites en respectant les ressources et le climat. Il met l'accent sur la consommation des ressources durant la construction et la consommation d'énergie durant l'exploitation des bâtiments. Il exige des mesures d'adaptation au changement climatique dans les bâtiments et les espaces extérieurs et encourage une mobilité respectueuse de l'environnement.

Objectif

Les quartiers Minergies se distinguent par une consommation d'énergie très faible, des émissions de gaz à effet de serre réduites au minimum lors de la construction et de l'exploitation et une production propre maximale d'énergies renouvelables. Le standard est conçu pour servir d'instrument aux planificateurs, aux investisseurs et aux autorités qui souhaitent développer des sites adaptés au climat et apporter une contribution pertinente à la politique climatique.

Principes de base

Le standard de quartier est basé sur les exigences éprouvées du standard de bâtiment Minergie et complété avec les thèmes suivants:

- Bâtiment: toutes les nouvelles constructions doivent être labellisées Minergie, sachant que des compensations entre les différents bâtiments sont possibles. Les bâtiments existants doivent être améliorés, le standard proposant des solutions pragmatiques.
- Gérance du quartier: il faut une organisation pour piloter les processus sur le site, contrôler le développement, accompagner le monitoring et, si nécessaire, optimiser l'exploitation.
- Exploitation et construction: un concept énergétique montre que de l'énergie thermique renouvelable et les rejets thermiques sont utilisés au sein du site. La valeur limite pour les émis-

sions de gaz à effet de serre de la construction doit être respectée.

- Espaces extérieurs: les espaces extérieurs doivent être adaptés aux changements climatiques prévisibles.
- Mobilité: les déplacements à vélo et à pied et le partage des moyens de locomotion sont encouragés.

Le standard propose une solution de passerelle pour les sites 2000 watts.

Organisation, commercialisation

Association Minergie

Audit, conseil

L'établissement des justificatifs et le suivi des projets peuvent se faire sans spécialiste accrédité. Les documents soumis sont vérifiés par les offices de certification Minergie.

Émoluments et coûts

Émoluments ordinaires: CHF 15 000 plus CHF 0.10 par m² de SRE du quartier, max. CHF 30 000.

Émoluments supplémentaires: CHF 5000 par étape intermédiaire pour les très grands quartiers avec deux ou plus d'étapes intermédiaires, CHF 800 par bâtiment sans module de monitoring. À cela s'ajoutent des émoluments pour les certifications de bâtiments nécessaires.

Instruments d'évaluation

Les données sont saisies et soumises en ligne, sur la plateforme des labels.

L'instrument d'évaluation prend la forme d'un catalogue de critères concis, avec des exigences obligatoires et des mesures à choix. Un site peut être certifié Minergie-Quartier quand il remplit toutes les exigences obligatoires et au moins trois mesures à choix. Divers outils d'aide et modèles sont mis à disposition pour l'établissement des justificatifs.

Critères d'exclusion, exigences minimales

Un site doit comprendre au moins deux bâtiments et 3000 m² de SRE.



Certificat, résultat

Le processus de certification commence par la certification provisoire du site et se termine en général au maximum dix ans plus tard avec la délivrance du certificat définitif. Deux ans après la certification définitive, la consommation d'énergie et la mise en œuvre de certaines exigences sont contrôlées lors d'une visite unique en phase d'exploitation.

11.3 SNBS-Quartier

Le Standard Construction Durable Suisse pour les quartiers (SNBS-Quartier) est, à ce jour, le seul standard suisse complet permettant la certification des quartiers durables. SNBS-Quartier est basé sur SNBS-Bâtiment. Les constructions individuelles ne sont considérées que dans la mesure où elles ont une influence sur le site. En cas de certification SNBS-Quartier (en cours), les bâtiments peuvent toutefois faire l'objet d'une certification simplifiée avec SNBS-Bâtiment. Dans ce cas, seuls dix critères spécifiques aux bâtiments doivent être évalués. La certification des bâtiments individuels dans le cadre de la certification de site reste toutefois facultative.

Objectif

Le standard est basé sur la Stratégie pour le développement durable de la Confédération et vise à apporter une contribution significative à la politique climatique.

Principes de base

SNBS-Quartier a été développé en même temps que SNBS-Bâtiment 2023.1, à partir de SNBS-Bâtiment 2.1. L'évaluation porte sur 30 critères répartis en 12 thèmes. Le standard offre une solution de passerelle pour l'ancien certificat «Site 2000 watts».

Organisation, commercialisation

Le standard est développé et mis à jour par le Réseau Construction durable Suisse (NNBS).

Audit, conseil

L'établissement des justificatifs et le suivi des projets peuvent se faire sans spécialiste accrédité. Les documents sont vérifiés par les offices de certification SNBS.

Émoluments et coûts

Les émoluments se composent de la manière suivante: CHF 30 000 de base, plus CHF 2000 par bâtiment, plus CHF 10 000 par éventuelle étape intermédiaire en cas de réalisation échelonnée.

Instruments d'évaluation

Une plateforme en ligne est mise en à disposition pour travailler avec SNBS-Quartier. Elle sert aussi bien dans le cadre du développement et de l'évaluation des projets hors certification que du déroulement du processus de certification. La plateforme peut être utilisée gratuitement. Des outils d'aide sont également proposés pour certains critères et grandeurs mesurées, qui doivent être utilisées pour une certification.

Critères d'exclusion, exigences minimales

Les conditions préalables à la certification sont notamment:

- Une surface de référence énergétique (SRE) supérieure à 10 000 m².
- Au moins deux bâtiments, au moins deux affectations différentes.
- Un espace extérieur, dont une partie au moins est publique et partagée.
- Une note minimale de 4.0 au critère 112 «Urbanisme et architecture».
- Une note globale ≥ 5.0 .
- Pas plus de deux notes insuffisantes dans des domaines différents.
- Il est possible de démontrer l'existence de synergies pour l'approvisionne-

ment énergétique, par exemple avec des solutions groupées.

- Idéalement, une procédure de sélection a eu lieu durant le développement, conformément ou sur le modèle des normes SIA 142 ou 143.
- Le quartier est développé au cours d'un processus de transformation.

Certificat, résultat

La certification se déroule en trois phases:

1. Certification provisoire: certificat provisoire
2. Certification définitive: certificat définitif
3. Recertification : après cinq années d'exploitation, confirmation unique du certificat définitif; en cas d'écart grave, le certificat peut être retiré.

Exemples

Les exemples pratiques 12.3, 12.6 et 12.8 sont certifiés selon SNBS-Quartier.



11.4 Certificat DGNB pour les quartiers

Le certificat DGNB (Conseil allemand de la construction durable) pour les quartiers distingue les projets de quartiers durables dans lesquels l'approvisionnement en énergie, la qualité de séjour, la mixité, la mobilité durable et les faibles coûts du cycle de vie sont pris en compte de manière globale. La certification DGNB pour les nouvelles constructions de quartiers est basée sur la version internationale du DGNB et s'inspire du standard de durabilité européen CEN/TC 350 [5].

Objectif

La certification vise à soutenir le développement durable de quartiers urbains et de sites plus vastes dont les émissions de CO₂ sont dès le début aussi faibles que possible, et ce, tant pendant la planification et la construction que pendant l'exploitation. Non seulement le climat urbain et le microclimat sont pris

en compte, mais aussi les risques environnementaux et le maintien de la valeur du quartier à long terme. Une attention particulière est accordée à la promotion de la biodiversité.

Principes de base

Le concept de durabilité du système DGNB évalue tous les grands aspects de la construction durable dans le contexte du site: l'écologie, l'économie, les aspects socioculturels et fonctionnels, la technique et les processus. Tous les thèmes ont le même poids dans l'évaluation. Les évaluations se basent toujours sur le cycle de vie complet du quartier.

Organisation, commercialisation

En Suisse, c'est la SGNI (Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft) qui certifie les bâtiments et les quartiers selon le système DGNB. La SGNI est une association indépendante à but non lucratif, qui a été fondée en 2010.

Audit, conseil

Les auditrices et les auditeurs suisses de la SGNI sont spécialisées dans l'audit de projet selon le DGNB et accompagnent les maîtres d'ouvrage pendant toute la durée du processus de certification.

Émoluments, coûts

Les émoluments dépendent de la superficie du site. Les membres du DGNB bénéficient de réductions. À la SGNI, les frais de certification varient de CHF 13 200 (membres, < 10 ha) à CHF 48 000 (non-membres, jusqu'à 200 ha). La SGNI établit un devis pour les surfaces plus importantes.

Instruments d'évaluation

Un outil de planification et d'optimisation permettant d'évaluer les espaces intérieurs, les bâtiments et les quartiers est disponible pour les certifications DGNB. Le système est actuellement applicable à six types d'affectations de

quartiers: les quartiers urbains (sites à affectations mixtes), les quartiers d'affaires, les complexes touristiques, les sites événementiels, les zones commerciales et les sites industriels.

Critères d'exclusion, exigences minimales pour l'exemple des quartiers urbains

- La taille minimale d'un quartier urbain est de 2 ha de terrain à bâtir brut.
- Il comprend plusieurs bâtiments et au moins deux zones de construction.
- Il comprend des espaces publics ou accessibles au public et les infrastructures correspondantes.
- La part de logements, rapportée à la surface brute de plancher, est comprise entre 10 % minimum et 90 % maximum.

D'autres exigences minimales s'appliquent pour les autres types de quartiers et de sites.

Certificat, résultat

Des degrés de réalisation partiels sont déterminés dans les différents champs thématiques et agrégés pour obtenir le degré de réalisation global. Le certificat DGNB Suisse se décline en version argent, or et platine.

11.5 Quartiers durables (Naqu by Sméo)

Naqu by Sméo a été développé par plusieurs offices fédéraux, le canton de Vaud et la ville de Lausanne. Ce standard vise à soutenir le développement durable des quartiers en Suisse et donc la mise en œuvre de l'article sur le développement durable de la Constitution fédérale (art. 73). Sméo offre un instrument en libre accès qui peut être utilisé comme outil d'aide à la planification, à la réalisation et à l'exploitation de projets à l'échelle d'un site ou d'un quartier.

Objectif

Le programme est structuré en fonction des phases du projet. Il contribue ainsi à

ce que les bonnes questions soient posées au bon moment et à ce que les alternatives soient examinées. Il met l'accent sur les différents cycles de vie des sites et tient compte des thèmes pertinents liés à l'écologie, l'économie, la société et la gestion.

Principes de base

Naqu by Sméo est basé sur l'outil Sméo conçu pour les bâtiments, qui est lui-même basé sur la recommandation SIA 112/1. Il est le fruit de la collaboration de l'OFEN, de l'ARE, du canton de Vaud, de la ville de Lausanne et de l'entité «Schéma directeur de l'Ouest lausannois» (SDOL).

Organisation, commercialisation

Les instances responsables de Naqu by Sméo sont les offices fédéraux, le canton de Vaud et la ville de Lausanne.

Type d'instrument d'évaluation

Les conditions-cadres sont décrites dans un guide [6]. Après s'être enregistré, Naqu by Sméo peut être utilisé gratuitement.

Critères d'exclusion, exigences minimales

Il n'y a pas de critères d'exclusion ni d'exigences minimales. Le système est proposé dans plusieurs variantes: logements, nouvelles constructions et rénovations.

Certificat, résultat

À ce jour, Naqu by Sméo n'est pas conçu comme un label. Les résultats sont présentés sous forme de diagrammes en toile d'araignée.

11.6 SEED

L'une des caractéristiques distinctives de SEED est que tous les acteurs du projet, jusqu'aux habitants du quartier, sont impliqués. Le projet est centré sur une convention établie entre le développeur, la commune et l'Association suisse pour des quartiers durables qui

prend en compte les besoins des différentes parties prenantes, les structures et constitue la base des négociations et des discussions au cours du processus.

Objectif

SEED certifie les quartiers durables dans le but de réduire l'empreinte écologique et les émissions de CO₂ et de promouvoir et restaurer la biodiversité.

L'objectif est en outre de créer un cadre de vie solidaire, de qualité et adapté aux conditions climatiques futures.

Principes de base

La certification, complète et exigeante, est définie dans le cadre d'un Plan d'Action Durabilité, fondé sur 30 objectifs de performance durable et 60 indicateurs de suivi.

Organisation, commercialisation

La certification SEED Next Generation Living a été élaborée par l'Association suisse pour des quartiers durables, dans la continuité de la démarche One Planet Living (OPL), de Bioregional et du WWF International.

Audit, conseil

Le contrôle de la performance est confié aux hautes écoles spécialisées suisses à toutes les phases du projet.

Critères d'exclusion, exigences minimales

Cinq critères d'évaluation doivent être remplis: conformité de la zone d'aménagement du territoire, localisation sur un axe de transport prioritaire, densification élevée pour éviter la poursuite de l'étalement urbain, affectation mixte et mixité sociale, respect des critères écologiques fondamentaux.

Certificat, résultat

Pour obtenir la certification, tous les indicateurs de performance doivent être suivis à toutes les étapes du projet (conception, planification, mise en œuvre, exploitation) et être globalement respectés dans l'ensemble du quartier.

11.7 Quartier à énergie positive

Dans un Quartier à énergie positive (QEP), la somme de tous les bâtiments doit présenter un bilan énergétique annuel positif, ce qui permet de compenser divers points faibles. Les bâtiments existants ne doivent pas nécessairement atteindre le niveau d'un bâtiment à énergie positive, les bâtiments protégés ne représentent plus un critère d'exclusion et l'uniformité dans l'architecture peut être évitée.

Objectif

Grâce à une définition simple et claire, le projet Quartier à énergie positive (QEP) fait progresser le développement durable dans le secteur du bâtiment et contribue ainsi à la mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050.

Principes de base

Les exigences liées au QEP reposent sur des calculs selon les normes SIA et les modèles de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) en vigueur. Le calcul propre à chaque bâtiment se base, comme c'est le cas habituellement, sur la norme SIA 380/1, en ajoutant les besoins d'électricité spécifiques à l'utilisation selon Minergie.

Organisation, commercialisation

L'association Région capitale suisse regroupe les cinq cantons de Berne, Fribourg, Neuchâtel, Soleure et du Valais ainsi que de nombreuses villes, communes et organisations régionales.

Audit, conseil

L'établissement des justificatifs et le suivi des projets peuvent se faire sans l'aide de spécialistes reconnus ou accrédités. L'examen a lieu dans le cadre des programmes d'encouragement des cantons.

Émoluments, coûts (de certification)

Pas d'émoluments.



Type d'instrument d'évaluation

Pour les calculs relatifs aux QEP, le nouvel instrument de justification «Bilan énergétique global pondéré du quartier» est disponible.

Critères d'exclusion, exigences minimales

Un Quartier à énergie positive est un quartier dans lequel la somme annuelle de la production d'électricité est supérieure à la totalité des besoins.

Certificat, résultat

PEQ n'est pas un label, mais le justificatif est une condition préalable à l'obtention d'un soutien financier dans le cadre des programmes d'encouragement de la Confédération, des cantons et des communes. Il permet également de bénéficier de simplification des prescriptions.

11.8 Sources

- [1] Réseau Construction durable Suisse NNBS (éd.) Landkarte Standards und Labels nachhaltiges Bauen Schweiz, Zurich, 2021. Document uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/3B60sbG>
- [2] Die Zukunft der Schweizer Gebäudelabel. Page uniquement disponible en allemand. (<https://emonitor.ch/die-zukunft-der-schweizer-gebaudelabel>)
- [3] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. Mehrwert zertifizierter Quartiere, Stuttgart, 2018. Page uniquement disponible en allemand. https://bit.ly/dgnb_mw
- [4] SuisseEnergie (éd.): Principes directeurs pour une Société à 2000 watts OFEN, programme Société à 2000 watts, Oct. 2020. <https://bit.ly/49fPuW0>
- [5] CEN Technical Committee (TC) 350. Sustainability of construction works. Page uniquement disponible en anglais. <https://bit.ly/CEN350>
- [6] Office fédéral du développement territorial. Quartiers durables – Défis et opportunités pour le développement urbain. Berne, 2011. <https://bit.ly/4eaViZf>

Outils et instruments

Minergie-Quartier

- www.minergie.ch
- Règlement du label Minergie-Quartier. <https://bit.ly/3YQ4m1d>
- Aide à l'utilisation du label MINERGIE-Quartier. <https://bit.ly/40PWtur>
- Justificatifs Minergie-Quartier. <https://bit.ly/3Z1b0SJ>
- Minergie-Areal – Umsetzung in Raumplanung und Eigentum, Umsetzungshilfe für die Raumplanung. Minergie Suisse. Bâle, 2023. Document uniquement disponible en allemand. <https://bit.ly/UMR>

SNBS-Quartier

- Sous <https://nnbs.ch/fr/snbs-quartier>:
- Fiches-critères SNBS-Quartier
 - Outils d'aide SNBS-Quartier
 - Certification SNBS-Quartier
 - Guide pratique Solution de remplacement du label Site 2000 watts

DGNB pour les quartiers

- www.dgnb-system.de/de/quartiere
Page uniquement disponible en allemand et en anglais.
- Certification: www.sgni.ch

Naqu by Sméo

- <https://app.smeo.ch>

SEED

- <https://oneplanetliving.ch>
- www.seed-certification.ch

Quartier à énergie positive

- <https://plusenergiequartier.ch/fr/>
- Guide Quartier à énergie positive QEP, Région capitale suisse (éd.) Berne, 2018. <https://bit.ly/3YG06QW>
- Instrument de justification: <https://bit.ly/3Y0mrNo>

Exemples pratiques

12.1 Site d'Hunziker, Zurich – Laboratoire de développement durable

Katharina Köppen

Le site d'Hunziker est situé au nord de la ville de Zurich, dans la zone de développement de Leutschenbach. Il a été baptisé d'après la fabrique de béton Hunziker qui se dressait autrefois sur le site. Dans le voisinage se trouvent, entre autres, l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM), le centre de recyclage de Hagenholz et les studios de la SRF (Schweizer Radio und Fernsehen). Depuis quelque temps, des bâtiments tertiaires, des bâtiments publics et un nombre croissant de lotissements sortent de terre sur l'ancienne zone industrielle et commerciale.

En 2010, la ville de Zurich cède cette friche à la coopérative de construction «mehr als wohnen» en signant avec elle un contrat de droit de superficie. Cette «coopérative des coopératives» avait été fondée en 2007 à l'occasion du centenaire des coopératives d'habitation de Zurich, dans le but d'expérimenter de nouvelles formes de cohabitation et des innovations en matière de construction. Elle rassemble aujourd'hui plus de 50 coopératives d'habitation.

Le site d'Hunziker est son premier lotissement. La coopérative y teste différentes formes d'habitat et des innovations dans le domaine constructif et des installations techniques, dans l'optique d'une construction et d'une exploitation durables. Les activités de la coopérative sont suivies dans le cadre de différents projets de recherche.

Des formes d'habitat éprouvées et innovantes

Le concours international a été remporté par cinq bureaux d'architectes zurichois, dont Arge Futurafrosch et Duplex Architekten, qui ont développé le concept urbanistique global. Arge Futu-

rafrosch et Duplex Architekten, ainsi que les autres bureaux d'architectes Šik, Müller Sigrist et Pool ont chacun conçu deux ou trois des 13 bâtiments. Depuis l'emménagement en 2015, quelque 1400 personnes vivent dans les 370 logements coopératifs, dont la typologie va du studio aux appartements familiaux en passant par les appartements «cluster», dotés de vastes espaces communs. Les logements proposés répondent aux différentes phases de la vie et aux différents besoins et budgets, ce qui garantit une bonne mixité des habitants. Le site abrite également des crèches, des cabinets médicaux et thérapeutiques, des magasins, des restaurants, des garages et ateliers, une maison d'hôtes ainsi que d'autres services et entreprises commerciales.

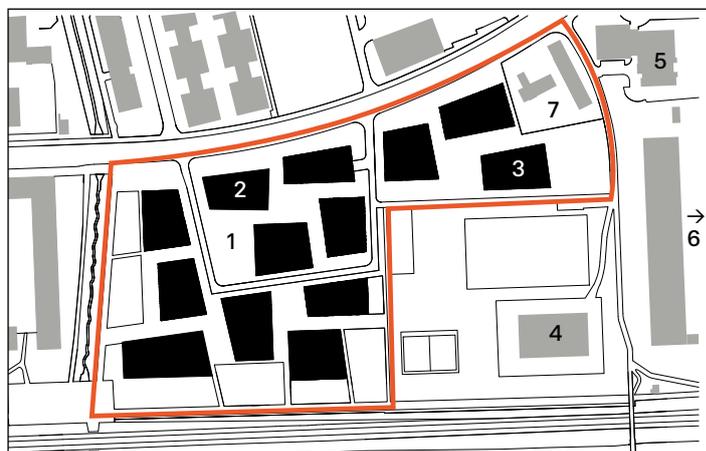
Naissance d'un quartier

Le contexte urbanistique n'était pas des plus favorables: malgré sa transformation en quartier résidentiel, la zone de Leutschenbach restait fortement marquée par l'industrie, l'artisanat et les services. La coopérative a réussi à créer un quartier fonctionnel et vivant dès le début. Puis, avec le temps, l'environnement a lui aussi évolué.

Le concept urbanistique répartit les 13 bâtiments sur le terrain en faisant abstraction des angles droits et en veil-

Illustration 12.1: Plan de situation du site d'Hunziker.

- 1 Hunzikerplatz
- 2 Haus E, avec façade végétalisée
- 3 Haus M, avec système de production de chaleur séparé
- 4 École de Leutschenbach
- 5 Centre de recyclage
- 6 UIOM de Hagenholz
- 7 Réserve de terrain à bâtir (Haus 14)



lant à ce que les espaces intermédiaires se rétrécissent pour former des ruelles ou des passages s'ouvrant sur une succession de places de différentes dimensions. Les équipes d'architectes ont ainsi su créer les conditions d'une densité urbaine de haute qualité.

La planification proprement dite a été précédée d'une phase de dialogue au cours de laquelle les équipes lauréates et la coopérative ont élaboré un règlement intitulé «Häuser im Dialog». Ce rè-

glement définit six règles que chaque bâtiment doit obligatoirement respecter, mais laisse une plus grande marge de manœuvre architecturale qu'un masterplan traditionnel pour la conception. Il définit entre autres le volume maximal des bâtiments, la proportion de retraits dans les cours et sur les façades, une structure de façade en trois parties, librement aménageables, ainsi que le type d'utilisation du rez-de-chaussée.

Des rez-de-chaussée animés

Pour garantir qu'un quartier animé puisse voir le jour, il était très important de planifier soigneusement les utilisations du rez-de-chaussée. Le règlement prescrit donc que les utilisations publiques et les espaces communs soient tournés vers les places. À l'inverse, les appartements doivent s'en éloigner et être prévus à partir du rez-de-chaussée surélevé pour garantir une plus grande intimité. D'un point de vue urbanistique, la Hunzikerplatz occupe une place centrale. Les façades qui la bordent reflètent sa fonction de centre urbain et de point de rencontre central du quartier.

Dialogue de bâtiments

L'architecture est diverse et variée. Les bâtiments se distinguent les uns des autres par leurs dimensions, leur programme des locaux, leur matérialisation, leur mode constructif et leurs installations techniques. Chacun des 13 bâtiments compte entre cinq et sept étages. Conformément au règlement, ils sont compacts et volumineux, et peuvent mesurer jusqu'à 32 mètres de profondeur. Grâce aux cours intérieures et aux vides dégagés, les constructions sont toutefois moins denses qu'il n'y paraît. Les types de construction vont du bâtiment massif avec isolation extérieure à la construction mixte bois-béton, en passant par la maçonnerie monolithique et le béton cellulaire. Il y a également un bâtiment en bois.

Données du site d'Hunziker	
Type de projet	Nouvelle construction
Réalisation	2012-2015
Surface du site	41 000 m ²
Nombre de propriétaires fonciers	1
Nombre de bâtiments	13
Surface de plancher	77 500 m ²
Indice d'utilisation	1,5
SRE	Logements: 58 000 m ² Autres affectations: 8 000 m ² Total: 66 000 m ²
Habitants/Actifs (équivalents plein temps)	1400/150
Densité	341 habitants/ha 37 actifs/ha
Labels et standards	Site 2000 watts en exploitation, recertifié en 2021
Production de chaleur	Rejets thermiques du centre de calcul communal, chauffage à distance de l'UIOM Haus M uniquement: pompe à chaleur, énergie solaire thermique
Production de froid	Électricité
Production d'électricité	Photovoltaïque: 504 kW _c Taux de couverture: 26 % (hors pompes à chaleur)
Classe de desserte TP	B
Places de stationnement	Parking souterrain: 106, dont 6 pour les visiteurs En extérieur: 36 pour les visiteurs
Mobilité électrique	16 stations de recharge
Parties prenantes	
Instance responsable du site (propriétaire, exploitation)	Coopération de construction «mehr als wohnen»
Développement	Coopération de construction «mehr als wohnen»
Urbanisme	Arge Duplex Architekten et Futurafrosch



Des espaces extérieurs pour les personnes et la nature

Dès le début de la planification, les espaces extérieurs ont occupé une place aussi importante que les bâtiments. Les équipes d'architectes ont collaboré étroitement avec le bureau d'architecture paysagère Müller Illien dès la phase de dialogue. Dans son concept, Müller Illien fait la part belle aux espaces extérieurs perméables, qu'il pense également comme des occasions d'activités communautaires ou des possibilités d'appropriation pour les habitants. La biodiversité et la qualité de séjour pour les usagers sont favorisées par la présence d'une végétation riche en espèces, composée de plantes indigènes et adaptées au lieu (dont différents arbres fruitiers et érables), d'arbustes, de prairies de fleurs sauvages et de pelouses fleuries. On y trouve aussi des surfaces non revêtues et du gazon-gravier, sur lesquels prospèrent une végétation spontanée et des plantes pion-

nières. Plusieurs bâtiments sont végétalisés, comme la toiture de l'entrée du parking souterrain ou la façade du bâtiment E (Hagenholzstrasse 104 b), qui abrite également le secrétariat de la coopérative.

Désimperméabiliser et végétaliser

Les espaces extérieurs sont sans cesse développés dans le cadre d'un processus participatif qui a donné naissance à des jardins communautaires et une nouvelle place de jeux. En 2017, 15 places de stationnement visiteur en surface ont été déplacées dans le parking souterrain et remplacées, de manière participative, par un parc naturel. Depuis, la végétalisation du site a continué, avec la désimperméabilisation de nouvelles surfaces plus ou moins grandes. Ces mesures ont un effet régulateur sur le climat et améliorent la qualité de séjour, ce qui est important, car Leutschenbach est ce que l'on appelle un «îlot de chaleur» urbain.

Illustration 12.2: Densité urbaine sur le site d'Hunziker; cette ruelle débouche sur une place à côté de la Haus E et sa façade végétalisée. (Source: Ursula Meisser)



Illustration 12.3: La place centrale d'Hunziker offre un espace pour les petits et les grands rassemblements. Les rez-de-chaussée sont animés grâce à des utilisations commerciales et communautaires. (Source: Ursula Meisser)

De l'objectif 2000 watts au zéro net

Les habitants allaient bénéficier des conditions idéales pour atteindre les objectifs de la Société à 2000 watts, le site ayant été planifié selon ses principes. Par ailleurs, les différents bâtiments atteignent le standard Minergie-P-Eco. Le site d'Hunziker se situe nettement en dessous des valeurs cibles du label «Site 2000 watts» en matière de consommation d'énergie primaire et d'émissions de CO₂, notamment grâce aux très bonnes valeurs obtenues dans les domaines de l'exploitation et de la mobilité. Lors de la recertification du Site 2000 watts en exploitation, 91 % des exigences du catalogue de critères étaient remplies.

Le site utilise la chaleur des rejets thermiques du centre de calcul municipal voisin et les pics de charge sont couverts par le chauffage à distance de l'UIOM de Hagenholz. Un seul des bâti-

ments (Haus M) dispose d'un système de production de chaleur séparé, doté d'une pompe à chaleur et d'une installation solaire thermique, d'une part car la puissance de chauffage du réseau de chaleur du site est limitée, mais aussi en raison d'un projet de comparaison de bâtiments dotés de différents systèmes de production de chaleur.

Pendant trois ans, un projet de recherche et de suivi a étudié différents aspects relatifs aux besoins en énergie et à leur optimisation, dont la régulation du chauffage et les effets des différents systèmes de ventilation sur l'efficacité énergétique, la qualité de l'air et le confort. Le rapport final, publié en 2018, tire comme conclusion que le site d'Hunziker a permis de développer de nouvelles connaissances professionnelles et techniques et que la coopérative se trouve sur la voie de la Société à 2000 watts. Son objectif est désormais

d'accélérer son évolution vers le zéro net (téléchargement du rapport: https://bit.ly/maw_la).

Priorité à la mobilité douce

Le quartier est conçu pour que la circulation y soit réduite, priorité étant donnée à la mobilité douce. Seules les personnes ayant impérativement besoin d'une voiture personnelle pour des raisons de santé ou professionnelles peuvent louer une place de stationnement. Tous les autres habitants s'engagent par écrit à renoncer à une voiture privée. Des places de stationnement pour les commerçants et des parkings visiteurs sont mis à disposition. Il y a également des offres de car-sharing et une station de mobilité avec des vélos de location, des vélos électriques et des remorques à vélo. Des arrêts de transports publics se trouvent à proximité.

Une cohabitation positive

Comme il est d'usage dans le secteur des logements d'utilité publique, l'occupation minimale des logements fait l'objet de prescriptions. Avec tout juste 33,5 m², la surface habitable par personne sur le site est nettement inférieure à la moyenne cantonale, qui est de 45 m². Les chambres disponibles à la location renforcent la flexibilité.

Lors de l'attribution des logements, la coopérative veille à la mixité des habitants. Le plus difficile est de prendre en compte tous les groupes d'âge, car au début, peu de personnes âgées étaient intéressées par un logement. Mais avec le développement des environs, cela commence à changer lentement.

Pour «mehr als Wohnen», la participation est un moyen important pour promouvoir la communauté et favoriser l'identification avec le lieu d'habitation. Avec succès: une vie de quartier animée s'est rapidement développée sur le site d'Hunziker. Des rencontres et des fêtes sont régulièrement organisées et une soixantaine de groupes de quartier se sont formés autour d'intérêts divers.

12.2 Suurstoffi, Rotkreuz – rentabilité et durabilité

Paul Knüsel

Le site «Suurstoffi»? Un quartier sans circulation situé dans la commune rurale de Rotkreuz, dans lequel environ 1500 personnes (des familles, des couples, des personnes seules) vivent presque aussi densément que dans une ville. Chaque jour ouvrable, des milliers d'autres personnes y font la navette depuis les agglomérations de Zoug, de Lucerne et de Zurich pour se rendre sur leur lieu de travail ou d'études. La majorité d'entre eux utilisent les transports publics: le site est juste à côté de la gare et du centre de la commune en forte croissance qui borde du lac de Zoug.

«Suurstoffi» est la propriété de Zug Estates, une société immobilière de la région cotée en bourse, qui a investi près d'un milliard de francs dans ce site de dix hectares depuis 2010. Huit des neuf terrains à bâtir ont été développés et sont occupés. La dernière étape prévoit la construction de deux bâtiments commerciaux, dont la réalisation dépendra de la vitesse à laquelle des locataires seront trouvés.

Un plan d'aménagement soumis à des exigences strictes

«Suurstoffi» était autrefois une usine de la société «Sauerstoff- & Wasserstoff-Werk Luzern AG». Les halles en bois et en briques, qui avaient été édifiées il y a près d'un siècle, ne sont plus utilisées pour l'industrie depuis long-

temps et servent depuis peu à des fins communautaires. Elles représentent l'histoire du site et l'accès nord-ouest de ce nouveau quartier dense, dont la construction et l'exploitation sont réalisées en veillant à préserver au maximum les ressources.

Certes, des terrains cultivables ont aussi été perdus, mais la commune voulait utiliser ces terrains non construits pour le développement vers l'intérieur grâce à une bonne desserte par les TP. Les autorités ont toutefois fixé quelques conditions dans le plan d'aménagement:

- un taux d'occupation des sols élevé,
- une construction écologique,
- un approvisionnement énergétique sans CO₂,
- un concept de mobilité respectueux de l'environnement
- beaucoup de verdure dans les espaces extérieurs.

Une architecture hétérogène pour faire barrage au bruit

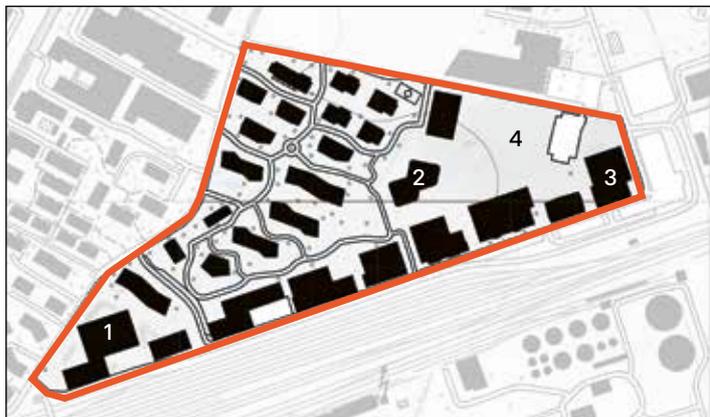
Le propriétaire a organisé plusieurs procédures de sélection pour la réalisation: le célèbre bureau d'architectes bâlois Diener & Diener a conçu l'étude urbanistique globale sous forme de matrice pour les différentes zones de construction. Ces matrices ont ensuite été confiées à dix autres bureaux d'architectes, toujours dans le cadre d'une procédure d'adjudication ouverte. Le concept paysager général, axé sur un centre vert, est le résultat du travail du tout aussi connu bureau Vogt Landschaftsarchitektur, de Zurich.

Le couloir ferroviaire est désormais bordé par des immeubles qui s'élèvent jusqu'à 60 mètres de haut et des complexes commerciaux imposants. Ils forment une silhouette architecturale hétérogène et une barrière sonore pour le quartier mixte situé derrière, composé de zones d'habitation et de travail aérées et d'un campus de haute école compact.

L'offre de logements est constituée d'appartements locatifs destinés à des

Illustration 12.4: Plan d'ensemble du site de Suurstoffi.
(Source: Zug Estates)

- 1 Tour en bois; site de la Haute école de Lucerne
- 2 Tour d'habitation aux façades végétalisées
- 3 Première tour en bois
- 4 Dernier terrain à construire





familles ou à des personnes âgées, d'appartements en propriété par étage et de studios à prix avantageux pour les étudiants. La plupart des rez-de-chaussée sont utilisés à des fins artisanales ou commerciales et les espaces intermédiaires sont presque tous accessibles et végétalisés. Comme l'a confirmé une analyse ultérieure de l'exploitation selon La voie SIA vers l'efficacité énergétique, les nouveaux bâtiments (plus de deux douzaines) ont une efficacité énergétique supérieure à la moyenne. Il est toutefois important de noter qu'il a été délibérément décidé de renoncer à des labels de bâtiments externes lors de la programmation de la construction du site. Une certification selon le standard DGNB Stadtquartiere est quand même prévue avant la réalisation de la dernière étape des travaux.

Plusieurs grands immeubles innovants

Le site se distingue non seulement par sa diversité architecturale, mais aussi par des techniques de construction innovantes: le propriétaire a notamment organisé deux concours d'architecture très remarquables, l'un pour la première tour en bois, l'autre pour le plus haut bâtiment mixte en bois de Suisse (à ce jour). Ce dernier, haut de 15 étages, est loué par la Haute école de Lucerne qui utilise donc aussi son site de Rotkreuz comme objet de recherche. Le département d'architecture a ainsi étudié la manière dont l'utilisation de matériaux de construction d'origine végétale réduit l'empreinte climatique des bâtiments. Le bilan de cette étude a montré qu'une construction mixte en bois produit environ 10 à 15 % de gaz à effet de serre en moins qu'une construction en béton de même dimension.

Illustration 12.5: Vue Nord du site de Suurstoffi. En arrière-plan, partiellement cachée, la gare de Rotkreuz. (Source: Zug Estates)

Données du site de Suurstoffi	
Type de projet	Réaffectation, nouvelle construction
Réalisation	Depuis 2010, dernier terrain à construire à partir de 2024
Surface du site	105 300 m ²
Nombre de propriétaires fonciers	1 (plus propriétés par étage)
Nombre de bâtiments	28
Surface locative	En surface: 112 471 m ² Souterraine: 3633 m ² Total: 116 104 m ²
Indice d'utilisation	1,7 (zone de construction: 0,8 à 3,4)
SRE	Logements: 56 932 m ² Services/Commerces: 61 238 m ² Campus (formation): 35 332 m ² Total: 153 502 m ²
Habitants/Places d'étude/Actifs	env. 1500/2000/2500 (équivalents plein temps)
Densité	41–120 habitants/ha, 150–300 actifs/ha
Labels et standards	Zero-Zero (interne); DGNB Stadtquartier; Voie SIA vers l'efficacité énergétique (Monitoring); «Nature en zone urbaine» (Fondation Nature & Économie)
Production de chaleur et de froid	Réseau anergie local avec système de stockage géothermique (sondes géothermiques) et utilisation interne des rejets thermiques
Production d'électricité PV	Productible annuel: 1234 MWh (2022); Puissance: 1531 kW _c
Classe de desserte TP	A, B, C
Places de stationnement	1188 dans les parkings souterrains, 478 en surface (dont places de stationnement visiteurs et pour personnes handicapées), env. 1000 places de stationnement pour vélo
Mobilité électrique	1 station de recharge publique, 70 places de stationnement pour véhicules électriques (État en nov. 2023)
Parties prenantes	
Instance responsable du site (propriétaire, exploitation)	Zug Estates AG
Développement	Zug Estates AG
Urbanisme, espaces extérieurs (2008)	Diener & Diener Architekten Basel; Vogt Landschaftsarchitekten Zürich
Architecture zones de construction (2010–2021)	Manetsch Meyer (Lucerne); Büro Konstrukt (Lucerne); BGP & Partner Architekten (Zurich); Burkhard Meyer (Baden); Holzer Kobler Architekturen (Zurich); Müller Sigrüst Architekten (Zurich); Ramser Schmid Architekten (Zurich); Masswerk Architekten (Lucerne); Zanoni Architekten (Zurich); Lussi + Halter Partner (Lucerne)

La tour-jardin, une tour d'habitation de 70 mètres de haut caractérisée par une végétalisation verticale luxuriante, attire l'attention au-delà du site. Les étages d'habitation, végétalisés, attirent les insectes, les papillons et les oiseaux, tout comme le terrain au pied de la tour, avec ses prairies et ses jardinets verdoyants. La Fondation Nature & Économie a récemment décerné le certificat «Nature en zone urbaine» au site de Suurstoffi, en reconnaissance de la biodiversité de qualité désormais bien visible sur place.

Limitation de l'offre de places de stationnement

Les prévisions du trafic ont déclenché une réflexion précoce, en amont de l'élaboration du plan d'aménagement. En s'appuyant sur une étude d'impact sur l'environnement, le propriétaire du site et l'autorité chargée de l'octroi des autorisations ont convenu d'élaborer un concept de mobilité global encourageant les moyens de transport respectueux de l'environnement. Zug Estates a également participé au financement d'une passerelle piétonne reliant la gare au site. Par ailleurs, environ 1000 places de stationnement pour vélos ont été mises à disposition devant les bâtiments et dans le parking souterrain. En contrepartie, l'offre de places de stationnement pour les voitures a été limitée et un système de mutualisation de l'utilisation des places de stationne-

ment, à des horaires différents, a été mis en place entre les locataires résidentiels et commerciaux.

La compétence d'analyse de la Haute école de Lucerne a également été mise à contribution sur la question de la mobilité. Son enquête a confirmé que ce sont surtout des jeunes, mobiles et dotés d'une conscience écologique, qui se sont installés sur le site. Près d'un quart des ménages ne possède pas de voiture. Un projet pilote et de recherche était même sensé augmenter cette proportion, mais l'offre de remplacement proposée, mêlant car-sharing et abonnement de transports publics, n'a rencontré que peu d'écho.

Un réseau anergie sans émissions

Pour permettre un approvisionnement énergétique quasi sans CO₂, Zug Estates a commandé la construction d'un réseau anergie, à une époque où la technique n'avait encore été que peu testée. Le sous-sol est à la fois source et puits de chaleur. Le soleil est utilisé pour la production locale d'électricité. Aujourd'hui, le système fonctionne parfaitement: 400 sondes géothermiques stockent ou prélèvent la chaleur dans le sol selon les besoins. Pour chauffer les bâtiments et produire de l'eau chaude, des pompes à chaleur décentralisées augmentent la température jusqu'au niveau requis. Le mode freecooling, en sens inverse, fonctionne sans elles: la chaleur résiduelle sort des bâtiments

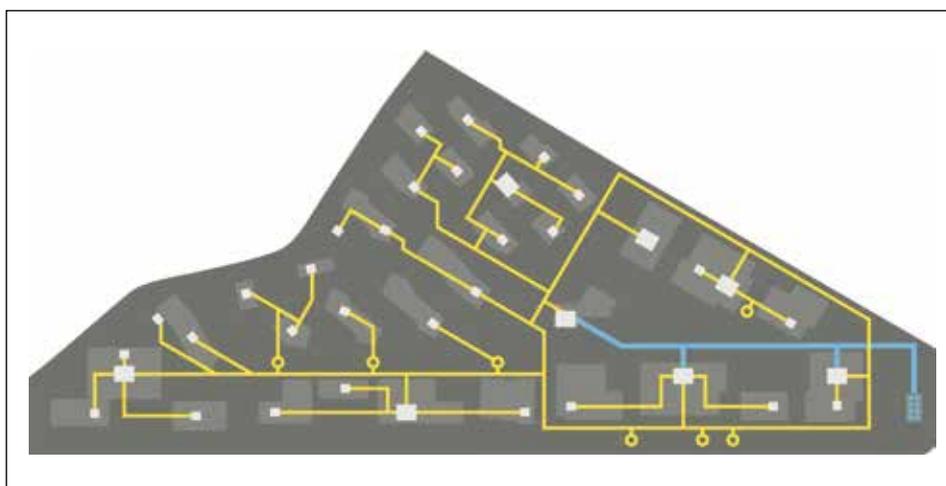


Illustration 12.6: Le réseau anergie du site de Suurstoffi; lignes jaunes: réseau de distribution de la chaleur, cercles jaunes: champs de sonde géothermiques, ligne bleue: réseau de distribution du froid avec aérorefroidisseurs (à droite) (Source: Zug Estates)

d'habitation, commerciaux et scolaires refroidis via les sondes géothermiques et contribue à régénérer thermiquement le sous-sol.

Par précaution, des installations d'énergie solaire thermique ont été mises en place pour injecter, si nécessaire, de la chaleur de l'extérieur dans le champ de sondes géothermiques. Jusqu'à présent, cela n'a guère été nécessaire: d'après un monitoring énergétique interne, le prélèvement de chaleur en hiver est toujours compensé par un stockage équivalent en été.

Le soleil est également exploité sur place pour produire de l'énergie électrique. Des modules photovoltaïques sont installés sur la toiture de 24 des 26 nouveaux bâtiments et sur la façade de l'un d'eux. Le productible couvre un huitième des besoins annuels totaux. Les ménages, les entreprises et la Haute école de Lucerne se procurent le gros du reste auprès du réseau public, sous forme d'électricité verte.

Un succès démontré

La chaleur et l'électricité issues de sources renouvelables permettent d'exploiter le site pratiquement sans émettre de CO₂. Le dernier rapport de durabilité de Zug Estates chiffre les émissions spécifiques de gaz à effet de serre à moins de 0,5 kg d'équivalent CO₂ par m² de surface de référence énergétique et par an. À titre de comparaison, le benchmark dans le secteur immobilier pour les émissions des scopes 1 et 2 (voir chapitre 2.3, Attention aux limites du système!) est environ 20 fois plus élevé.

En comparaison transversale, l'empreinte physique du nouveau quartier est également très faible. Les indices d'utilisation, compris entre 0,8 et 3,4 pour les différentes zones de construction, donnent une consommation moyenne de surface de 40 m² par habitant, tant en unités d'habitation qu'en postes de travail. En comparaison, la direction des travaux publics du canton de Zoug indique une surface moyenne

par habitant de plus de 90 m² pour l'ensemble de l'agglomération.

Le rendement, élément du modèle de durabilité

Avec le développement du site de Rotkreuz, Zug Estates souhaite se positionner en tant qu'investisseur immobilier innovant et durable. Le modèle d'affaires comprend un engagement financier basé sur le cycle de vie des biens immobiliers, du développement à l'exploitation en passant par la réalisation. Le début est prometteur: grâce aux différents cycles d'utilisation, l'équilibre du mix de logements, de bureaux, de commerces et de formation semble robuste. Récemment, le taux de vacance était de 2,7 %, ce qui est nettement inférieur à la moyenne du secteur.

Pour minimiser dès le départ le risque économique, Zug Estates a divisé le site en deux parties (Est et Ouest) et a morcelé la phase de construction. L'avantage de ces zones de construction est qu'elles permettent de réagir rapidement aux tendances du marché immobilier, mais aussi en s'appuyant sur l'expérience des étapes précédentes. Elles permettent également de répondre aux souhaits des habitants, qui ont désormais aussi leur mot à dire à Suurstoffi. Ainsi, dans la mesure du possible, les stationnements pour vélos sont de plus en plus couverts, les espaces extérieurs sont aménagés de manière à réduire la chaleur et de plus en plus de places de stationnement pour voitures sont équipées de stations de recharge électrique.

12.3 Le Campus de l'Université de Lausanne, où les moutons paissent

Le campus de l'Université de Lausanne (UNIL), situé à Dorigny, fait incontestablement partie des plus beaux sites universitaires de Suisse. Niché au cœur d'un parc de 90 hectares de prairies, d'arbres fruitiers, de champs et de forêts, le campus s'étend jusqu'au lac Léman et offre un accès direct à une plage de sable. Les bâtiments de l'université sont répartis en quatre groupes dispersés sur le site et reliés par des chemins idylliques. Il n'est pas rare de voir des moutons paître devant les amphithéâtres.

Mais l'UNIL ne se distingue pas seulement par son emplacement et ses vastes espaces verts: dans le rapport d'évaluation de la «Durabilité dans les hautes écoles suisses» du WWF Suisse, elle s'est hissée à la 1^{ère} place en 2019 et à la seconde place en 2021, juste derrière l'EPFZ. Quatre domaines ont été évalués: l'ancrage de la durabilité dans la direction de la haute école, les objectifs stratégiques et opérationnels de durabilité, les mesures mises en place et l'engagement des étudiants et dans la société.

Le «modèle du donut»

L'UNIL a créé un poste de membre du Rectorat chargé de la durabilité dès 2011, ce qui était une première dans le paysage universitaire suisse. L'institution en a été marquée à long terme, car tous les recteurs qui se sont succédé depuis ont placé la durabilité en tête de leurs priorités. Dans sa stratégie de durabilité, l'UNIL s'inspire du «modèle du donut» de l'économiste britannique Kate Raworth. Le modèle représente sous la forme d'un donut les limites sociales (côté intérieur) et les limites écologiques planétaires (côté extérieur). Entre ces limites se trouve la «zone de manœuvre» d'une société durable. Le Rectorat est soutenu par différents groupes de travail composés d'étu-

dants, de chercheurs et d'enseignants qui proposent des idées. Ils ont par exemple élaboré un règlement de l'offre alimentaire sur le campus qui prévoit une part importante de produits régionaux et de menus végétariens.

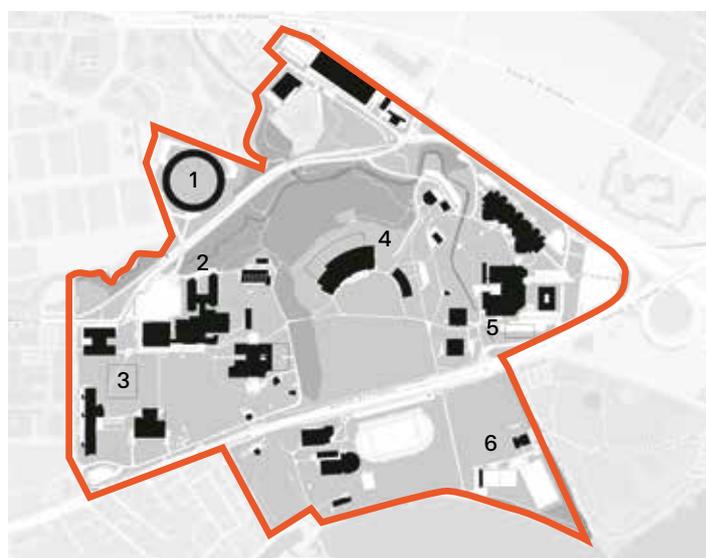
Le monitoring de la biodiversité est également le fruit d'une initiative des étudiants: il doit montrer comment les espèces animales et végétales présentes sur le site se portent et comment elles peuvent être favorisées. En 2019, l'UNIL a créé le Centre de compétences en durabilité pour ancrer davantage la question de la durabilité dans la recherche et l'enseignement et développer des «projets novateurs» avec des partenaires (autorités communales, associations, ONG, etc.).

Sur la voie du Site 2000 watts

Le projet le plus ambitieux de l'UNIL est la transformation du campus en «Site 2000 watts». Cette initiative a été encouragée par la loi cantonale sur l'énergie, qui oblige les grands consommateurs d'énergie du canton à évaluer régulièrement leurs besoins énergétiques et à fixer des objectifs de réduction. Une analyse réalisée en 2015 avait indiqué que l'UNIL consommait chaque année plus de 20 GWh de chaleur et 25 GWh d'électricité. En 2019, une convention d'objectifs stipulant que la consommation d'énergie devait être ré-

Illustration 12.7: Plan d'ensemble du campus de l'UNIL (Source: UNIL)

- 1 Le Vortex
- 2 Amphipôle (premier bâtiment de l'UNIL, construit en 1970)
- 3 Extension «Sciences de la vie»
- 4 Unithèque (Rénovation et extension de la bibliothèque et son restaurant)
- 5 Internef (Rénovation et extension)
- 6 Centre Sportif



duite de 31 % d'ici 2028 a été signée avec le canton de Vaud, propriétaire du campus. Avec cet objectif ambitieux, l'UNIL veut se montrer à la hauteur de son rôle d'exemplarité.

Mais le Rectorat avait encore d'autres grands projets et notamment développé des idées pour une mobilité durable, pour passer aux énergies renouvelables ou pour utiliser les ressources naturelles de manière plus responsable. Il manquait toutefois une stratégie claire. C'est dans ce contexte qu'il a rejoint le projet pilote «Site 2000 watts en transformation» de l'Office fédéral de l'énergie en 2016. «Cette procédure a aidé l'UNIL à lier les différentes mesures à ses objectifs à long terme», explique Francine Wegmüller, experte en quartiers durables et conseillère externe de l'UNIL. En 2019, le campus fut l'un des premiers sites de Suisse à obtenir le tout nouveau certificat, en se basant sur les valeurs cibles de La voie SIA vers l'efficacité

Solutions de remplacement pour les Sites 2000 watts

En mars 2023, l'Office fédéral de l'énergie annonçait que le label Site 2000 watts serait remplacé par deux nouveaux labels de sites: Minergie-Quartier et SNBS-Quartier. Les sites 2000 watts déjà certifiés (en exploitation/transformation) pourront obtenir l'un des deux nouveaux certificats en optant pour une solution de remplacement avec une procédure simplifiée. L'Université de Lausanne a fait réaliser une étude de faisabilité pour vérifier la pertinence d'une certification SNBS-Quartier pour le campus et si le rapport coûts/bénéfices de son éventuelle mise en œuvre est raisonnable. Le label Minergie-Quartier n'est pas envisageable pour l'UNIL qui désire une prise en compte complète des aspects Société, Économie et Environnement. Suite à l'étude de faisabilité, l'UNIL s'est engagée dans le processus de certification et a obtenu le certificat (provisoire) SNBS-Quartier en octobre 2024.

énergétique (édition 2017). L'objectif, d'ici 2039, est de diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre sur le campus dans tous les domaines, soit la construction, l'exploitation et la mobilité.

Rénover plutôt que remplacer

Le site de Dorigny compte plus de 33 bâtiments, parfois vétustes. Certains d'entre eux ont été édifiés il y a plus de 50 ans et sont extrêmement énergivores. Comme une nouvelle construction de remplacement nécessite en moyenne 40% d'énergie grise de plus qu'une rénovation selon le standard Minergie, il a été décidé de conserver et de rénover les bâtiments existants (voir brochure «L'énergie grise dans les transformations de bâtiments, Suisse-Energie: <https://bit.ly/4ee5BMi>). La rénovation se fera en plusieurs étapes: six grands bâtiments construits entre 1970 et 1990 seront entièrement rénovés selon le standard Minergie ou équivalent d'ici 2033. Le potentiel d'économie d'énergie est énorme: «Ces bâtiments représentent ensemble près de la moitié de la surface de référence énergétique existante», explique Charles-Albert Rey, Chef de domaine «Énergie et infrastructures» à l'UNIL. En parallèle de ces grands projets, de petites rénovations (protection incendie, fenêtres, toitures, etc.) sont réalisées dans différents bâtiments. Ces dernières années, dans le cadre de ces travaux, un total de 9500 m² de panneaux photovoltaïques, fournissant 1700 MWh d'électricité par an, ont été installés sur treize bâtiments. L'UNIL consomme directement 90 % de l'électricité qu'elle produit et couvre ainsi 6 % de ses besoins. Depuis 2010, elle couvre le reste de ses besoins avec de l'électricité issue de sources renouvelables et économise ainsi quelque 78 tonnes de CO₂ par an par rapport à son mix électrique précédent.



Hausse de l'efficacité énergétique

L'UNIL fait aussi de grands investissements dans les installations techniques. Dans la convention d'objectifs qu'elle a signée avec le canton, des plans d'action visant à améliorer l'efficacité énergétique d'une grande partie des bâtiments de l'université ont été définis. Ces plans prévoient non seulement l'optimisation de l'exploitation des installations techniques existantes, mais aussi l'utilisation d'appareils plus efficaces, entraînant par exemple le remplacement des luminaires et des installations de ventilation.

L'UNIL désire également se convertir entièrement aux énergies renouvelables. Actuellement, 90 % des besoins en chaleur sont couverts à l'aide de deux centrales de chauffe fonctionnant au gaz et au mazout; certains bâtiments sont équipés de leur propre chaudière à gaz et de pompes à chaleur. À partir de

2026, toute la chaleur sera produite par une nouvelle centrale de chauffe dotée de trois pompes à chaleur eau-eau (5 MW chacune) alimentées par l'eau du lac. Depuis la création de l'UNIL au début des années 1970, l'eau du lac est utilisée pour refroidir les bâtiments via un vaste réseau de conduites. «Le nouveau concept de production de chaleur fait écho à cette idée visionnaire des fondateurs», explique Charles-Albert Rey.

Un campus qui s'étend

Avec les pompes à chaleur prévues, les besoins en électricité de l'UNIL vont augmenter, d'autant plus que la surface utile va considérablement s'accroître dans les années à venir. Atteignant ses limites avec près de 17 000 étudiants et 3 700 employés, l'université a entamé l'agrandissement du campus. Trois extensions de bâtiments et deux nouvelles constructions, toutes conformes

Illustration 12.8: Site de l'UNIL. Depuis 2020, l'imposant Vortex abrite des logements pour 1 200 étudiants et employés de l'UNIL. (Source: UNIL)



Illustration 12.9: Les icônes de l'université: depuis plusieurs décennies, des moutons paissent dans les prairies du campus. (Source: UNIL)

au standard Minergie-P, sont actuellement en cours de réalisation ou de planification. La surface brute de plancher chauffée augmentera ainsi de 20 %, soit 53 000 m².

Les déplacements pendulaires devraient également continuer d'augmenter. Le campus est une petite ville regroupant des administrations, des bâtiments d'enseignement et de recherche, des installations sportives et des restaurants qui se remplit et se vide chaque jour. Dès 2005, l'UNIL a lancé une stratégie de mobilité pour réduire la consommation d'énergie liée à cette dernière. Elle prévoit entre autres de plafonner le nombre de places de parking à son niveau actuel (1632), de les déplacer en périphérie et de développer les stations de vélos et les pistes cyclables. Au cours des 15 dernières années, elle est parvenue à faire baisser la part de déplacements pendulaires effectués en voiture de 21 à 12 % et à dou-

bler la part de ceux effectués à vélo, celle-ci étant désormais de 9 %. L'utilisation des TP est restée constante, à un niveau élevé. Le site est desservi par une ligne de métro et trois lignes de bus.

La ville s'approche

Autrefois posé comme une «île» au milieu des champs, le campus de l'UNIL se fond aujourd'hui de plus en plus dans la ville qui, quant à elle, avance. Au nord-est, un nouvel éco-quartier («Horizon Dorigny») destiné à accueillir 3000 habitants et un nouveau «campus santé» avec 500 logements sont en cours de construction. Une passerelle autoroutière reliera ces quartiers à l'UNIL et à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) voisine.

Le campus de l'UNIL lui-même se transforme en un quartier où l'on ne fait pas que travailler, mais aussi où l'on vit. Depuis 2020, un immense bâtiment en

forme d'anneau (le «Vortex»), situé en bordure du campus, abrite des logements pour quelque 1200 étudiants et employés. Pour proposer une bonne qualité de vie, des services y sont désormais aussi renforcés. Des petits commerces, des restaurants et des lieux culturels et de rencontre sont ainsi disponibles sur le site. Jusqu'à présent, l'UNIL a réussi à densifier son campus en préservant son caractère de parc. Le défi est grand pour continuer d'y parvenir.

Données du campus de l'UNIL		
Type de projet	Transformation	
Réalisation	1 ^{er} bâtiment en 1970	
Surface du site	900 000 m ² , dont 120 000 m ² de forêt et de vignoble	
Nombre de propriétaires fonciers	1 (canton de Vaud)	
	2023	2033
Nombre de bâtiments	33	35
Surface de plancher	263 000 m ²	290 000 m ²
Indice d'utilisation	0,29	0,32
SRE totale	220 000 m ² (2019)	
Étudiants/Actifs (équivalents plein temps)	16 900/3700 (État en 2022)	
Densité	229 personnes/ha	
Labels et standards	Site 2000 watts en transformation (2019) SNBS-Quartier (provisoire 2024)	
Production de chaleur	2023: Gaz et mazout; à partir de 2026: pompes à chaleur haute température alimentées par l'eau du lac	
Production de froid	Eau du lac	
Production d'électricité	9500 m ² de photovoltaïques (1623 kW _c)	
Classe de desserte TP	A et B	
Places de stationnement	1632	
Mobilité électrique	8 stations de recharge	
Parties prenantes		
Instance responsable du site	Propriétaire foncier: Canton de Vaud Exploitation: Université de Lausanne	
Développement	Canton de Vaud (Investisseur)	

12.4 Site de Tuwag, Wädenswil, bientôt doté de sa propre gare

Remo Bürgi

Voilà plus de 200 ans que la production de drap de laine a commencé sur un terrain situé à Wädenswil, près du lac de Zurich. Peu de temps après sa création en 1900, Tuchfabrik Wädenswil AG parvient à produire 142 000 m d'étoffe par an. Mais l'année 1978 marque un tournant: la fabrication de tissus doit être arrêtée. L'usine textile se réinvente alors. Tuwag Immobilien AG voit le jour et l'entreprise industrielle se transforme en société de services. Aujourd'hui, de nombreux usagers habitent, travaillent et vivent sur le site, qui abrite des start-up, des PME ou encore la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW).

Site certifié

Il y a plus de dix ans, le propriétaire a décidé de développer le périmètre et d'en faire un site durable, au sens de la Société à 2000 watts. Une étude de faisabilité a alors été lancée pour vérifier les pré-requis de certification et identifier les axes d'amélioration de la durabilité. Les résultats étant très prometteurs, le processus a été lancé et le site a obtenu la certification «Site 2000 watts en transformation» en octobre 2021. Les propriétaires ont signé un plan d'action contraignant qui traduit la trajectoire de réduction en mesures concrètes jusqu'en 2036 et continue de servir de fil conducteur. Le label «Site 2000 watts» n'étant pas renouvelé, Tuwag Immobilien AG évalue maintenant la possibilité de passer à l'un des labels suivants: SNBS-Quartier ou Minergie-Quartier.

De la chaleur et du froid renouvelables

L'approvisionnement en chaleur et en froid était l'un des aspects prioritaires de la transformation. Le réseau de chaleur initial atteignait de plus en plus ses limites en termes de performance et les

deux chaudières du système de chauffage au gaz et au mazout existant avaient déjà plus de 30 ans. Avec le fournisseur d'énergie Energie 360°, le propriétaire a donc entamé la rénovation et l'extension du réseau de chaleur ainsi qu'une transition vers une production de chaleur sans énergie fossile. Notamment parce que la durabilité fait partie intégrante de sa stratégie et constitue une priorité dans les programmes d'études de la ZHAW, principale utilisatrice.

Différents systèmes de chauffage ont été examinés, comme la production de chaleur avec l'eau du lac ou des pellets. L'utilisation de l'eau du lac avait été écartée à cause de la difficulté d'obtenir une autorisation et pour des motifs techniques et financiers. En effet, la conduite menant au site aurait dû franchir près de 100 mètres de dénivelé. Le propriétaire a préféré opter pour un chauffage aux copeaux de bois, qui, contrairement aux pellets, peuvent être produits avec du bois régional et sont mieux adaptés à la puissance requise.

Une rénovation ambitieuse

Le nouveau système de production de chaleur à base de bois permet d'économiser jusqu'à 1200 tonnes de CO₂ par an. Comme les copeaux de bois utilisés proviennent exclusivement de forêts de la région, les distances de transport restent courtes, ce qui contribue encore

Illustration 12.10:
Plan d'ensemble du site de Tuwag.
(Source: Tuwag Immobilien AG)

- 1 Nouveau bâtiment de laboratoires «Future of Food»
- 2 Halles avec toits en shed
- 3 Parking
- 4 Terrain à bâtir (Projet 2030–2034)
- 5 Arrêt de bus
- 6 Centrale de chauffe et stockage de copeaux
- 7 Surfaces appartenant à des propriétaires tiers





Illustration 12.11: Le site Tuwag, avec le nouveau bâtiment «Campus Future of Food» devant à droite et le lac de Zurich en arrière-plan. (Source: Tuwag Immobilien AG)

à améliorer le bilan écologique. De plus, le chauffage au bois peut alimenter en énergie thermique la machine de froid à absorption du nouveau bâtiment de laboratoires de la ZHAW.

Le manque de place était l'un des défis de la rénovation. La réserve de copeaux a dû être casée entre deux bâtiments, un ruisseau souterrain et la route cantonale. La nouvelle centrale de chauffe a été installée dans un espace exigu, dans l'ancienne centrale et dans l'ancien local des citernes. Pour toutes ces mesures, les planificateurs ont dû tenir compte du classement aux monuments historiques de certains bâtiments.

Le calendrier de réalisation du nouveau système de production de chaleur était très ambitieux: il restait quatre mois pour installer la réserve de copeaux et cinq mois pour installer la nouvelle centrale de chauffe. Malgré cela, l'installation de chauffage dotée de deux chaudières à bois (900 et 550 kW) a pu être mise en service en 2017, conformément au calendrier. Le réseau de chaleur de proximité, désormais alimenté en émet-

tant peu de CO₂, dessert d'autres bâtiments qui fonctionnaient avec des chauffages autonomes au gaz ou au mazout, ainsi que toutes les nouvelles constructions réalisées dernièrement.

Rénover l'existant

Les nombreux bâtiments anciens du site de Tuwag, dont certains sont classés monuments historiques, doivent progressivement être modernisés sur le plan énergétique. L'enveloppe du plus ancien bâtiment du site, construit en 1822 pour la production de tissus puis utilisé comme cantine, a été rénovée récemment. Le bâtiment, qui abrite désormais des habitations, a été repeint et a été doté de nouvelles fenêtres.

Durant l'été 2023, un nouveau bâtiment de laboratoires, techniquement complexe, a pu être mis en service. Baptisé «Future of Food», il est loué par le canton de Zurich et utilisé par la ZHAW. Ce bâtiment ultramoderne dispose de trois sous-sols et d'un rez-de-chaussée surélevé qui abrite la zone de livraison et des



Illustration 12.12: Si la ZHAW est sans conteste la plus grande utilisatrice sur le site, d'autres offres de logement, de commerces et de restauration sont également présentes. (Source: Tuwag Immobilien AG)

installations de transformation des aliments. Des mesures visant à améliorer le climat urbain et le climat de séjour ont également été mises en œuvre. Pour poser de nouvelles conduites, il a fallu arracher environ 2000 m² d'asphalte sur un axe central. Profitant de cette occasion, des pavés autobloquants perméables et neutres en CO₂ ont été posés, des arbres ont été plantés et des lieux pour s'asseoir ont été aménagés. Les surfaces s'échaufferont moins et l'eau pourra plus facilement s'infiltrer et s'évaporer sur place. Les espaces verts et l'étang du Reidbach contribuent également au rafraîchissement nocturne du site.

Le photovoltaïque en point de mire

L'autoproduction d'électricité du site de Tuwag a été fortement développée au cours des dernières années. Des modules photovoltaïques ont été installés sur le nouveau bâtiment de laboratoires et sur un bâtiment d'habitation rénové. Des modules solaires ont également été installés sur des bâtiments qui, bien qu'implantés à l'extérieur du site, font partie du périmètre et ont été réunis dans un groupement de consommation propre (RCP). Les modules photovoltaïques installés sur le site de Tuwag affichent une puissance totale de 464 kW_c et fournissent environ 400 000 kWh d'électricité par an, soit environ un tiers des besoins totaux en électricité du site.

La production d'électricité solaire va continuer d'être développée. Une installation, qui pourra également servir de protection solaire, sera construite au dernier étage du parking, lequel, actuellement, n'est pas couvert. Une exploitation agricole appartenant au site sera aussi prochainement équipée d'une installation photovoltaïque. L'objectif à long terme est d'activer toutes les surfaces adaptées sur le plan énergétique.

Sa propre gare prévue

Le site de Tuwag se trouve à environ 20 minutes à pied de la gare, à la périphérie de Wädenswil. Pour s'y rendre et en revenir, de nombreux étudiants utilisent la ligne de bus séparée qui dessert un arrêt sur le site. À long terme, les propriétaires souhaitent encore améliorer la desserte par les TP: le site, situé directement sur la ligne de chemin de fer Wädenswil-Einsiedeln, devrait avoir son propre arrêt Südostbahn (SOB) d'ici une dizaine d'années. Environ 400 places de stationnement sont mises à la disposition des véhicules motorisés, mais dans le futur, le nombre de places en surface devrait baisser. Il n'existe pas encore d'offre de partage à l'échelle du site, mais onze stations de recharge pour véhicules électriques ont été installées dans le

parking et le reste de l'infrastructure a été préparé en conséquence. Les chemins piétonniers qui mènent à l'étang de Reidbach et au campus de la ZHAW Grüental, tout proches, sont très appréciés des usagers.

Les propriétaires tiennent beaucoup à préserver la grande mixité d'affectation du site. Si la ZHAW est sans conteste la plus grande locataire, plusieurs PME, trois entreprises de restauration et une fabrique de bricelets sont également représentées. De nombreuses personnes habitent aussi sur le site de Tuwag. Notamment des professeurs de la ZHAW, qui apprécient d'avoir un trajet court pour aller travailler. L'esprit de cohésion et les échanges entre les différents groupes sont renforcés lors d'apéros ouverts à tous au début de l'année et en été, ainsi que par l'application du site qui permet aux usagers de communiquer entre eux.

De grands projets en perspective

Au cours des dix prochaines années, les responsables du site souhaitent mettre en oeuvre d'autres étapes de développement comme, à partir de 2024, la rénovation des halles industrielles aux toits en shed construites il y a plus de cent ans. Le canton de Zurich s'est déjà engagé comme futur locataire pour les quelque 7000 m² de surface utile. Les surfaces de laboratoire et de bibliothèque prévues seront elles aussi utilisées par la ZHAW. L'isolation de l'enveloppe du bâtiment sera refaite et les surfaces vitrées des toits en shed, datant d'une trentaine d'années, seront remplacées par des bandes de fenêtres modernes avec protection solaire intégrée. L'ensemble du bâtiment répondra ainsi aux exigences énergétiques de Minergie et ne nécessitera que peu de climatisation. Le coût total du projet s'élève à près de 45 millions de francs. Autre projet envisagé: l'aménagement du plus grand terrain à bâtir du site, avec plus de 10 000 m² de surface utile. Des études préliminaires sont en cours pour déterminer quels volumes pour-

raient y être réalisés afin d'optimiser l'utilisation. La réalisation est prévue entre 2030 et 2034 et des négociations sont déjà engagées avec des utilisateurs potentiels. Le futur arrêt SOB doit également être intégré dans ce nouveau bâtiment.

Données du site de Tuwag	
Type de projet	Transformation
Réalisation	Début de la transformation: 2017 Fin prévisionnelle: 2036 Nouvelle certification SNBS-Quartier ou Minergie-Quartier en cours d'examen
Surface du site	env. 51 000 m ²
Nombre de propriétaires fonciers	Propriétaire principal de l'ensemble du site: Tuwag Immobilien AG; 5 autres propriétaires se partagent une petite parcelle en propriété par étage
Nombre de bâtiments	18
Surface de plancher	36 466 m ²
Indice d'utilisation	0,57
SRE	Logements: 3734 m ² Administration: 3510 m ² Haute école: 16 358 m ² Restaurant: 622 m ² Autre: 4933 m ² Total: 29 157 m
Habitants/Actifs (équivalents plein temps)	80/322 (en 2020)
Densité	5,8 habitants/ha, 12,9 actifs/ha
Labels et standards	Site 2000 watts en transformation
Production de chaleur	Chauffage aux copeaux de bois
Production de froid	Machine de froid à absorption
Production d'électricité	Installation photovoltaïque, 464 kW _c
Classe de desserte TP	D
Places de stationnement	env. 400
Mobilité électrique	11 stations de recharge
Parties prenantes	
Instance responsable du site (propriétaire)	Tuwag Immobilien AG
Approvisionnement énergétique, Contracting	Energie 360°

12.5 Le Lagerplatz de Winterthour, une transformation par étapes

Paul Knüsel Des lieux de camp («Lagerplatz» en allemand), il en existe beaucoup. La Fondation suisse du scoutisme tient un registre de plus de cent sites invitant à camper dans un cadre idyllique, au bord d'un lac ou à l'orée d'un bois. On ne peut pas dire que le Lagerplatz de Winterthour corresponde à cette description. Presque entièrement imperméable, il se dresse en plein cœur de la ville et abritait auparavant des activités industrielles. Pourtant, son nom lui va bien: l'occupation pacifique et l'utilisation intermédiaire spontanée du site ont permis à cette friche du centre-ville de se transformer en un quartier commercial, de formation et créatif autonome et varié. Le contexte de cette appropriation particulière est également inhabituel: l'industrie a quitté le centre-ville, mais son architecture, composée de hangars imposants, de fiers bâtiments en briques et d'ateliers surélevés, est restée en place. Pendant plus d'un siècle, le groupe de construction de machines Sulzer et la Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik SLM ont produit sur un site de plus de 20 hectares situé à quelques minutes à pied de la gare centrale de Winterthour. Lorsque l'industrie lourde a quitté les lieux en 1989, une nouvelle ville a failli voir le jour à proximité du centre-ville. Mais les plans de quartier, déjà esquissés, ont dû être rangés, faute de financement. Au lieu

de cela, des artistes, des artisans et des petits commerçants ont rapidement investi cette friche laissée à l'abandon. L'utilisation intermédiaire a poursuivi son expansion dans le Lagerplatz, qui occupe environ un quart de la surface totale du site Sulzer, adossé au corridor ferroviaire: plus de 100 locataires se sont installés provisoirement dans des complexes de bâtiments et des ateliers et mis en quête d'investisseurs. L'objectif: empêcher les plans de réhabilitation externes, transformer eux-mêmes le site et ancrer juridiquement et de manière contraignante le changement d'affectation.

Reconduction des baux

En 2009, la Fondation Abendrot, une caisse de pension durable de Bâle, a racheté le Lagerplatz au groupe Sulzer, notamment avec l'obligation des autorités d'assainir les sols contaminés et de poursuivre autant que possible les travaux préparatoires existants. Elle a également repris les baux provisoires et les a prolongés de cinq ans. En contrepartie, la fondation a obligé l'association du quartier, en tant que représentante officielle des usagers intermédiaires de l'époque, à élaborer un plan de développement commun pour clarifier les questions d'urbanisme et résoudre les conflits d'intérêts prévisibles. Le rapport entre les conditions de location avantageuses et le besoin croissant de rénovation a par exemple été discutée lors d'une conférence modérée sur l'avenir.



Illustration 12.13:
Plan d'ensemble du
Lagerplatz de Win-
terthour (Source:
Denkstatt Sarl)

- 1 Nouvelle construction
- 2 Ancienne chaudronnerie
- 3 Halle 118
- 4 Halle 181



Le concept d'affectation à long terme a lui aussi été élaboré dans ce format participatif. L'objectif principal était de préserver l'esprit du lieu: les halles, les silos, les entrepôts, les bureaux et les laboratoires emblématiques devaient être rénovés et agrandis de manière à ce que leur caractère industriel reste reconnaissable et à offrir de l'espace pour des utilisations variées et abordables. Un programme de rénovation énergétique a également été convenu avec l'autorité chargée d'octroyer les autorisations. D'autres interventions plus importantes étaient également prévues, comme la surélévation et le changement d'affectation de certains bâtiments, par exemple en logements. Au début, la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) souhaitait construire un nouveau bâtiment dans les lieux.

Interdiction de démolir des halles industrielles

Les participants se sont également mis en quête d'une qualité urbaine plus ouverte dans les espaces extérieurs, cherchant à regrouper dans le temps et dans l'espace le trafic automobile et de desserte. D'autre part, il fallait créer des passages et des places à caractère public pour mieux relier le site aux quartiers voisins. Le programme de développement a finalement abouti à un plan d'aménagement contraignant allant même jusqu'à exclure la démolition de halles industrielles comme moyen de développement. Plus tard, les locataires et le propriétaire ont signé une «convention de durabilité» réglant l'utilisation respectueuse des ressources du bâti existant.

La caisse de pension a investi près de 100 millions de francs au cours des 14 dernières années et prévoit d'ajouter

Illustration 12.14: Le Lagerplatz n'est pas seulement le nom du site industriel qui a été transformé, mais aussi un espace extérieur urbain polyvalent. (Source: Vanessa Püntener)

40 millions de francs pour financer les besoins de développement et de rénovation à moyen terme. Tout ce qui a été progressivement réalisé autour du Lagerplatz est, à bien des égards, fidèle aux idées initiales. Le site industriel, autrefois hermétiquement fermé, est désormais un lieu perméable, avec des niches pour les petits commerces, les loisirs, l'art et la culture. Et bien que la

Haute école spécialisée loue de très nombreuses surfaces, en aucun cas elle ne domine les autres affectations.

En revanche, le silo central pour les voitures n'a pas été réalisé; la halle qui était réservée à cet effet abrite désormais des terrains de sport couverts et une école de cirque. L'affectation logements a quant à elle été déplacée du centre vers un nouveau bâtiment situé à la périphérie du site. Une coopérative d'habitation adaptée aux personnes âgées et communautaire s'y est installée et reloue quelques locaux à de petites entreprises et à une haute école spécialisée, conformément à l'idée d'utilisation générale du site.

Un emblème pour les interventions architecturales

Une autre caractéristique typique de cette transformation est le traitement soigneux dont le bâti industriel a fait l'objet. La «chaudronnerie», une halle de 120 m de long et près de 20 m de haut construite en 1924, est devenue une école d'architecture.

Lorsqu'il a découvert la friche Sulzer il y a plus de 30 ans, le département d'architecture de la ZHAW y voyait déjà un lieu qu'il pourrait adapter pour répondre à ses propres besoins en espace. Dans son enveloppe restée intacte, la Halle 180 abrite aujourd'hui de nombreux modules de toutes tailles, tous bien isolés. On y trouve des ateliers et des salles de séminaire, une bibliothèque, la cafétéria et les bureaux individuels de la direction et de l'administration. La mise en œuvre participative s'est également déroulée de manière particulière: Stephan Mäder, alors directeur de l'école d'architecture, a orchestré la planification et la réalisation de la densification intérieure en collaboration avec d'autres enseignants. La transformation de la Halle 181 a constitué une nouvelle étape de la transformation architecturale. Également conçu par un bureau d'architectes basé sur le Lagerplatz, KilgaPopp Architekten, le projet a exploité la possibi-

Données du Lagerplatz	
Type de projet	Conversion, rénovation, extension
Réalisation	1990–2009 Utilisation intermédiaire, puis rachat par la fondation Abendrot
Surface du site	50 000 m ²
Nombre de propriétaires fonciers	1
Nombre de bâtiments	21
Surface par affectation	Logements: 6100 m ² Services, commerces, culture, restauration: 38 130 m ² Formation: 13 470 m ² Total: 57 700 m ²
Habitants/Actifs/Places d'études	env. 100/na/600
Labels et standards	Aucun
Production de chaleur	Réseau de chaleur de quartier (UIOM, biomasse), gaz naturel
Production d'électricité PV	env. 900 kW _c de puissance
Classe de desserte TP	A
Places de stationnement	117 places de stationnement en parking souterrain (nouvelle construction), environ 70 places en surface pour les entreprises, les visiteurs et les livraisons
Mobilité électrique	1 station de recharge publique
Parties prenantes	
Instance responsable du site (propriétaire, exploitation)	Fondation Abendrot
Développement	Denkstatt, Bâle
Rénovation/Nouvelle construction	Entre autres KilgaPopp Architekten (Winterthour), baubüro in situ (Bâle), Architekturbüro Hannes Moos (Winterthour), Architekturbüro Gadola Ringli (Zurich), Beat Rothen Architektur (Winterthour), Valérie Waibel (Winterthour), Architekten-Kollektiv (Winterthour).



lité de réaliser une surélévation. Tous les voyageurs en train peuvent désormais constater l'amélioration énergétique de l'enveloppe du bâtiment existant: la façade, située directement à l'entrée de la gare, fait penser à une serre tandis que le jardin d'hiver situé derrière agit comme un tampon thermique.

Pionnier de la construction circulaire

Le dernier projet de surélévation a eu lieu sur la Halle 118, dont le nouveau bâtiment sommital a été enveloppé de tôle rouge et édifié selon les principes de la construction circulaire. 70 % des éléments de construction nécessaires (dont les poutres en acier, les escaliers, les fenêtres et les façades métalliques) proviennent de stocks de déconstruction soigneusement préparés. Pour la structure, l'enveloppe et l'isolation, seuls des matériaux de construction régénératifs tels que le bois, la paille et

l'argile ont été utilisés. D'après le département d'architecture de la ZHAW, qui utilise lui-même et étudie scientifiquement le projet de réemploi, l'empreinte carbone est 40 % inférieure à celle de nouvelles constructions conventionnelles comparables (voir chapitre 7, Plus longtemps! Continuer d'utiliser et réemployer).

La conception, la mise en œuvre et le suivi de ce projet pilote et de démonstration qui a soulevé un intérêt international ont été gérés par un consortium auquel ont participé des spécialistes et des institutions externes qui connaissent parfaitement les conditions locales. La direction était assurée par la société Denkstatt, responsable du pilotage du projet sur le Lagerplatz dès le début. Le projet en lui-même a été conçu et mis en œuvre par Baubüro in situ, établi à Bâle.

Illustration 12.15: Une lanterne pour la construction circulaire: les façades et la structure porteuse du bâtiment sommital sont majoritairement constituées d'éléments de construction de réemploi. (Source: Baubüro in situ/ Martin Zeller)

Toitures solaires et rejets thermiques

Le concept énergétique local a également été défini dans la «Convention de durabilité» signée par le propriétaire et les locataires. Depuis 14 ans, sa mise en œuvre est alignée sur le développement continu du site. Lorsque les toits sont suffisamment robustes, la rénovation des halles industrielles est combinée à l'installation de panneaux photovoltaïques. La Halle 118 a été équipée de modules solaires de plus de 20 ans fonctionnant parfaitement. Six autres corps de bâtiment sont désormais utilisés pour produire de l'électricité. La production totale couvre environ un cinquième des besoins du site et est distribuée en interne via un regroupement de consommation propre.

Le Lagerplatz fait partie de la zone d'approvisionnement communale baptisée «Quartierwärmeverbund Sulzer Stadtmitte». Les différents immeubles y ont été raccordés après leur rénovation et sont depuis presque entièrement alimentés avec une chaleur respectueuse du climat provenant de l'usine d'incinération d'ordures ménagères et d'une centrale biomasse. La prochaine tâche consistera à rénover les bâtiments encore alimentés par le réseau de gaz et à remplacer cette source d'énergie. D'ici fin 2024, l'association de quartier souhaite aussi réviser le concept de mobilité autour du Lagerplatz.

Juste à côté, les 150 000 m² restants de l'ancien site de Sulzer ont d'ailleurs également continué à se développer (quartier Lokstadt). Des bâtiments de grande et très grande taille destinés à l'habitat, au travail et aux études se dressent désormais là où, autrefois, l'on construisait des machines, des bateaux et des locomotives. Une tour en bois, la plus haute de Suisse, est également réalisée au milieu de ces bâtiments. Le Lagerplatz, haut en couleur, sera d'autant plus précieux qu'il est le garant d'un quartier diversifié et vivant.

12.6 Le Cloalet à Épalinges – un lieu de vie convivial

**Stéphanie
Sonnette**

À Épalinges, sur les hauts de l'agglomération lausannoise, un nouveau quartier durable sortira bientôt de terre. Dès l'origine, le maître de l'ouvrage a souhaité y développer un espace de vie convivial, sans voiture, proche de la nature et relié aux réseaux de mobilité douce et de transports publics de la commune. Cette volonté, récompensée dans un premier temps par une certification Site 2000 watts, se concrétise aujourd'hui par un label provisoire SNBS-Quartier.

Le nouveau quartier du Cloalet s'inscrit dans la démarche de développement durable portée par la commune d'Épalinges, labélisée Cité de l'Énergie. Avec douze bâtiments et une surface de plancher déterminante de 20 400 m², le projet accueillera à terme 38 appartements en propriété par étage (PPE) et 155 logements locatifs dont 35 pour les seniors (18 logements d'utilité publique, LLA et 17 loyers libres). Le secteur Hameau fait la transition avec la zone villas adjacente; il comprend les logements destinés aux séniors, des logements locatifs, des espaces d'activités et de services ainsi qu'une salle de quartier. Le secteur Parc habité est quant à lui constitué d'un mix de logements locatifs et de PPE.

Le plan de quartier du Cloalet est intégré au Plan d'agglomération Lausanne-Morges (PALM). Un premier plan d'affectation, mis à l'enquête en 2015, avait d'abord été refusé par la population à la suite d'un référendum en 2019. Un nouveau projet a été développé par le propriétaire, le Fonds de prévoyance de CA Indosuez, en y intégrant les souhaits de la population et en consultant les opposants. Ces démarches consultatives, accompagnées activement par la Municipalité, ont permis le développement d'un nouveau projet, et garanti son acceptabilité par le plus grand nombre. Mis à l'enquête au printemps 2021, il n'a pas fait l'objet d'oppositions significatives.

Voitures en sous-sol pour libérer la surface

En termes de mobilité, le projet du Cloalet exclut la circulation de véhicules individuels à moteur sur l'ensemble du site. Les voitures stationneront dans un parking souterrain sur deux niveaux comprenant 160 places – soit 28 % de réduction par rapport au projet initial – accessible uniquement depuis la route de Berne. Afin d'anticiper les futurs besoins liés à la transition vers l'électromobilité, la totalité des places sera pré-équipée pour recevoir une installa-

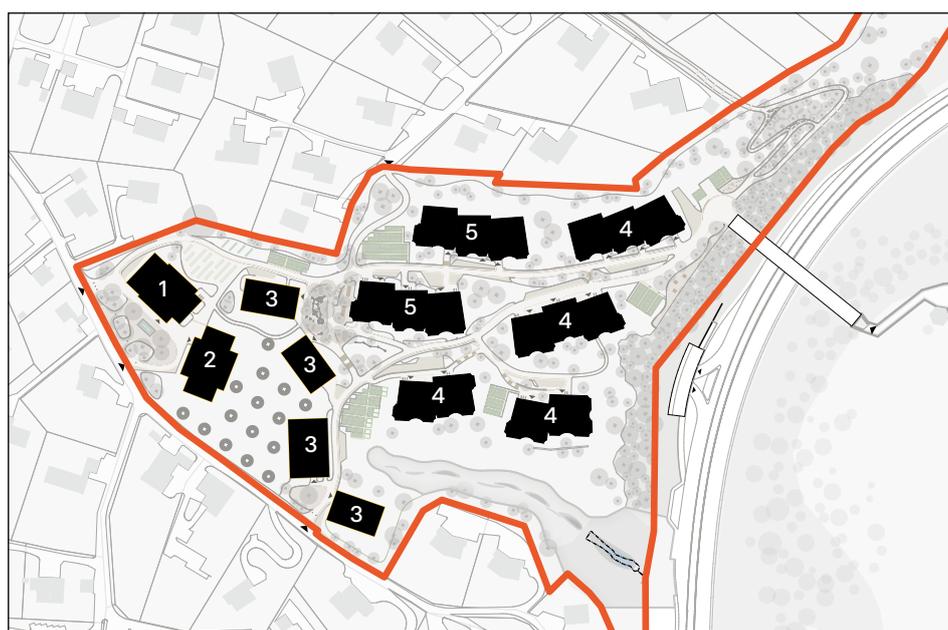


Illustration 12.16:
Plan d'ensemble du
site du Cloalet
(Source: RDR archi-
tectes)

- 1 Hameau: LLA
Seniors
- 2 Hameau: Seniors
- 3 Hameau: Location
- 4 Parc habité:
Location
- 5 Parc habité: PPE



Données du site Le Cloalet	
Type de projet	Construction neuve
Réalisation	Planifiée en 2026
Surface du site	32 670 m ² en zone à bâtir
Nombre de propriétaires fonciers	1
Nombre de bâtiments	12
Surfaces de plancher	20 400 m ² (SPd)
Coefficient d'utilisation du sol	0,625 sur les surfaces en zone à bâtir
Surface de référence énergétique par affectation	Logements: 23 750 m ²
Habitants/Actifs	417/0
Densité	127 habitants/ha
Labels et standards	SNBS-Quartier; Bâtiments: équivalent Minergie-P
Production de chaleur	Pompes à chaleur décentralisées sur sondes géothermiques
Production de froid	Géocooling
Production d'électricité PV	350 kW _c
Classe de desserte TP	C
Places de stationnement	160
Mobilité électrique	Places de parc prééquipées pour recevoir une installation de recharge
Parties prenantes	
Instance responsable du site (propriétaire, exploitation)	Fonds de Prévoyance de CA Indosuez, Lausanne
Développement	Fonds de Prévoyance de CA Indosuez, Lausanne
Architecture	RDR architectes, Lausanne
Urbanisme	GEA Vallotton et Chanard, Lausanne

tion de recharge. Un espace sera également dédié à une offre de car & bike sharing.

Le fait d'enterrer les voitures, plutôt que de les bannir, pourrait passer pour une opération cosmétique. Néanmoins, libérer les terrains de l'emprise automobile et préserver la pleine terre permet non seulement d'améliorer la qualité de vie des habitants mais favorise aussi la création de chemins larges et lisibles réservés aux piétons et aux cyclistes, dont les plus importants font l'objet de servitudes publiques. Les réflexions sur la mobilité douce ont également imposé de revoir l'implantation de certains bâtiments afin de respecter une pente maximale de 6 % pour ces cheminements.

De la pleine terre pour la biodiversité et la qualité de vie

Le Cloalet libéré des voitures offrira à ses habitants et à ceux des quartiers environnants une multitude d'espaces communs qui s'inscriront dans un réseau plus vaste à l'échelle communale: places publiques, belvédère, promenades, sentier botanique, prairies, potagers... Grâce à d'importantes surfaces en pleine terre, plus de 300 arbres nouveaux seront également plantés pour favoriser la biodiversité et lutter contre les îlots de chaleur.

Actuellement enterré et canalisé, un affluent du Vaugueny sera remis à ciel ouvert pour offrir un milieu humide idéal pour les batraciens. Ses fonctions naturelles en seront renforcées, notamment pour ce qui concerne la collecte des eaux pluviales.

Une attention particulière sera également apportée à l'éclairage afin de limiter la pollution lumineuse nocturne. Aménagée avec les terres d'excavation, une butte arborée protégera en outre le Cloalet et les habitations riveraines des nuisances sonores de la route de Berne. En plus de ses qualités anti-bruit, la butte offrira un passage naturel pour la faune entre les massifs forestiers du nord et du sud du quartier.

Illustration 12.17:
Passerelle en bois piétons/cyclistes de 74 m enjambant la route de Berne vers le quartier de la Croix-Blanche. (Source: RDR architectes)



Une nouvelle passerelle, trait d'union entre l'est et l'ouest d'Épalinges

Depuis 1964 et l'exposition nationale, la commune d'Épalinges est coupée en deux par la route de Berne (RC 601). Utilisée quotidiennement par plus de 27 000 véhicules, elle sert au transit des habitants de la Broye et du Jorat pour accéder à l'agglomération lausannoise et à l'autoroute A9, et dessert également certaines zones riveraines, aujourd'hui en fin de développement, dont le Cloalet.

La construction d'une passerelle piétons/cyclistes enjambant la route de Berne sera l'un des atouts majeurs du projet, pas seulement pour le quartier du Cloalet, mais aussi pour l'ensemble de la commune. Cet ouvrage en bois, couvert, d'une longueur de 74 m, reliera le quartier à la Croix-Blanche, l'une des centralités communale. En offrant la possibilité de rejoindre les lignes de bus 45 et 46 des TL, la passerelle renforcera l'accès en transports publics d'un site déjà bien desservi par le métro M2, dont le terminus est distant de 700 m. La

nouvelle ligne de bus 44 qui dessert le quartier est en exploitation depuis le 30 septembre 2024, avec un arrêt à moins de 150 m des logements seniors.

Nouvelles convivialités

Conciergerie de proximité, pressing, petites réparations, service vacances, car-sharing... les habitants du Cloalet bénéficieront d'un ensemble de prestations et services à la personne qui faciliteront leur quotidien. Ils profiteront également de lieux partagés: un espace de coworking, une chambre à louer pour accueillir des invités et 1000 m² de potagers collectifs. Une salle commune jumelée à la salle d'activités seniors, accueillera les activités de quartier et favorisera les rencontres. Enfin, un atelier vélo permettra aux habitants d'entretenir et de faire réparer leurs deux-roues dans un espace dédié en rez-de-chaussée.

Illustration 12.18: Le secteur Hameau fait la transition avec la zone villas adjacente il comprend des logements seniors, des logements locaux, des espaces d'activités et de services ainsi qu'une salle de quartier. (Source: RDR architectes)



Illustration 12.19: Le secteur Parc habité est constitué d'un mix de logements locatifs et de logements en propriété. (Source: RDR architectes)

Concept énergétique zéro carbone

Le concept énergétique développé au Closalet contribuera à réduire l'empreinte carbone sur le long terme grâce à un système de pompes à chaleur (PACs) décentralisées. Un réseau de sondes géothermiques, couplées à des panneaux photovoltaïques, assurera le chauffage, sans aucune émission de CO₂. L'été, le rafraîchissement sera assuré par géocooling. L'approvisionnement en électricité se fera par des panneaux photovoltaïques et de l'électricité verte du réseau. Les bâtiments répondront à des exigences équivalentes au standard énergétique Minergie-P. Ainsi, le quartier du Closalet sera non seulement très performant énergétiquement, mais il offrira surtout à ses habitants un environnement de grande qualité et un cadre de vie facilité grâce aux nombreux services et espaces communs proposés.

Du site 2000 watts au SNBS-Quartier

Le projet a obtenu une certification Site 2000 watts lors de la phase de planification en 2020, renouvelée pendant la phase d'avant-projet en 2022. Depuis 2024, ce label a été remplacé par deux nouvelles certifications: Minergie-Quartier, axée sur la consommation d'énergie ainsi que le confort dans et hors des bâtiments, et SNBS-Quartier, qui évalue la durabilité globale du site sur les plans social, économique et environnemental. En juin 2024, Le Closalet a reçu le certificat provisoire SNBS-Quartier avec la note globale de 5,2 sur 6 (le certificat définitif sera obtenu au terme de la phase de construction). Ce changement de label en cours de développement a généré des affinements de projet. La part du bois dans la construction a été augmentée pour réduire la dépense d'énergie grise: les structures sont mixtes bois-béton. Enfin, le concept du parking souterrain a été revu en profondeur pour réduire la quantité de matière nécessaire à sa réalisation, tout en améliorant sa capacité.

12.7 Églantine, Morges – une démarche participative au cœur du projet

Philippe Morel

Dès sa conception, le quartier Églantine a été pensé pour répondre aux exigences les plus strictes en matière de développement durable. Il a ainsi obtenu les labels Minergie-Eco et Site 2000 watts, qui témoignent de son engagement écologique et énergétique. Ces certifications ne sont pas des fins en soi, mais s'inscrivent dans une vision globale visant à réduire l'empreinte carbone du quartier tout en améliorant la qualité de vie des habitants.

Le projet du quartier Églantine n'aurait pas pu voir le jour sans une étroite collaboration avec les autorités locales, les riverains et les associations de Morges. Cette collaboration a pris la forme d'une démarche participative appelée «Morges Dialogue», initiée par le développeur immobilier et entreprise totale Losinger Marazzi et la Ville de Morges. En collaboration avec l'Institut Transform de la Haute école d'ingénierie et d'architecture (HEIA) de Fribourg, les profils des futurs habitants ont été étudiés pour mieux concevoir le quartier en fonction de leurs usages et besoins spécifiques. Cette approche a permis de créer un quartier qui répond non seulement aux objectifs de développement durable, mais aussi aux attentes des habitants. Mais la démarche participative a également permis d'entendre les souhaits et les craintes de la population, et surtout d'en tenir compte. L'acceptation du quartier par les Morgiens et les Morgiennes démontre la validité de cette approche: le Plan d'affectation des plus de 40 000 m² de surface à bâtir n'a reçu aucune opposition lors de son enquête publique!

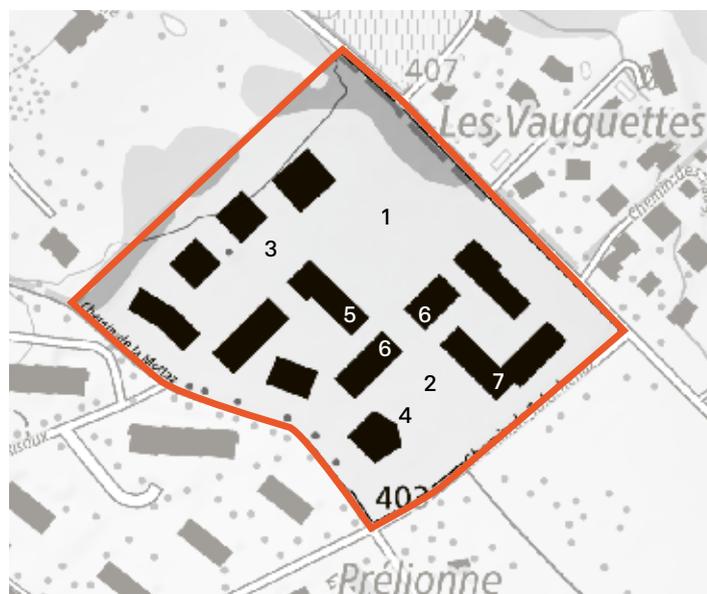
Un mode de vie connecté et solidaire

Le quartier Églantine se distingue par son approche innovante de la vie en communauté. L'un des objectifs clés du projet a été de repenser l'habitat contemporain afin d'offrir une grande

qualité de vie tout en favorisant les interactions entre les résidents. Losinger Marazzi a ainsi mandaté Pro Senectute Vaud pour ses compétences dans le domaine, pour initier une démarche visant à intégrer les habitants et les habitantes, leurs ressources, leurs idées et leurs envies afin de favoriser le vivre ensemble. Parallèlement, une association de quartier a été créée. Elle est chargée d'organiser des animations et de pérenniser les ambitions sociétales et environnementales du quartier. Elle joue un rôle central dans l'intégration des nouveaux habitants et dans la création d'une véritable communauté. En complément, une application mobile a été mise à disposition de tous les locataires et propriétaires. Elle fonctionne comme un véritable réseau social, facilitant l'échange de services, le prêt et la vente de matériel, et permet aux habitants de rester informés des actualités du quartier.

Par l'intermédiaire de l'entreprise Urbagestion, présente sur place dans une loge de conciergerie avec une équipe de quatre personnes, Églantine propose également une gamme de services innovants contribuant eux aussi à améliorer le confort de vie des habitants. Ce sont, par exemple, des boîtes à colis et des buanderies connectées. Un robot porteur de courses en version prototype

Illustration 12.20:
Plan d'ensemble du site de l'Églantine.
1: Parc central
2: Place publique
3: Jardins potagers
4: Restaurant
5: Salle communautaire
6: Petits commerces
7: Crèche



a même été testé sur le quartier, incarnant cette volonté de se positionner à la pointe de la technologie tout en répondant aux besoins pratiques des habitants. Tous ces éléments ont fait que le quartier Églantine a reçu le Prix de l'immobilier romand 2023 dans la catégorie «Nouveaux quartiers».

Données du site Églantine	
Type de projet	Construction neuve
Réalisation	2019–2022
Surface du site	41 786 m ²
Nombre de propriétaires fonciers	10
Nombre de bâtiments	13
Surfaces de plancher	46 672 m ²
Indice d'utilisation	1,12
SRE	45 000 m ²
Habitants/Actifs (équivalents plein temps)	900
Densité	215 habitants/ha
Labels et standards	Site 2000 watts en exploitation; Bâtiments: Minergie-Eco (Minergie-P-Eco pour les bâtiments B09, B10 et B11)
Production de chaleur	PAC sur sondes géothermiques et PAC RCEU
Production de froid	Géocooling par sondes géothermiques
Production d'électricité PV	627 kW _c
Classe de desserte TP	B
Places de stationnement (voiture)	414 (int) + 6 (ext)
Mobilité électrique	Pré-équipé, bornes de recharge disponibles
Parties prenantes	
Investisseurs institutionnels	Vaudoise Vie, compagnie d'assurances; Immobilière Suisse Asset Management; Retraites Populaires et Caisse de pensions de l'État de Vaud; J. Safra Sarasin Anlagestiftung; Société coopérative d'habitation L'Églantine Morges
Développement	Losinger Marazzi
Architecture	Tribu Architecture; Magizan; Itten+Brechtbühl; Ferrari Architects; Wilmotte & Associés SAS d'architecture; Fehlmann Architectes; Verzone Woods Architectes

Espaces de convivialité et de nature

Le site d'Églantine, situé au cœur d'un parc paysager à proximité du centre-ville de Morges, a été pensé pour s'intégrer harmonieusement dans son environnement. Le terrain en pente sur lequel il s'étend a été aménagé de manière à tirer parti de ses caractéristiques naturelles.

La place publique, située au sud du quartier, est un lieu de rencontre central qui relie Églantine au reste de la ville. Elle est agrémentée de terrasses, de gradins ludiques et de jeux d'eau qui invitent à la détente et à la convivialité. Au cœur des habitations, des cours intérieures ont été aménagées pour offrir des espaces de rencontre. Toutes végétalisées, elles sont conçues pour créer une atmosphère de calme et de sérénité contrastant avec l'effervescence de la place publique. Sur les hauteurs du quartier, un jardin potager et un verger ont été créés pour les habitants. Ces espaces permettent non seulement de cultiver des fruits et légumes, mais aussi de se promener entre les arbres fruitiers. Les enfants, quant à eux, disposent d'un vaste parc avec une aire de jeux. Le parc central du quartier, véritable poumon vert, offre aux résidents une zone de détente et de dégagement où la nature est omniprésente. Ce parc n'est pas seulement un espace de verdure, c'est aussi un lieu de rencontre et d'échange, conçu pour favoriser le vivre ensemble.

Les espaces extérieurs ont été aménagés avec un soin particulier pour préserver et encourager la biodiversité. Par exemple, les noues paysagères jouent un rôle essentiel dans la gestion des eaux pluviales tout en renforçant la présence de la nature au cœur du quartier. La lisière des arbres existants a été préservée et renforcée, créant ainsi une continuité verte avec les espaces environnants.



Illustration 12.21: Les treize bâtiments ont été conçus par six bureaux d'architectes. Cette diversité se reflète également dans la mixité sociale et intergénérationnelle du quartier. (Source: Nicolas Grosmond)

Variété de bâtiments

Les treize bâtiments composant le quartier Églantine se différencient tant par leur expression architecturale que par leur volumétrie. Si les immeubles sont majoritairement réalisés en béton, deux bâtiments l'ont été en construction bois (bâtiments B09 et B11). La diversité s'exprime davantage en façade, avec des panneaux sandwich préfabriqués en béton, du bardage bois, des crépis, des panneaux composites Alucobond pour les embrasures métalliques, des panneaux de laine de pierre, etc. S'élevant sur quatre à six niveaux au-dessus du rez-de-chaussée, l'ensemble regroupe 473 logements aux typologies variées. Si un peu moins d'un quart d'entre eux a été vendu en PPE, le reste a été proposé à la location. Complétant le programme de logements, la place publique accueille dans ses arcades crèche, fitness, tea-room, épicerie bio et cabinet de kinésiologie au centre du quartier.

Situé au cœur d'un parc paysager, Églantine offre de nombreux espaces de rencontre à ses habitantes et habitants ainsi qu'un local communautaire,

des jardins potagers partagés ou des jeux en libre-service. Répondant aux exigences du plan de quartier, l'ensemble doit également respecter les critères du développement durable. L'entier du quartier est labellisé Site 2000 watts et tous les bâtiments répondent aux normes Minergie-Eco (Minergie-P-Eco pour les bâtiments B09, B10 et B11).

Une production d'énergie 100 % renouvelable

L'un des aspects les plus innovants du quartier Églantine réside dans son approche de la production et de la gestion de l'énergie. Le quartier a confié le mandat de son contracting énergétique au Groupe E Celsius, qui a mis en place une solution énergétique mutualisée sur l'ensemble du site. Cela permet de fournir une énergie renouvelable sans recours aux énergies fossiles, grâce à l'utilisation de technologies de pointe telles que les sondes géothermiques et la récupération de la chaleur des eaux usées. Un complément de biogaz est également utilisé pour répondre aux besoins énergétiques du quartier. L'éner-



Illustration 12.22:
Églantine offre de nombreux espaces de rencontre à ses habitantes et habitants. (Source: Nicolas Grosmond)

gie produite sur le site est gérée de manière intelligente grâce à des solutions connectées telles que celles proposées par eSMART et NeoVac. Ces technologies permettent aux habitants de contrôler et d'optimiser leur consommation énergétique, favorisant ainsi une utilisation plus efficace des ressources.

L'entreprise Romande Énergie, quant à elle, est responsable du contracting électrique. L'électricité, énergie majoritairement auto-consommée au sein du quartier, est produite principalement par des panneaux photovoltaïques installés sur les toits des immeubles.

Une mobilité douce et intégrée

L'une des priorités du quartier Églantine est de réduire la dépendance à la voiture individuelle en favorisant des modes de transport plus durables. Le quartier est ainsi libéré du trafic routier de surface, grâce à un parking souterrain qui offre 400 places de stationnement pour les résidents. Des places qui sont toutes prééquipées pour recevoir des bornes de recharge électrique, allant de pair avec une transition vers une mobilité plus durable. En surface, tout est conçu pour encourager la mobilité douce: des chemins piétonniers sécuri-

sés traversent le quartier et plus de 1000 places sont réservées aux vélos. Pour faciliter l'accès à l'intérieur du quartier en cas de besoin, des bornes rétractables permettent l'entrée des véhicules de service ou des urgences.

Le quartier dispose également de stations PubliBike pour encourager l'utilisation des vélos partagés, un moyen de transport à la fois écologique et pratique. Les résidents peuvent ainsi facilement se déplacer dans Morges et ses environs sans avoir à utiliser leur voiture. En outre, l'autopartage est fortement encouragé, avec des véhicules disponibles à la location pour des trajets ponctuels, réduisant ainsi le besoin de posséder un véhicule personnel.

L'intégration des transports publics est également un aspect clé de la mobilité. Des arrêts de bus à proximité permettent une connexion rapide avec le centre-ville de Morges et les autres quartiers. Cette accessibilité contribue à faire d'Églantine un modèle de quartier durable, où les besoins en déplacements sont pris en charge de manière réfléchie et respectueuse de l'environnement.

12.8 L'Étang à Vernier – une ville dans la ville

**Stéphanie
Sonnette**

En seulement six ans, grâce à l'efficacité du partenariat public-privé entre la Ville, le Canton et le promoteur, un nouveau quartier durable, mixte et vivant de 11 ha est sorti de terre à Vernier (GE). Exemple sur le plan environnemental, il offre à ses habitants une qualité de vie remarquable grâce à la diversité de ses aménagements extérieurs et à la proximité de tous les services proposés. Coincé entre l'autoroute A1, les voies ferrées de la ligne Genève-Bellegarde, les réservoirs d'hydrocarbure et la route de Meyrin, le nouveau quartier de l'Étang s'est construit en moins de six ans sur une friche industrielle de 11 ha. Le projet architectural a su apaiser cet environnement nerveux et retourner la situation à son avantage pour créer un nouveau quartier qui dépasse les standards sur de nombreux plans (architecture et densité, mobilité, énergie, végétalisation...).

Depuis son inauguration fin 2023, cette ville dans la ville accueille plus de 2500 habitants, 130 000 m² d'activités, 2500 emplois et des équipements publics, au-dessus d'un parking souterrain de 1770 places.

Ce qui frappe de prime abord, outre la rudesse du contexte, c'est la monumentalité de l'ensemble, la densité, la hauteur et la proximité des bâtiments entre eux. Le parti architectural traite intelligemment cette densité avec un concept de socle continu en référence à la ville traditionnelle sur lequel repose ponctuellement des émergences, offrant des percées visuelles vers le ciel et le paysage dans les niveaux supérieurs. Et malgré une échelle hors norme, ou à cause d'elle, le quartier réussit à produire de l'urbanité, un nouveau morceau de ville animé et vivant, grâce à son programme mixte et sa configuration en îlots, ses alignements sur rue, ses rez-de-chaussée «actifs» et le traitement qualitatif de ses espaces extérieurs. Les espaces résidentiels, situés à l'intérieur

du quartier, sont préservés des nuisances d'un environnement ingrat par les bâtiments d'activités qui forment la cuirasse autant que la vitrine de l'Étang.

Culture du dialogue et de l'échange

La planification et la construction du quartier sont le fruit d'une importante collaboration entre le maître d'ouvrage privé, la Commune de Vernier, le Canton de Genève et les associations. Ce travail d'équipe a permis de concevoir et de réaliser ce quartier exemplaire en un temps record au-delà de surcroît, des standards genevois. La culture de dialogue et d'échange installée très en amont perdure maintenant que le quartier est devenu réalité. Elle s'exprime notamment à travers plusieurs espaces d'accueil et d'animation ouverts à tous: le Café des Possibles, l'espace socio-culturel du Gigatrium et le parc des Tritons. La mise en place du contrat de quartier permet à la population d'initier et de réaliser des projets, avec le soutien de la Ville. Un journal, «Mon quartier», informe régulièrement les habitants sur les actualités et les activités qui ont lieu.

Illustration 12.23:
Plan d'ensemble du site de l'Étang.

- 1: Les Atmosphères (commerces, loisirs, restaurants, hôtels, résidence multigénération et résidence étudiants)
- 2: Le Belvédère (bureaux)
- 3: Logements
- 4: Les Fabriques (bureaux, commerces)
- 5: Gigatrium (école, espace socio-culturel)
- 6: Place de l'Étang
- 7: Parc de l'Étang
- 8: Bus
- 9: Trams



Données du quartier de l'Étang	
Type de projet	Construction neuve
Réalisation	2017–2023
Surface du site	11 ha
Nombre de propriétaires fonciers	8
Nombre de bâtiments	16
Surfaces de plancher	255 000 m ²
Indice d'utilisation	2,31
SRE	Logements: 116 500 m ² Hôtels: 31 900 m ² Bureaux: 58 100 m ² Commerces: 12 800 m ² Alimentation: 9 800 m ² École: 5 900 m ² Autres: 20 000 m ²
Habitants/Actifs (équivalents plein temps)	3000/2500
Densité	273 habitant/ha 227 actifs/ha
Labels et standards	SNBS-Quartier; Bâtiments: THPE
Production de chaleur	PACs avec récupération de chaleur sur le réseau Genilac et valorisation des rejets thermiques
Production de froid	PACs avec valorisation des rejets thermiques sur le réseau chaud du quartier ou Genilac sur réseau froid interne
Production d'électricité PV	200 kW _c
Classe de desserte TP	A/B
Places de stationnement	1770
Mobilité électrique	40 bornes de recharge dans les parkings
Parties prenantes	
Instance responsable du site (propriétaire, exploitation)	PG Promotors SA, Rosetabor III SA, Rosetabor IV SA, Rosetabor V SA, City Gate SA, Falaises-Pêcheries SA, Promotion de l'Étang SA, Commune de Vernier
Développement et pilotage réalisation	Urban Project SA, Vernier
Architecture	Dominique Perrault, Favre + Guth, AAG+, Groupe H, PEZ arquitectos, CCHE
Approvisionnement énergétique, Contracting	SIG

Mixités et vie de quartier

À l'Étang, la mixité contribue à l'attractivité du quartier et répond aux besoins de ses usagers. Cette mixité est d'abord sociale. PPE, ZD LOC, HLM, HM LUP, toutes les catégories de logements sont présentes et les logements d'utilité publique représentent 30 % de l'ensemble. Une résidence étudiants et une résidence intergénération assurent la mixité générationnelle.

Elle est ensuite programmatique avec une répartition quasi égale entre surfaces d'activités (55 % SBP) et de logements (45 % SBP), représentant 2500 habitants pour 2500 emplois. Répondant au principe de la «ville du quart d'heure», qui veut que toutes les aménités et services essentiels soient accessibles à pied ou à vélo depuis chez soi, ce morceau de ville accueille également des commerces, des hôtels et des équipements de loisirs. Une crèche, une bibliothèque, une salle de sport, un café et un espace socioculturel sont réunis au sein du bâtiment public Gigatrium, projet porté par la Ville de Vernier. Un marché a lieu tous les mercredis après-midi dans l'allée des Roseaux. Grâce à la diversité des services, commerces et espaces verts qu'il propose et à la mobilisation de ses habitants, une vie de quartier intense s'est installée. Aujourd'hui, l'Étang rayonne au-delà de ses limites et bénéficie à l'ensemble de la commune, à l'image d'une véritable centralité.

Richesse des aménagements extérieurs

Répartis sur 6,6 ha, ils assument de nombreuses fonctions: rencontres, lutte contre le réchauffement, biodiversité. Le parc des Tritons autour de l'étang existant, les cours intérieures des îlots résidentiels, les ruelles et places piétonnes, les terrasses et jardins potagers en toiture, les quatre aires de jeux pour les enfants et les deux terrains multisports proposent ainsi une grande diversité d'espaces qui favorisent l'échange et la convivialité. Les espaces verts et



les nombreux arbres plantés contribuent à une bonne gestion de l'eau et permettent de lutter contre les îlots de chaleur.

En bordure du quartier, à la jonction avec les jardins ouvriers au nord-est, le parc des Tritons et son étang ont été réaménagés, formant sur plus d'un hectare l'espace vert public majeur du quartier et l'un de ses principaux atouts. Cet îlot de biodiversité accueille une végétation déjà mature – la majorité des arbres existants a été conservée – garantissant un rafraîchissement l'été.

Parkings mutualisés

La mobilité est un enjeu majeur de connexion à la ville et aux quartiers voisins, mais également à l'intérieur du quartier. La modération du trafic motorisé est obtenue grâce au stationnement exclusivement en sous-sol, dans trois parkings mutualisés, ce qui a permis de

réaliser une économie de 20 % du nombre de places à construire et de libérer l'espace en surface pour des parcs, de la végétation et des voies réservées aux piétons et aux cyclistes. 2600 places de stationnement vélo sont prévues, dont les $\frac{3}{4}$ en intérieur, sécurisées. L'avenue de l'Étang est passée en zone 30. Le quartier est par ailleurs très bien desservi par les transports publics (tram en bordure du quartier et deux arrêts bus à l'intérieur) et connecté à la voie verte. Une passerelle mobilité douce – encore un exemple de partenariat public-privé entre le promoteur, la Commune et le Canton qui cofinancent le projet – est en cours de réalisation vers la halte ferroviaire de Vernier toute proche. Ce maillon de la voie verte rive droite qui enjambe l'autoroute profitera à l'ensemble des habitants de Vernier.

Illustration 12.24: Le quartier de l'Étang à Vernier (GE) est un quartier durable, mixte et vivant. Les bâtiments des Atmosphères et celui des Fabriques, le long de la voie ferrée, permettent de protéger le quartier des nuisances (Source: Capt3/Urban Project)



Illustration 12.25:
Grâce à la diversité
des services, com-
merces et espaces
verts qu'il propose et
à la mobilisation de
ses habitants, une
vie de quartier in-
tense s'est installée.
(Source: Capt3/
Urban Project)

Énergie grise et gestion des maté- riaux

Cette ancienne friche industrielle a nécessité une dépollution et la déconstruction des bâtiments existants. Les matériaux de démolition et d'excavation qui étaient sains (soit 50 % du volume total de la friche industrielle) ont été traités et valorisés directement sur site grâce à l'installation d'une centrale à béton mobile sur le chantier. L'usage massif du béton est compensé par la taille des bâtiments et la mutualisation des sous-sols, ainsi que par la possibilité de déconstruire les bâtiments en fin de vie et de réemployer leurs éléments.

Énergie d'exploitation

Un concept d'approvisionnement énergétique 100 % renouvelable a été défini dès 2016: il reposera à terme sur le réseau Genilac pour le chauffage et le rafraîchissement de l'ensemble du quartier grâce à l'eau du Léman, via une centrale de chauffe de 6 MW unique pour l'ensemble du quartier. Des panneaux photovoltaïques et la «fourniture verte» des SIG complètent le dispositif.

Tous les bâtiments sont THPE, garantissant de faibles consommations d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude. Les consommations font l'objet d'un suivi et d'un rapport annuel afin de vérifier qu'ils atteignent les performances annoncées, avec des propositions d'optimisation et de réglages.

Les habitants ont à disposition le système e-smart qui leur permet de régler les paramètres énergétiques et de suivre en tout temps leur consommation d'électricité, de chaleur et d'eau chaude. Le 15 septembre 2023, le quartier de l'Étang à Vernier a été le premier quartier de Suisse à décrocher le nouveau label SNBS-Quartier avec la note de 5,4 sur 6. Une labellisation qui récompense un modèle de quartier durable sur les plans sociétal, économique et environnemental, dans une vision holistique de la durabilité.

Annexe

13.1 Autrices et auteurs

Heinrich Gugerli, Ingénieur en génie civil diplômé de l'ETH/SIA, Doctorat de l'université de Michigan, USA; Création et direction du service de la construction durable, Office des bâtiments, ville de Zurich (1999–2014); Co-dirigeant de Gugerli Dolder Umwelt & Nachhaltigkeit GmbH, Bülach; Directeur du projet Site 2000 watts (2014–2017); Comité de l'association 2000-Watt Smart Cities; Conseil d'administration Energiegenossenschaft Bülach.

Andreas Binkert, Architecte diplômé de l'ETH/SIA; Chargé de cours en développement territorial durable à la Hochschule Luzern – Institut für Finanzdienstleistungen Zug; Président de l'association 2000-Watt Smart Cities; Partenaire et membre de la direction de Nüesch Development AG.

Thomas Gautschi, Conseiller énergétique NDSFH/exec. MBA; Dirigeant et actionnaire principal d'Anex Ingénierie AG, qu'il a fondé en 2016.

Laura Germann, Master of Science Ingénierie environnementale à l'ETH; Directrice du projet Énergie et espaces urbains verts chez Amstein + Walthert, Zurich.

Daniel Kellenberger, Ingénieur en génie rural diplômé de l'ETH et ingénieur en environnement FH; Professeur de Construction durable – Ecobilan à l'INEB (Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau), HABG de la FHNW; Chef de projet pendant plusieurs années pour les Sites 2000 watts.

Katrin Mark, MRICS, Ingénieure économiste, spécialité Construction, TU Darmstadt (DE); Responsable du service Gestion immobilière et membre de la direction d'Intep – Integrale Planung GmbH.

Katrin Pfäffli, Architecte diplômée de l'ETH/SIA; Directrice du bureau Preisig: Pfäffli, à Zurich, spécialisé dans la construction durable; Membre de diverses commissions de cahiers techniques et de normes SIA.

Andreas Schneider, Professeur, Architecte diplômé de l'ETH et urbaniste ETH/NDS; Professeur de développement territorial à l'OST – Ostschweizer Fachhochschule à Rapperswil; Directeur du bureau de conseils Prof. Andreas Schneider GmbH à Bâle.

Stefan Schneider, Géographe, Consultant sénior chez Planar AG für Raumentwicklung; Expert mobilité pour le standard Réseau Construction durable Suisse SNBS et Cité de l'énergie.

Christine Steiner Bächli, Architecte diplômée de l'ETH/SIA, Certified Boardmember, Copropriétaire du bureau de conseils KOS PartnerInnen GmbH; Présidente de la fondation Einfach Wohnen; Membre du comité de direction de Réseau Construction durable Suisse.

Veronika Sutter, Diplômée en sciences naturelles de l'environnement à l'ETH, CAS Nature en milieu urbain; Cheffe de projet Adaptation climatique auprès du service de protection de l'environnement et de la santé de la ville de Zurich.

13.2 Glossaire

AAD	Animal-Aided Design, méthode de soutien à la faune sauvage dans les milieux urbains	LEED	Leadership in Energy and Environmental Design, standard américain pour les bâtiments
Albedo	Pouvoir réfléchissant d'une surface	MaaS	Mobility as a Service, Mobilité en tant que service
AQ	Assurance qualité	Néophyte	Plante non indigène qui s'est installée dans une région sous l'influence de l'homme
ARE	Office fédéral du développement territorial	NNBS	Réseau Construction durable Suisse
BHKW	Centrale de cogénération, variante de couplage chaleur-force	OFEN	Office fédéral de l'énergie
BIM	Building Information Modeling, Modélisation des données de construction	OFEV	Office fédéral de l'environnement
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method, standard de construction anglais	OFS	Office fédéral de la statistique
CAFM	Computer-Aided Facility Management	OPL	One Planet Living, association pour le développement de quartiers durables fondée par le WWF Suisse et Implenla
CCC	Centrale à cycle combiné	ORC	Organic Rankine Cycle, cycle organique de Rankine, méthode de cogénération
CCF	Couplage chaleur-force	PET	Physiological equivalent temperature, température physiologique équivalente, correspond à la température ressentie
CECB	Certificat énergétique cantonal des bâtiments	PLA	Participatory Learning and Action, méthode d'évaluation de la durabilité sociale
CIAM	Congrès internationaux d'Architecture Moderne	ProLeMo	Modèle de processus et de prestations pour le Facility Management du → CRB
CO ₂ eq	Équivalent CO ₂ , effet de serre des substances converti en CO ₂ pour faciliter la comparaison	PV	Photovoltaïque
CRB	Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction	QEP	Quartiers à énergie positive, un standard de site de l'association Région capitale suisse
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, société allemande pour la construction durable	REIM	Real Estate Investment Management
EGES	Émissions de gaz à effet de serre	SGNI	Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (Organisation de promotion de la durabilité dans l'économie de l'immobilier)
EIE	Étude de l'impact sur l'environnement	SIG	Système d'information géographique
EMS	Energy Management Système, système de gestion de l'énergie	SNBS	Standard Construction durable Suisse
EPFL	École Polytechnique Fédérale de Lausanne	SPSC	Suivi pédologique des sols sur les chantiers
FM-A	Facility Management anticipatif	SRE	Surface de référence énergétique
Geocooling	Refroidissement passif d'un bâtiment grâce au transfert et au stockage de la chaleur dans le sol	SSREI	Swiss Sustainable Real Estate Index
GES	Gaz à effet de serre	STEP	Station d'épuration des eaux usées
GHG Protocol	Greenhouse Gas Emission Protocol, protocole relatif aux gaz à effet de serre, série de standards internationaux privés aidant les entreprises et le secteur public à comptabiliser leurs émissions de gaz à effet de serre et à rédiger les rapports correspondants	TIM	Transport individuel motorisé
GRESB	Global Real Estate Benchmark	TP	Transports publics
GRI	Global Reporting Initiative	UCE	Unité de charge écologique
KPI	Key Performance Indicators	WLC	Whole Life Costing, Coûts sur l'ensemble de la durée de vie
LAT	Loi sur l'aménagement du territoire		
LCC	Life Cycle Costs, coût du cycle de vie		

13.3 Mots-clés

A

Acceptation 28
 Accessibilité 63
 Accessibilité (financière) 30
 Acteurs et groupes d'intérêt 38
 Adaptation au changement climatique 145
 Adaptation des bâtiments au changement climatique
 144
 Affectation mixte
 58, 65
 Aménagement du territoire
 14, 39
 Analyse du lieu 73
 Approvisionnement de proximité 61
 Approvisionnement en énergie, approvisionnement énergétique 107, 108
 Assurance qualité 38

B

Bâtiment existant 97
 Besoin annuel en énergie 110
 Biodiversité 137, 139

C

Capacité thermique des bâtiments 144
 Centralité 62, 65
 Certificat DGNB pour les quartiers 157
 Champ d'action pour la planification et l'exécution 98
 Changement climatique 26, 138
 Changement sociétal 81
 Changement structurel, sociétal 81
 Circulation de l'air froid 140
 Clarification des termes – Site, Quartier 22
 Concept d'affectation 84
 Concept de développement immobilier 98
 Concept de gestion 88
 Concept de mobilité 132, 133
 Concept énergétique 109
 Connectivité 64

Consommation des ressources 40, 93
 Constitution d'une communauté 76
 Construction, ressources et énergie 92, 95
 Constructions souterraines sous les espaces extérieurs 140
 Couplage chaleur-force 116
 Coûts du cycle de vie 85, 86
 Culture du bâti 11
 Cycle de vie 37, 84

D

Densification dans le bâti existant 10, 24
 Densité 53
 Développement de la mobilité 25
 Développement de sites et de quartiers 7, 42
 Développement durable 16
 Développement économique 25
 Développement urbain 25
 Distance journalière 124
 Diversité des affectations 57
 Durabilité économique 87
 Durabilité sociale 73, 74

E

Eau, élément vivant 143
 Eaux en surface 112
 Eaux souterraines, sources d'énergie 112
 Économie circulaire 102
 Économie du partage 109, 130
 Électrification 115
 Émissions de gaz à effet de serre 108, 110
 Émissions négatives 103
 Énergie
 Analyse des besoins 110
 Chemin de transformation 111
 Contracting 118
 Stratégie de transformation 111
 Énergie et climat 26
 Entre-ville
 Environnement 93
 Espace privé 58, 59
 Espaces extérieurs 138

Espaces individuels 60
 Espaces verts 141
 Espèces adaptées au lieu 141
 Évaluation des risques 83
 Évolution des valeurs 71
 Exploitation 88
 Élaboration des contrats 89
 Responsabilités 89
 Exploiter 75, 84

F

Flux des matériaux 93
 Friches industrielles et ferroviaires 8

G

Géothermie 112, 113
 Gestion de la mobilité 127
 Gestion de l'énergie 117
 Gestion, exploitation 44

H

Hiérarchies des lieux 62

I

Infrastructure de charge 130
 Instruments de planification 40, 43
 Investissements durables 18

L

Labels 151
 Labels et standards de quartier 152
 Lignes directrices de la durabilité 83
 Logistique urbaine 129

M

Maintien de la valeur 87
Maslow, pyramide des besoins 60
Matériaux de construction 100
Minergie-Quartier 155
Mixité des affectations 10, 87
Mobilité 123
 Besoin en énergie 124
 Digitalisation 126
 Émissions de gaz à effet de serre 124
 Induit par les bâtiments 124
 Plan directeur 131
Mobilité électrique 117
 Infrastructure 130
Monitoring énergétique 118
Motifs de déplacement 124
Moyens de transport, consommation de surface 125

N

Net zéro 108
Notations 82
Nouvelle construction, écobilan 97

O

Ombrage 140
Optimisation de l'exploitation 118

P

Parc immobilier suisse 93, 98
Participation 29, 41, 74
Photovoltaïque 116
Plan d'affectation 40, 131
Plan d'affectation spécial 40
Planification
 Co-créatif 42
 Co-évolutif 41
 Coopératif 41
Planification énergétique 41
Planification énergétique communale 110
Plateformes logistiques 129
Potentiel de rendement 87
Power-to-X 115, 117
Prescriptions relatives aux affectations spéciales 132
Procédure de sélection 29, 37
Processus 37
Programmer et développer 73
Protection des eaux 13

Protection des paysages et du patrimoine 11
Protection des sols 143
Proximité 63

Q

Quartier à énergie positive 159
Quartiers durables by Sméo 158

R

Rafraîchissement 109
Réemploi 102
Regroupement de consommation propre 119
Rentabilité 30, 81
Répartition modale 128
Réseau anergie 111, 114, 120
Réseaux thermiques 114
Ressources et climat 15
Revalorisation d'un quartier 46, 77, 101, 118, 129, 146

S

SEED 158
Ségrégation sociale 32
Séparation des affectations 10
Site 2000 watts 154
Smart City 17
SNBS-Quartier 156
Sobriété 28
Société 71
Sources de chaleur 112, 115
Soutien à la faune sauvage 145
Standard Bâtiments Suisse 151
Standards 151
Stockage par batteries 116, 125
 Écobilan 125
Stratégie immobilière 83
Surfaces perméables 142

T

Transformation, écobilan 97

U

Urbanisme 52
Utilisation de l'espace et urbanisme 51

V

Végétalisation 139
Végétalisation des bâtiments 143
Ville des courtes distances 65

Ville du quart d'heure 11
Ville-éponge 141
Ville-réseau nodale 66

Z

Zones de densification 56