

LE DÉVELOPPEMENT DURABLE AU SERVICE DES BÂTIMENTS

L'idée du développement durable exprime un souci des effets à long terme de l'acte de projeter et de bâtir. Les aspects socioéconomiques et environnementaux interfèrent alors avec les critères d'ordre fonctionnel et culturel. Par exemple, l'utilisation de ressources renouvelables, le coût de la maintenance et des adaptations à l'usage sont des facteurs trop souvent ignorés dans les projets d'architecture. L'un des objectifs du Service des bâtiments, monuments et archéologie est de mettre en œuvre les notions théoriques du développement durable. Sa démarche suit le fil d'Ariane que constitue le cycle de vie d'un bâtiment, de la programmation à la déconstruction, en passant par son utilisation, dont les impacts, qu'ils soient bénéfiques ou néfastes, perdureront pendant des décennies voire des siècles.

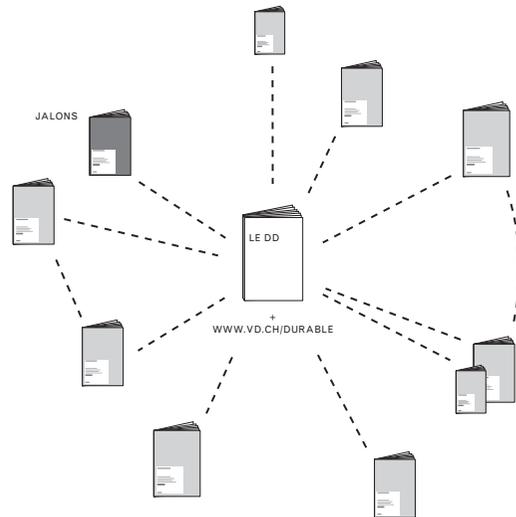
JALONS 1

LE DÉVELOPPEMENT DURABLE AU SERVICE DES BÂTIMENTS

SERVICE DES BÂTIMENTS, MONUMENTS ET ARCHÉOLOGIE / DINP
DÉVELOPPEMENT DURABLE / ÉTAT DE VAUD / AOÛT 2003



SOMMAIRE



COLLECTION « JALONS »

« Poser un jalon », c'est donner un repère.

L'Etat de Vaud élabore un programme de développement durable qui imprégnera tous les secteurs de l'Etat en fixant les objectifs, les principes et les actions. Pour informer de son action, il crée une nouvelle collection de brochures. Faisant partie d'un concept global de communication qui se trouve également sur Internet (www.vd.ch/durable), ce projet intègre tous les départements et les services, de façon transversale, et relate les différents états d'avancement. La collection de brochures spécifiques complète un ouvrage central de référence.

Les « Jalons » ont pour but de présenter l'état de la question et des pratiques à un moment donné, ils n'ont pas de fonction encyclopédique mais une valeur documentaire sur l'avancement d'une réflexion. Les thèmes sont variés mais le message est toujours le même : Jalons pour réfléchir ensemble, Jalons de la communication et de l'échange, Jalons vers le développement durable.

Le développement durable, notion très présente mais floue dans les esprits, nécessite des repères pour être compris et appréhendé. Engagement international, c'est une façon de tenir compte de manière systémique des exigences sociales, économiques et environnementales dans la gestion locale et globale des problèmes de société. **Le développement durable est affaire de tous. C'est une véritable chance à saisir d'avoir une approche soucieuse de la fragilité des conditions de vie sur notre planète.** La volonté politique est affirmée : il faut agir davantage et mieux. Un des rôles d'un organisme public est de se donner les moyens de concrétiser cette volonté.

INTRODUCTION	2
Il suffit de vouloir / Eric Perrette, architecte cantonal	2
RÉFLEXIONS EN AMONT	4
Un développement durable de l'architecture	4
La réponse à une évolution préoccupante	5
Neuf actions prioritaires	7
LE PROJET	8
La durée de vie d'un bâtiment	8
Trois thèmes, neuf actions	9
PERSPECTIVES	12
La mise en place du développement durable au sein du Service	12
Le travail en réseau et le partage des connaissances	13
La voie à suivre	14
<hr/>	
LE PROJET EN DÉTAIL	15
Thèmes par phases	17
Thèmes transversaux	32
Thèmes de formation et communication	36
ANNEXES	40
Chronologie	40
Financement	41
Etat d'avancement des neuf actions	41
Groupe de travail	42
Organigramme du Service	43
Lexique et abréviations	44
Sites Internet	44
Contacts	44

INTRODUCTION

IL SUFFIT DE VOULOIR

La réalisation et l'entretien des infrastructures - bâtiments, réseaux, aménagement - génèrent une forte consommation d'énergies et de matière. Répondre aux nouvelles exigences de la société envers la protection de l'environnement est un défi. Celui-ci requiert une nouvelle manière de bâtir et suppose également une adaptation des méthodes d'approche lors de la planification des projets de construction.

Énoncée clairement dans les objectifs stratégiques, sous l'impulsion du Chef du Département des infrastructures, M. le conseiller d'Etat Philippe Biéler, la question du développement durable a été déclarée primordiale. Il en résulte à ce jour la mise en place de plusieurs démarches concrètes, plus particulièrement au niveau de l'aménagement du territoire et du patrimoine bâti.

Aujourd'hui, le Service des bâtiments, monuments et archéologie de l'Etat de Vaud (SBMA) est en mesure de présenter les premiers résultats de son activité relative à la mise en œuvre du développement durable. L'accent a été porté sur :

- la vérification de la cohérence des nouvelles demandes de constructions et de localisation pour obtenir les décisions adéquates des instances politiques ;
- la prise en compte du développement durable dans l'évaluation des projets de concours d'architecture ;
- les prescriptions de matériaux écologiques pour l'élaboration des soumissions ;
- la réduction des consommations d'énergie et la promotion des énergies renouvelables ;
- la sensibilisation et la formation des collaborateurs internes et des mandataires.

Ces premières expériences permettent de proposer aux chefs de projets et mandataires des constructions publiques une démarche novatrice.

Afin de travailler en réseau, de coopérer et de profiter des innovations et des expériences des divers services constructeurs - tant cantonaux que des grandes villes, des Hautes écoles, des mandataires et de la Confédération -, le Service a initié en été 2000 la création de la Conférence romande sur l'éco-construction chargée de développer en Suisse romande le KOEB - « Koordinationsgruppe Ökologisch Bauen » - existant en Suisse alémanique depuis 1989.

En pleine effervescence, le *groupe de pilotage développement durable* du Service applique ou invente de nouvelles approches environnementales tout en évitant le dogmatisme. Ce groupe, que j'ai l'honneur et le plaisir de diriger, s'efforce d'intégrer l'Homme et ses besoins au projet architectural avec la volonté de créer des ouvrages de qualité, capables de durer dans leur environnement urbain et paysager.

Eric Perrette, architecte cantonal



(Photo: Jean-Philippe Dauite)

REFLEXIONS EN AMONT

QU'EST CE QUI FAIT QU'UN SERVICE
D'UTILITÉ PUBLIQUE DÉCIDE DE SE
POSITIONNER VIS-À-VIS DU
DÉVELOPPEMENT DURABLE ?
QUELLE EST SON ATTITUDE ?
QUELS ÉLÉMENTS DE RÉPONSE
APPORTE-T-IL AU DÉBAT ?

UN DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ARCHITECTURE

Les aspects culturels, sociaux et fonctionnels d'un édifice sont fondamentaux dans la tradition architecturale. Les effets à long terme de son édification, tant sur le plan économique qu'environnemental, sont une préoccupation nouvelle qui tend à modifier l'acte de projeter et de bâtir. Le défi du développement durable¹ dans la pratique architecturale consiste à intégrer les nouveaux paramètres et à concilier les exigences relatives à l'usage, à l'économie, à l'environnement et à la culture. En Suisse, le bâtiment est responsable de plus de 40% des besoins en énergie, de plus de 30% des émissions, de plus de 40% des déchets et génère plus de 80% des besoins en matières premières. Financièrement parlant, les coûts d'un ouvrage se répartissent à raison de 30% pour la phase de construction et 70% pour la phase d'exploitation. Il apparaît donc primordial que tout projet de construction soit géré dans le souci de ne pas consommer plus de ressources que la terre ne peut en reproduire, et de ne pas générer plus de rejets qu'elle ne peut en absorber.

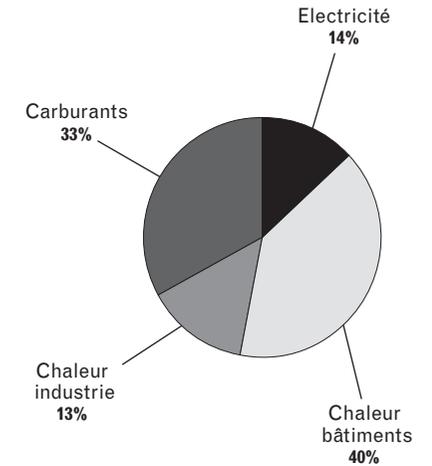
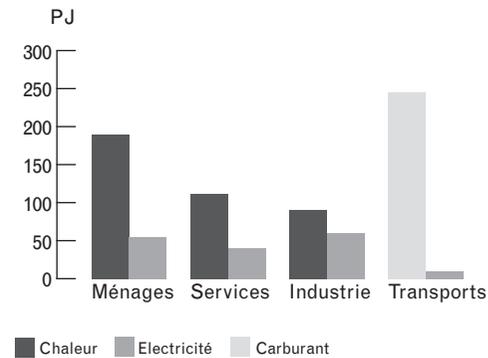
¹ Le développement durable est une forme de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. (Rapport Brundtland, 1987)

LA RÉPONSE À UNE ÉVOLUTION PRÉOCCUPANTE

Conscient de l'important impact de la construction sur l'environnement, le Service des bâtiments, monuments et archéologie s'est engagé dans une démarche de développement durable. En effet, un projet a plus de chance d'apporter une réponse appropriée si les principes du développement durable sont appliqués dès les phases préliminaires, car **c'est dès la planification que le potentiel de réduction des charges environnementales et financières est le plus fort.** Ce potentiel diminue progressivement au fur et à mesure de l'avancement du projet et de sa réalisation (voir schéma p. 10-11).

Peu ancrée dans la pratique, **la mise en œuvre du développement durable dans le secteur du bâtiment manque encore d'exemples ou réalisations qui pourraient faire référence.** L'amélioration continue des méthodes de travail « en amont » est primordiale pour répondre à la question « que faire ? ». Du concours à la mise en exploitation, voire à la déconstruction, aucune des phases répondant à la question « comment faire ? » ne peut cependant être négligée. Les instruments d'aide à la décision manquent encore, il est donc nécessaire que les travaux de recherche s'intensifient et que l'utilisation de ces outils devienne une pratique courante.

Utilisation de l'énergie par secteurs





Session en plein air du tribunal de Muhlhausen au XVI^e siècle, le site extérieur à la ville, l'arbre de la justice.
 (Référence fournie par le bureau Bauart, lauréat de la commande d'avant-projet relative au Tribunal d'Arrondissement d'Yverdon)

NEUF ACTIONS PRIORITAIRES

Couvrant le processus de construction dans son entier, neuf actions prioritaires ont été définies. Elles répondent aux exigences suivantes :

- Discerner les besoins
- Evaluer les concours d'architecture
- Optimiser les projets de construction
- Choisir des matériaux écologiques
- Gérer les déchets

- Maîtriser les processus de décision
- Adapter les standards

- Assurer la formation interne des collaborateurs
- Communiquer avec l'extérieur

L'application de ces actions est tributaire des ressources, des moyens, des connaissances et des compétences disponibles (voir détail du projet p. 15 à 39).

Parallèlement à ces actions ciblées sur les bâtiments, un groupe préexistant s'occupe spécifiquement des questions d'énergie qui ne sont pas incluses dans la démarche ici décrite (voir organigramme p. 43).



Tribunal d'Arrondissement d'Yverdon (Architectes : Bauart) : image et expression des espaces publics de la nouvelle entité. La référence ci-dessus est à la base du concept de mise en œuvre d'une paroi double en bois en tant qu'élément fort du projet de transformation de l'ancienne caserne en tribunal (Photo: Pierre Boss)

LE PROJET

COMMENT BÂTIR AVEC UNE
VISION GLOBALE ?
QUELLES SONT LES ACTIONS
À MENER ?

LA DURÉE DE VIE D'UN BÂTIMENT

Le projet d'architecture au sens large (construction nouvelle, rénovation, transformation, réhabilitation) est au centre des activités du Service des bâtiments, monuments et archéologie. Celui-ci doit donc avoir une parfaite vision d'ensemble du déroulement d'un projet de construction. Cinq processus sont considérés comme étapes clés :

1 : Définition des besoins (Programmation)

2 : Concours et projet (Conception)

3 : Construction (Matérialisation)

4 : Gestion et exploitation (Utilisation)

5 : Récupération et élimination (Déconstruction)

Le schéma ci-après permet de situer chaque intervention dans une vision globale. La courbe montre que le potentiel d'influence des principes de développement durable diminue au fur et à mesure de l'avancement du projet. Il convient donc de les intégrer au plus tôt dans le processus d'étude et d'assurer la cohérence de la démarche entreprise jusqu'en phase de transformation ou de démolition.

En communiquant les résultats qu'il a obtenus, le Service souhaite inciter les professionnels du bâtiment et les maîtres d'ouvrage publics ou privés à agir dans le sens d'un développement durable. Ils contribueront ainsi à mettre en œuvre des bâtiments ménageant les ressources pour une société plus durable et plus économique.

TROIS THÈMES, NEUF ACTIONS

A Thèmes par phases

- A1 Evaluation des besoins
- A2 Evaluation des concours
- A3 Optimisation des projets
- A4 Evaluation des produits
- A5 Gestion des déchets

La profession manquait jusqu'ici d'outils pour analyser les projets d'architecture dans une perspective de développement durable. Les études touchent toutes les phases, de l'analyse des besoins à la déconstruction. Elles visent à développer et à tester des outils d'aide à la décision. Actuellement, plusieurs tests sont en cours ou ont déjà été réalisés.

B Thèmes transversaux

- B1 Processus de décision
- B2 Adaptation des standards

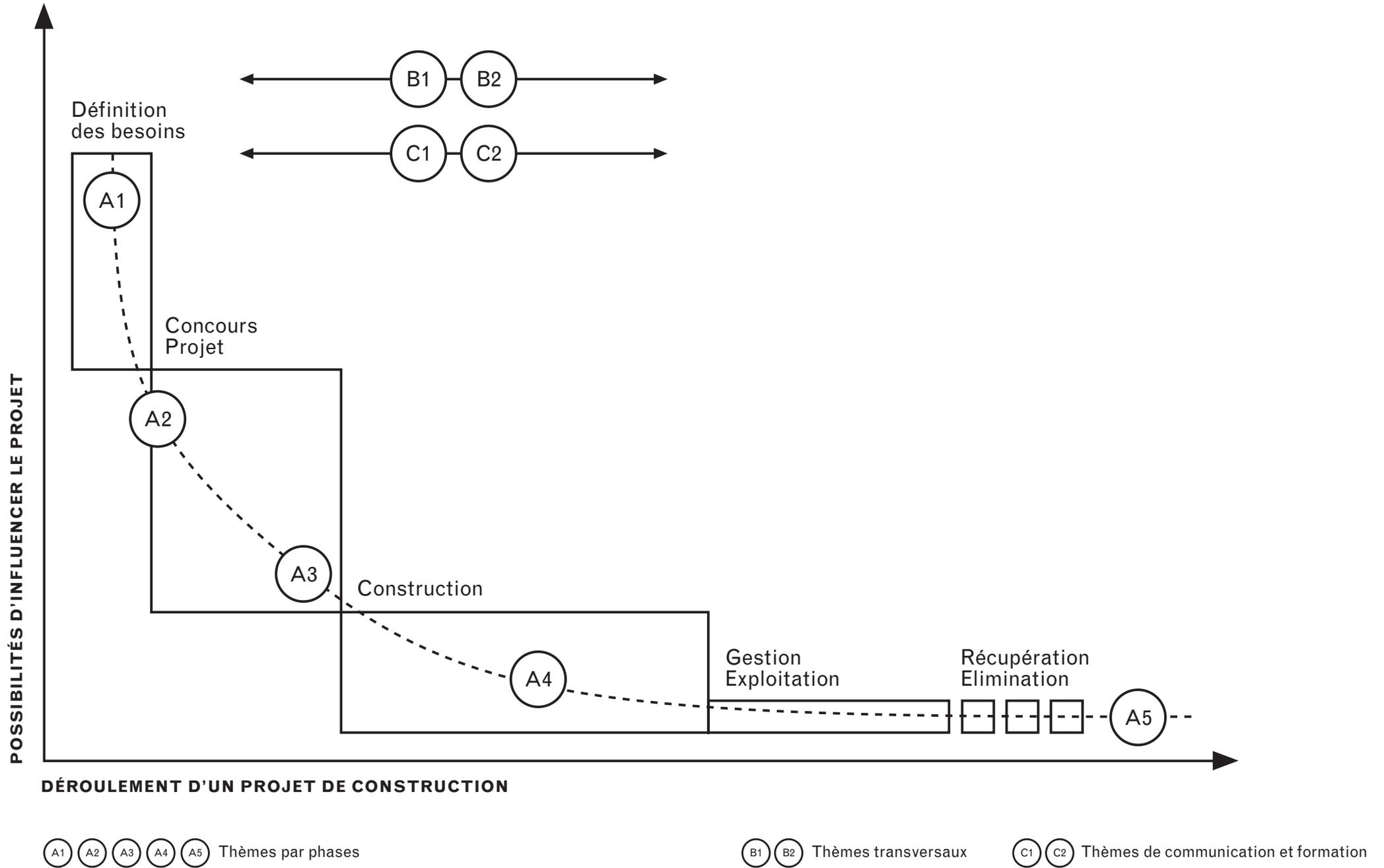
Le développement durable suppose une vision globale d'actions nombreuses accomplies séparément dans l'espace et le temps. Les thèmes transversaux visent à prendre des décisions cohérentes couvrant l'ensemble du processus de construction. Ils visent également à adapter des standards ne répondant plus aux exigences usuelles. Ces thèmes sont au début de leur développement.

C Thèmes de communication et formation

- C1 Formation interne
- C2 Communication externe

Accomplir des actions novatrices sans les communiquer contredirait l'idée de partage et de solidarité que prône le développement durable. Si la priorité a été donnée à la formation interne des collaborateurs, la communication externe n'est pas pour autant délaissée. Elle est mise en œuvre par des actions ciblées, parmi lesquelles la collection « Jalons ».

SCHÉMA →



PERSPECTIVES

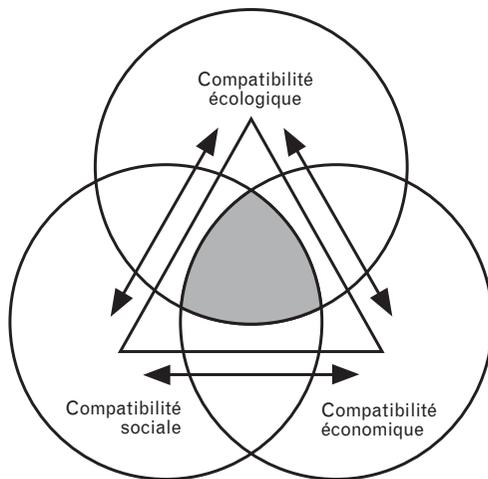
QUELS SONT LES ENSEIGNEMENTS À
TIRER DE LA DÉMARCHE ?
OÙ EN EST-ELLE ?
COMMENT POURSUIVRE LE PROJET ?

LA MISE EN PLACE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE AU SEIN DU SERVICE

Pour que les pratiques changent, les mentalités doivent évoluer. Un des principes importants de l'Agenda 21² est la prise de conscience, par chaque citoyen, de sa propre responsabilité. La sensibilisation à un développement plus durable est donc le premier pas vers le changement.

Quel que soit le projet de construction, il s'inscrit toujours dans un contexte où l'idée de développement durable s'étend du local au global, du court au long terme. La complexité d'une telle approche exige d'identifier les phases clés du processus. Le Service situe toutes ses activités dans un cadre de référence précis : la durée de vie d'un bâtiment, de la définition des besoins à la déconstruction.

² « Agenda 21 » est le nom du programme d'actions à mettre en œuvre pour le 21^e siècle. Il a valeur d'engagement pour les 180 Etats qui y ont souscrit à Rio, le 14 juin 1992.



Les trois cercles du développement durable



LE TRAVAIL EN RÉSEAU ET LE PARTAGE DES CONNAISSANCES

Pour répondre à l'ambition d'un développement durable, il importe de « réfléchir ensemble avant d'agir ensemble ». Cependant, la multiplicité et la complexité des problèmes touchant la construction posent des défis qu'aucune profession ne saurait relever à elle seule. **La mise en commun des compétences propres à diverses disciplines s'impose.** L'interdisciplinarité devient essentielle (voir figure p. 43).

Le partage des connaissances permet d'accélérer la recherche, l'apprentissage et la mise en œuvre. La méthode consistant à travailler ensemble pour profiter des avancées de chacun, à tirer les enseignements des erreurs commises et à intégrer les remarques, restera toujours plus efficace que l'entêtement individuel à vouloir tout trouver par soi-même. Les compétences du groupe sont en effet toujours plus grandes que la somme des compétences de chacun.

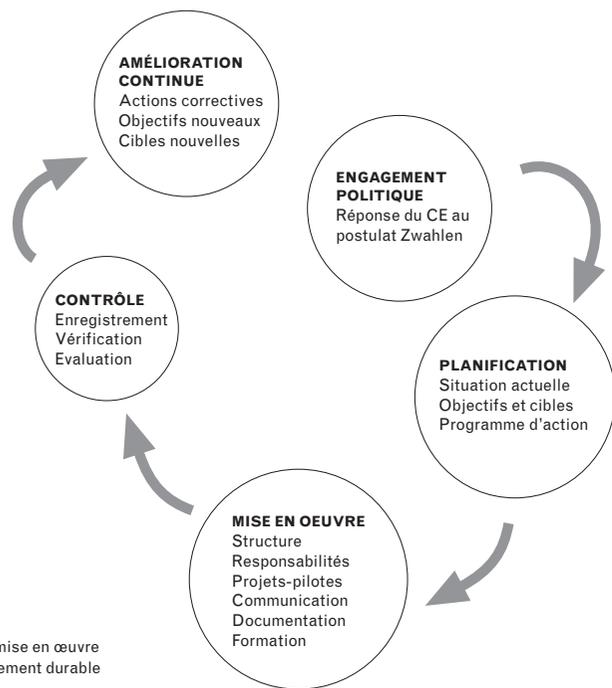
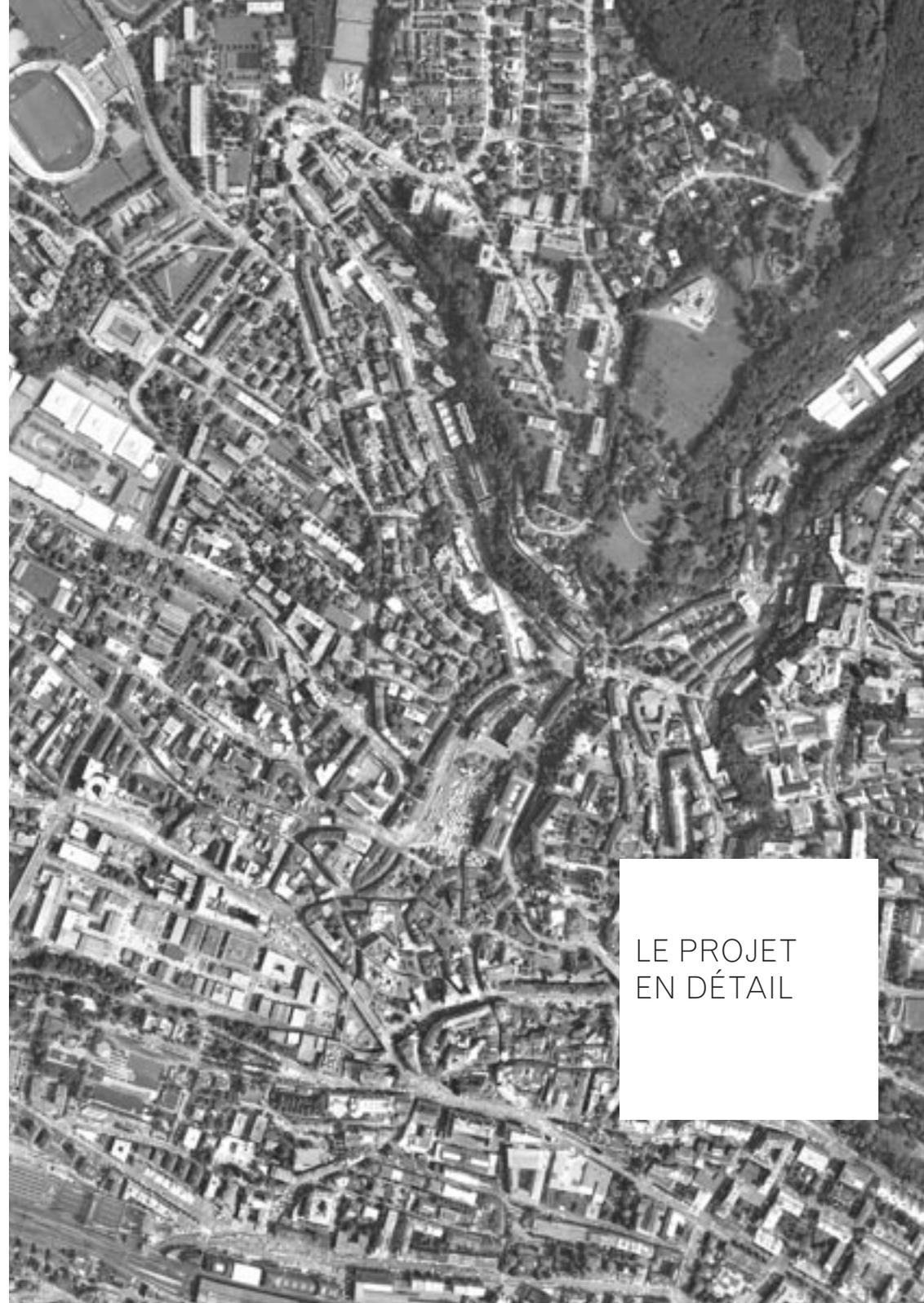


Schéma de mise en œuvre
 du développement durable

LA VOIE À SUIVRE

La mise en œuvre du développement durable s'effectue dans le cadre d'une structure dynamique, qui doit viser l'amélioration continue (voir figure ci-dessus). L'intention est de développer un guide « fil rouge du développement durable », d'affiner des projets en cours, de rectifier d'éventuelles erreurs d'orientation, de lancer des actions relatives aux standards. Il s'agit, en résumé, **de poser des jalons pour avancer dans le sens d'un développement durable.**



LE PROJET
 EN DÉTAIL

QUELS SONT LES OBJECTIFS
À ATTEINDRE DANS LES TROIS
THÈMES CHOISIS ?
COMMENT SE CONCRÉTISENT
LES NEUF ACTIONS ?
QUELS SONT LES RÉSULTATS
OBTENUS ?

THÈMES PAR PHASES

A1 Evaluation des besoins

POURQUOI ?

C'est au stade de la planification et de la programmation que les préoccupations relatives aux besoins, aux ressources et à l'environnement, offrent le plus fort potentiel pour mettre en œuvre les objectifs du développement durable. Il s'agit avant tout d'avoir une vue d'ensemble - points forts et points faibles - des divers scénarios envisagés, permettant de faire un choix « en *meilleure* connaissance de cause ». Aucun outil d'aide à la décision pour cette phase initiale du projet ne permet aujourd'hui d'intégrer le développement durable.

COMMENT ?

Le LESO/EPFL, institution pionnière dans le développement d'outils d'aide à la décision dans le domaine de l'architecture, a été chargé de développer un nouvel instrument qui intègre les enjeux du développement durable dès la formulation d'une demande de construction ou de transformation.

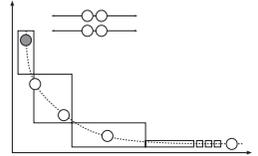
Les objectifs visés étaient les suivants :

- légitimer la demande en dressant l'inventaire des options possibles,
- valider les besoins formulés,
- évaluer les scénarios.

Les critères du projet pris en compte étaient relatifs à :

- son utilité,
- sa faisabilité,
- sa compatibilité avec les objectifs du développement durable.

La **méthode Albatros d'évaluation des scénarios** a été développée afin de fournir des éléments, concrets et objectifs, pour chaque variante de projet. La méthode représente une base de communication et de négociation qui permet d'expliquer et de justifier les choix effectués. Elle se présente sous la forme d'un manuel et d'un exemple d'application sur un cas réel. Un logiciel « Albatros » permettra de numériser les critères d'évaluation et d'en présenter le résultat graphiquement.



Etat d'avancement: 80%
Responsables internes :
MM. Eric Perrette et
Jacques-Victor Pitteloud
Collaboratrice : Mme Rebecca
Lyon (SAT)
Collaborateurs externes :
M. Jean-Bernard Gay et
Mme Catherine Merz
(LESO/EPFL)

QUOI ?

La méthode Albatros a été testée en juin 2002 sur l'objet « Site et Musées Romains d'Avenches ». La procédure étant déjà en cours - programme du musée, stratégies d'intervention, scénarios et variantes -, le test s'est limité à la validation des critères et à l'évaluation des scénarios. Il a toutefois permis de montrer que la méthode s'intègre sans problème dans une procédure en cours. Un test complet doit encore être effectué pour valider définitivement la méthode.

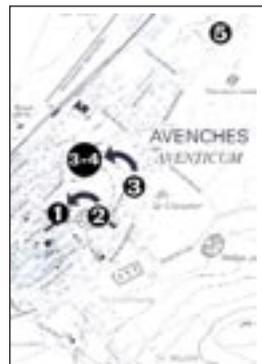
Les quatre scénarios pour le projet « Site et Musées Romains d'Avenches »

- 1 Château
- 2 Musée romain
- 3 Bureau, av. Jomini 16
- 4 Laboratoire, rue du Pavé 4
- 5 Dépôt du musée, rte de Berne

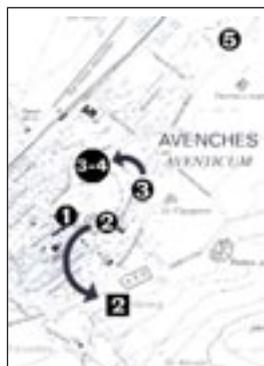
Scénario 0
Statu quo



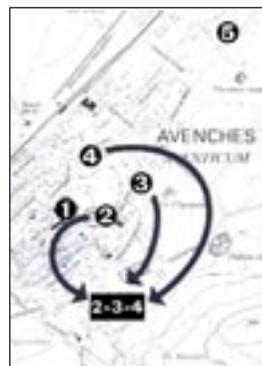
Scénario 1
Regroupement des activités de bureau et de laboratoire et transfert du musée au château



Scénario 2
Regroupement des activités de bureau et de laboratoire et construction d'un musée à l'extérieur de la ville



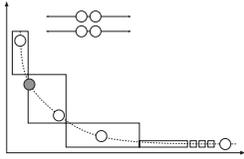
Scénario 3
Regroupement général du musée et des activités de bureau et laboratoire dans une construction neuve à l'extérieur de la ville



A: Satisfaisant
R: Insatisfaisant
I: Incertain

	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3			
SOCIÉTÉ	Site et architecture	A-	A	R	R	Le scénario de réaffectation du château (scénario 1) est privilégié par tous avec des réserves des monuments historiques. Une construction neuve est considérée comme incertaine, elle est rejetée par un membre du groupe qui considère que le patrimoine de la vieille ville souffrirait de la décentralisation du nouveau musée.	
	Identité du site, caractère						
	Valorisation du patrimoine						
	Protection du patrimoine						
	Collectivité	R	A	A-	A-		Les scénarios 1, 2 et 3 sont globalement déclarés acceptables. Les avis divergent fortement sur le développement du quartier : certains le jugent égal pour les scénarios 1, 2 et 3 d'autres considèrent que les scénarios de construction neuve n'apporteraient rien au développement local.
	Dévelop. du quartier						
Développement culturel							
Conforts							
Acceptabilité							
Attractivité/appropriation							
ENVIRONNEMENT	Ressources/sol	A	A	I-	I-	Malgré le manque d'information, on peut considérer que les scénarios 2 et 3 ont un impact beaucoup plus important sur l'environnement (consommation de matériaux et de sol) qu'une solution de rénovation ou de statu quo.	
	Matériaux						
	Conception bioclimatique						
	Utilisation du sol						
Impacts des transports							
ECONOMIE	Coûts	A	I+	I-	I-	Ce critère est difficile à apprécier par manque d'information en l'état de l'étude. Certains pressentent qu'une construction neuve coûtera plus cher. Tous ont des doutes quant aux délais de réalisation du projet, un des membres pense qu'ils seront plus longs dans le cas de la réaffectation du château (scénario 1).	
	Financement						
	Investissements						
	Charges d'exploitation						
	Délai de réalisation						
	Maintien de la valeur	R	I	A	A	La pérennité, la flexibilité et les possibilités d'extension sont incertaines dans le scénario de réaffectation du château. Une construction neuve répondrait mieux à ce critère. L'évaluation de la performance condamne le scénario 0 au veto.	
Perrenité, flexibilité, extension							
Performance							
Développement régional	R	A	A	A	Presque tous pensent qu'à part le statu quo tous les scénarios apporteraient un développement touristique. Un membre du groupe pense que seule la réaffectation du château répond de manière acceptable à ce critère.		
Développement touristique							

Critères d'évaluation selon une version orientée développement durable, test Albatros sur le projet « Site et Musées Romains d'Avenches »



Etat d'avancement : 70%
 Responsables internes :
 MM. Eric Perrette et
 Jacques-Victor Pitteloud
 Collaborateur externe :
 M. Christophe Mercier

THÈMES PAR PHASES

A2 Evaluation des concours POURQUOI ?

Quand il construit, l'Etat pratique la mise en concurrence. La procédure de concours d'architecture ou de mandats d'étude parallèles est la première phase où les critères du développement durable doivent être intégrés par les architectes. L'analyse des projets prend en compte les quatre domaines suivants : urbanisme et aménagement, fonctionnalité, rentabilité et écologie. Alors que les méthodes d'évaluation et les outils sont largement développés dans les trois premiers domaines, ce n'est pas le cas pour celui de l'écologie. Comment intégrer ce nouveau point de vue dans les cahiers des charges ? A ce stade d'avant-projet, il s'agit d'**estimer quels sont les critères déterminants et mesurables** qui pourraient aider les membres du jury à choisir le meilleur projet.

COMMENT ?

La **méthode SNARC**, développée en collaboration avec la Haute école technique de Winterthur, est une systématique qui permet d'évaluer la prise en compte du développement durable par les concurrents d'un concours. Si elle ne demande aucun travail supplémentaire aux concurrents - elle ne doit pas modifier ni compliquer les procédures -, elle nécessite en revanche l'adhésion et la préparation du jury.

Concrètement, l'outil propose une grille de dix-huit critères d'évaluation regroupés en six catégories (parcelle, construction, exploitation, qualité d'utilisation, changement d'affectation, possibilités d'extension). Il s'agit davantage de comparer les projets critère par critère que d'additionner des points et d'attribuer une note finale. SNARC est donc avant tout une contribution à la discussion et un outil d'aide à la décision.

Jury du concours de l'agrandissement du Centre d'enseignement Professionnel du Nord
 Vaudois à Yverdon-les-Bains, 1994 (Photo: Jean-Philippe Daulte)



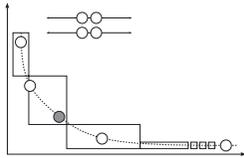
Critères	Dimensions et informations nécessaires	Niveau de traitement		
		inférieur	moyen	supérieur
1 Parcelle				
1.1 Surfaces vertes	% de l'ensemble de la parcelle	estimer	estimer	calculer
1.2 Milieux naturels de valeur	% des surfaces et des éléments existant au départ	estimer	estimer	calculer
1.3 Milieux naturels de valeur	% de l'ensemble de la parcelle	en général non accessible	estimer	calculer
2 Construction				
2.1 Ressources pour les terrassements et la mise en forme du terrain	m ³ déblai, m ² circulation et murs	en général non accessible	estimer	calculer
2.2 Ressources pour le gros œuvre	Concept des matériaux m ² de surface de plancher, surface des fenêtres en % des façades	interpréter	interpréter	justification spéciale
2.3 Ressources pour les aménagements intérieurs	Concept des matériaux, SRE	en général non accessible	en général non accessible	calculer
3 Exploitation				
3.1 Energie primaire pour le chauffage	Concept énergétique, SRE	estimer	estimer	Vérification 380/1
3.2 Bonus pour collecteurs solaires	m ² de collecteurs solaires	en général non accessible	en général non accessible	calculer
3.3 Bonus pour installation solaire photovoltaïque	m ² de collecteurs photovoltaïque	en général non accessible	en général non accessible	calculer
3.4 Pénalité pour entretien des façades	Concept des matériaux, m ² SP (sans sous-sol), détails de façade 1:20	en général non accessible	interpréter	interpréter
4 Qualité d'utilisation				
4.1 Conception de la protection contre le bruit	aucun	interpréter	interpréter	interpréter
4.2 Protection solaire efficace	Détail de façade 1:20	en général non accessible	en général non accessible	interpréter
4.3 Confort d'aération	Rapport explicatif sur les installations du bâtiment	en général non accessible	en général non accessible	interpréter
4.4 Lumière naturelle et confort spatial	aucun	interpréter	interpréter	interpréter
5 Changement d'affectation				
5.1 Pénalité pour manque de flexibilité des aménagements	Surface de plancher SP (sans sous-sol)	en général non accessible	interpréter	interpréter
5.2 Pénalité pour structures porteuses peu adaptées aux changements d'affectation	Concept statique, m ² , surface de plancher (sans sous-sol)	en général non accessible	interpréter	interpréter
5.3 Pénalité pour manque de flexibilité des distributions des installations techniques	Concept des installations du bâtiment, m ² , surface de plancher (sans sous-sol)	en général non accessible	interpréter	interpréter
6 Possibilités d'extension				
	aucun	interpréter	interpréter	interpréter

Informations et dimensions nécessaires à l'évaluation selon SNARC en fonction du niveau de traitement (18 critères)
Le niveau de traitement dépend du degré de précision des informations contenus dans le rendu des concurrents : il ne doit pas nécessairement être identique pour tous les critères. Par comparaison entre les projets, la méthode permet de dégager des tendances et de situer un projet par rapport à l'autre.

QUOI ?

Le Service a contribué au financement de la traduction française de la méthode (version disponible sur Internet depuis le 1^{er} janvier 2002). Actuellement en phase de test, SNARC n'a encore jamais été explicitement introduit dans les règlements de concours, mais a fait l'objet d'applications réalisées sur des projets avant et après jugement. Les avis quant à l'intérêt de la méthode sont positifs, bien qu'elle provoque encore des réticences quant aux paramètres d'évaluation.

Pour sensibiliser les professionnels, plusieurs séminaires, cours et présentations ont été organisés tant à l'interne qu'à l'externe. Ces séances d'information ont montré que si les réactions divergent, tout le monde semble s'accorder sur les principes généraux du développement durable. Ceux-ci ont déjà été mentionnés à plusieurs reprises dans les concours d'architecture (Centre d'entretien des routes nationales à Bursins, amphithéâtre de Nyon, Ecole d'ingénieurs à Yverdon, gymnase de Beaulieu) et les critères SNARC remplaceront avantageusement les critères flous énoncés jusqu'à maintenant dans les concours. Le choix du meilleur projet étant l'objectif visé, la seule alternative à SNARC impliquerait que l'évaluation des aspects écologiques soit abandonnée à l'arbitraire et à l'approximation.



Etat d'avancement : 50%
 Responsables internes :
 MM. Eric Perrette et
 Jacques-Victor Pitteloud
 Collaborateur externe : Atelier
 d'architecture niv-o

THÈMES PAR PHASES

A3 Optimisation des projets POURQUOI ?

En phase de matérialisation du projet, il est important de faire les bons choix dans les domaines constructif et technique. Les contraintes concernant les charges sur l'environnement, les exigences de confort climatique, acoustique et visuel ainsi que les coûts d'investissement, de maintenance et de renouvellement doivent être pris en compte. L'objectif est de **développer un projet optimisé sous l'angle de la matérialisation et de la rentabilité**. Il existe plusieurs outils expérimentaux d'aide à la décision pour cette phase.

COMMENT ?

Basé sur le principe de la méthode par éléments de construction, le logiciel **OGIP** initié par le KOEB et le CRB, permet d'optimiser l'impact sur l'environnement lors de l'établissement des principes constructifs. Préalablement pressenti comme l'outil approprié, il a été abandonné en raison de sa lourdeur et de sa complexité d'utilisation.

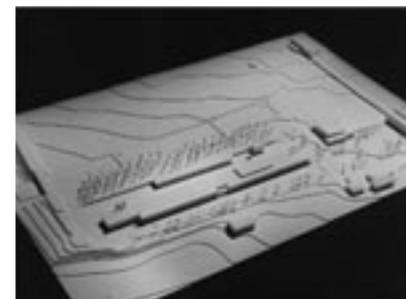
En remplacement, il a été décidé d'utiliser le logiciel plus général **Vitruvius**. Testée sur le projet du Centre d'entretien des routes nationales (Cern) de Bursins par l'atelier niv-o, architectes mandataires, l'application a fait l'objet d'un bilan global négatif. Plus adapté pour le logement et les bâtiments administratifs, le logiciel ne convient pas au calcul du bilan énergétique pour des situations non standardisées comme peut l'être un garage à véhicules accolé à des bureaux. Vitruvius a donc été abandonné pour ce type d'approche.

Les mandataires ont notamment utilisé la méthode **SNARC** dont la systématique d'évaluation s'apparente à un calcul par éléments constructifs tel que décrit par le CFE. La méthode détermine une valeur d'énergie grise en MJ/m² selon le matériau employé ou le type de construction choisi. L'addition des quantités d'énergie grise par élément correspond à la quantité totale de charge polluante que génère la construction sur une durée de trente ans.

QUOI ?

Malgré l'utilisation d'un outil (SNARC) qui n'était a priori pas destiné à cette phase d'optimisation, la comparaison entre les diverses variantes a pu se faire de façon efficace. Elle s'est opérée sur les bilans d'énergie grise, les bilans d'énergie d'exploitation et les coûts d'exploitation et d'entretien (voir figures p. 26-27). L'effort d'optimisation du projet Cern a finalement porté prioritairement sur les dalles et l'enveloppe (façades, fenêtres et toiture), éléments générateurs des trois quarts de l'énergie grise du bâtiment.

Par ailleurs, il est important de mentionner que le projet de Bursins offre une base de travail pertinente parce que sa conception répondait déjà aux questions du développement durable et qu'il est l'œuvre d'un bureau d'architectes sensibles à ce thème. Cet élément est en effet primordial pour que la recherche en équipe aboutisse à des résultats valables. S'il y a volonté conjointe du maître de l'ouvrage et du mandataire, les prestations supplémentaires engendrées par cette phase d'optimisation se répercutent positivement sur le projet. Cependant, il reste encore à définir un outil approprié d'aide à la décision, sous forme de méthode ou de logiciel. Il devrait permettre d'identifier les enjeux propres à chaque projet, de formuler les critères relatifs aux enjeux du développement durable et d'évaluer les différentes options et variantes sous une forme graphique, facile à comprendre et à interpréter.



Maquette du 1^{er} prix du concours pour le Centre d'entretien des routes nationales de Bursins (Architectes : Atelier niv-o)

ENERGIE - MATERIAUX

TOITURE BOIS VEGETALISEE
AVEC RETENTION D'EAU

STORES EXTERIEURS A LAMELLES

FENETRES BOIS METAL

PANNEAUX SOLAIRES
TERRAZQUES NON VITRES
TOILES NOIR NOIRCES



ORGANISATION

BUREAUX

GARAGES ET DEPOTS

© atelier niv-o - architectes - lausanne

ORGANISATION

BUREAUX A L'ETAGE

DEPOTS AU REZ
GARAGES
EN DOUBLE HAUTEUR



ENERGIE - MATERIAUX

TOITURE BOIS

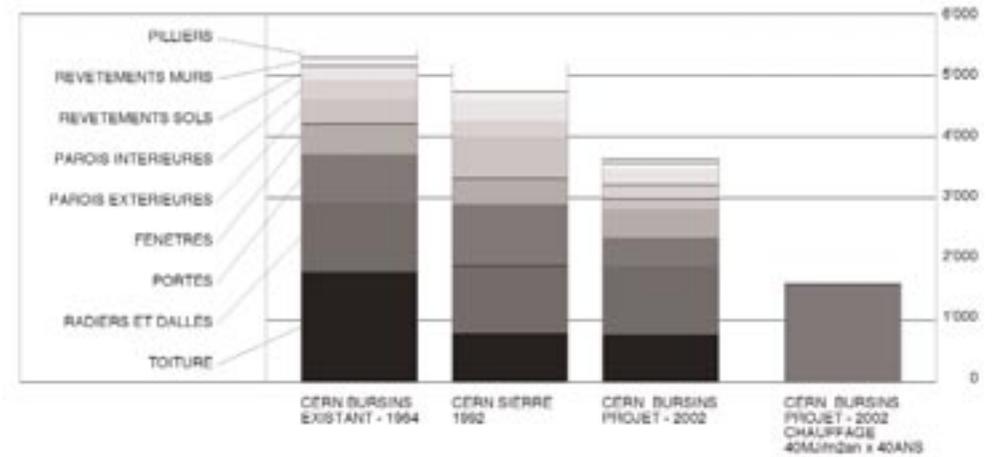
SOMMIERS EN LAMELLE COLLE

POURTRISON EN BOIS QUARRÉ

LANTERNEAU POUR
LUMIERE NATURELLE
AVEC CAPTEURS
PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉS

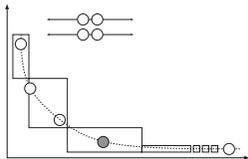
PILERS ET SOMMIERS
EN BÉTON PRÉFABRIQUÉ

© atelier niv-o - architectes - lausanne



Maquette de travail du Centre d'entretien des routes nationales de Bursins : schéma des matériaux extérieurs (en haut) et intérieurs (en bas) intervenant dans le calcul énergétique (Documents : Atelier niv-o).

Calcul d'énergie grise du bâtiment selon la méthode SNARC en MJ/m² de surface de plancher : comparaison des valeurs d'énergie grise nécessaire à la construction d'un Cern dans trois cas de figure différents (Bursins 1964, Sierre 1992 et Bursins 2002) et de l'énergie nécessaire pour le chauffage du futur Cern de Bursins (projet 2002) pendant 40 ans.



Etat d'avancement : 80%
 Responsable interne :
 Mme Viviane Keller
 Collaborateur externe :
 M. Christophe Mercier

THÈMES PAR PHASES

A4 Evaluation des produits POURQUOI ?

La phase de préparation de l'exécution passe par l'élaboration des dossiers d'appel d'offres. Afin de respecter les exigences environnementales du maître de l'ouvrage, les choix de matériaux favorables doivent figurer dans les dossiers. Et pour qu'ils puissent être prescrits lors de l'élaboration des soumissions, les produits doivent au préalable avoir été évalués d'un point de vue écologique. Les éco-devis sont la principale méthode disponible pour **l'évaluation écologique des matériaux**.

COMMENT ?

Le programme CAN est une base de travail pour l'élaboration des soumissions. Basés sur les données de la norme SIA 493 « Déclaration écologique des produits », les **éco-devis** sont une méthode d'aide au choix de matériaux favorables à l'environnement. Ils existent sous forme papier et sous forme informatique au sein du programme. Bien qu'ils éludent le problème de la longévité des matériaux, de leur provenance et de leur mode de transport, leur usage pour diminuer l'impact sur l'environnement reste précieux. Lors de la mise en soumission, les articles favorables sont mis en évidence par différentes couleurs selon leur degré de compatibilité. Des informations quant aux critères de classement sont également données.

Concrètement, le Service a mené une soumission pilote en étroite collaboration avec le mandataire pour la réfection d'une toiture plate. L'adjudication avec des matériaux conformes à l'environnement selon les conseils des éco-devis a permis de mettre en œuvre une toiture à un coût moindre qu'avec des matériaux plus polluants. Cette expérience doit être élargie à d'autres projets en phase de soumission. L'objectif est que tous les bureaux mandatés pour de nouveaux projets travaillent avec les éco-devis du CAN. Cette exigence du maître de l'ouvrage pour la prise en compte des impacts des matériaux sur l'environnement est la condition sine qua non à la mise en soumission.

QUOI ?

A ce jour, vingt-sept domaines de la construction contenant des données éco-devis sont disponibles. Environ dix nouveaux articles normalisés sont mis à jour chaque année. Le canton de Vaud participe à leur traduction en langue française. Le Service, en tant que maître de l'ouvrage, pourra exiger que ses mandataires travaillent avec les éco-devis. Il s'engage à assurer l'information auprès des bureaux, ainsi que l'accompagnement lors des premières soumissions. Des cours de formation ont déjà été donnés aux collaborateurs internes, et aux mandataires dans l'ensemble de la Suisse romande. Il est prévu une séance d'information spécifique à ces derniers pour les motiver à utiliser cet outil d'aide à la décision quant aux choix des matériaux.

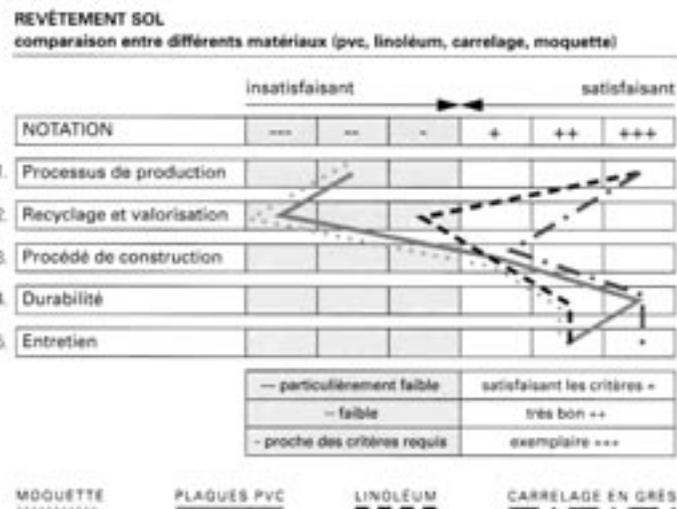
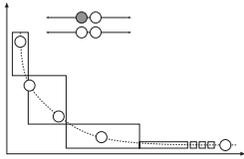


Schéma du choix des matériaux selon divers critères de développement durable. Méthode développée par Laurent Fragnières lors de la mise au point du projet du bâtiment de la rue de Genève 55 en 2000 à Lausanne. La méthode des éco-devis renseigne sur les notations 1 à 3. Les notations 4 à 5 sont fournies par le savoir-faire ou des publications du KOEB.

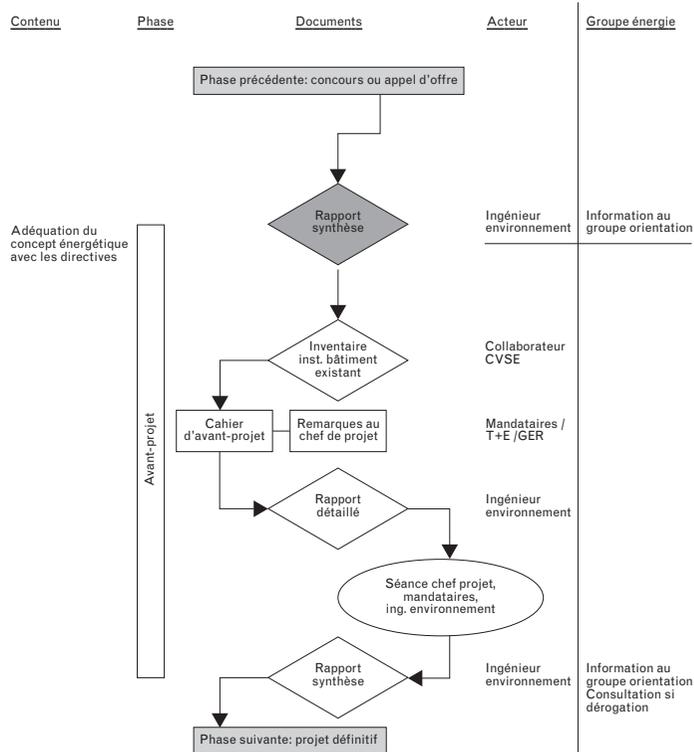


THÈMES TRANSVERSAUX

B1 Processus de décision POURQUOI ?

Le processus de décision n'a encore jamais été appréhendé de manière totalement satisfaisante. Or le stade actuel d'avancement du programme de formation interne (C1) démontre la nécessité d'un guide portant sur la **maîtrise du processus de décision lors de toutes les phases d'un projet de construction**. Les chefs de projet ressentent en effet le besoin d'un document de synthèse d'aide à la décision, résumant les acquis des tests en cours.

Etat d'avancement : 10%
Responsables internes :
MM. Yves Golay, Eric Perrette
et Jacques-Victor Pitteloud
Collaborateur externe :
M. René Longet



Processus de décision et mode de collaboration entre les chefs de projet et le groupe énergie afin d'atteindre les objectifs visés en matière énergétique (consommation minimum et énergie renouvelable)

COMMENT ?

Mandaté pour la formation interne et la communication externe, M. René Longet a avancé l'idée d'un **guide de décision par phase**. Ce « fil rouge » devrait en effet établir un référentiel clair et pratique pour l'application du développement durable dans le bâtiment. L'idée est d'y intégrer les acquis et expériences réalisés par le Service, éléments qui sont aussi répercutés via la formation interne. Sorte de « dix commandements » du développement durable ou synthèse du programme de formation, le guide deviendrait l'outil incontournable des chefs de projet.

QUOI ?

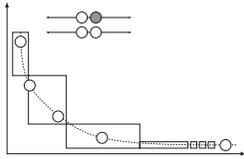
Réalisée en collaboration avec M. René Longet, une première ébauche de guide - dont la structure a été approuvée - a vu le jour. En revanche, le contenu et les références à retenir pour l'intégration des critères du développement durable dans les étapes du projet doivent encore être précisés.



Début de processus : phase de concours et projet.
Maquette du 1^{er} prix du concours Centre horizon d'activités et de Relais Transition Ecole-Métier
(Photo: Rémy Gindroz)



Fin de processus : phase de gestion et d'exploitation.
Bâtiment administratif cantonal à Morges



Etat d'avancement : 20%
 Responsable interne :
 M. Eric Perrette

THÈMES TRANSVERSAUX

B2 Adaptation des standards POURQUOI ?

La question des standards de construction revient régulièrement lors des discussions relatives aux différentes demandes de crédits d'ouvrage ou d'entretien. L'idée de base du projet est d'identifier les standards allant dans le sens ou à contresens du développement durable pour les adapter et ainsi **réaliser des économies.**

COMMENT ?

Concrètement, la **définition des standards** se fera par le biais de l'évaluation de quelques réalisations récentes. L'occasion sera également saisie de soumettre les bâtiments analysés à un examen de durabilité. Les résultats issus de l'évaluation a posteriori permettront d'améliorer, le cas échéant de réorienter, les actions menées par le Service. Par phases de projet de construction, les standards à identifier portent sur les aspects suivants : programmation, équipement, législation, construction, entretien et exploitation. La collaboration se fera entre les mandataires ayant participé à la réalisation et un spécialiste mandaté.

QUOI ?

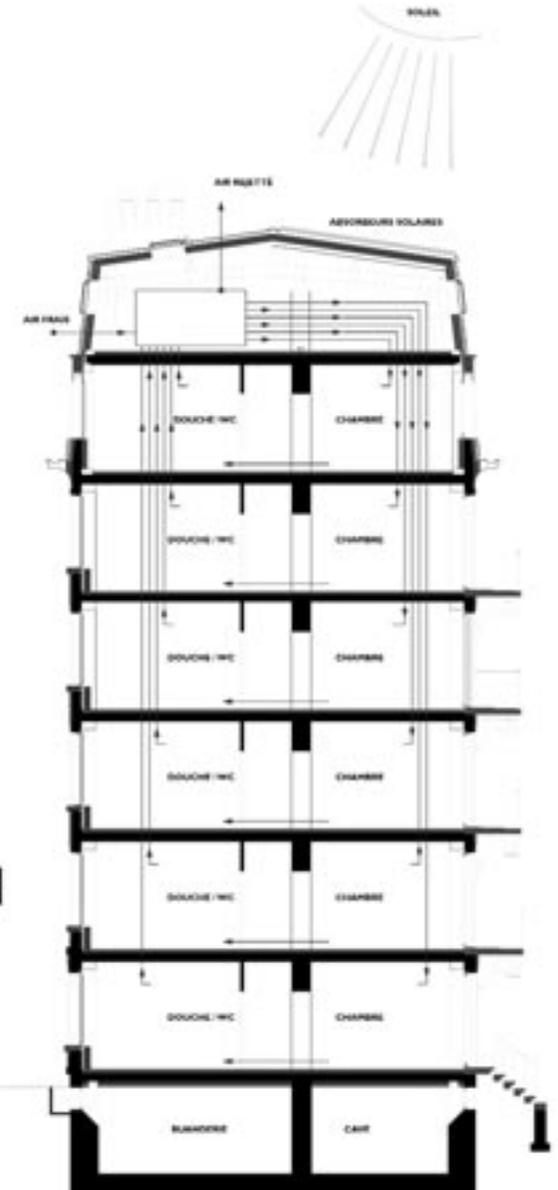
Une première analyse des standards (minimum) appliqués existe dans le rapport d'évaluation du Tribunal d'Arrondissement de la Broye et du Nord vaudois à Yverdon-les-Bains, ainsi que le projet de construction du Centre de Formation de Bûcherons au Mont-sur-Lausanne.

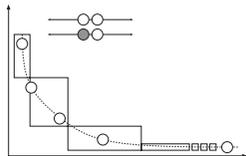
Le GuestHouse, une réalisation exemplaire en matière de transformation intégrant les critères de développement durable.
 (Architecte : Patrick Chiché, Synthèse D+C, ingénieur : Mats-Ola Nilsson)

Premier label Minergie sur un bâtiment de 1900, dont la transformation a permis d'une part un maintien de l'expression architecturale des façades par l'utilisation d'un crépis isolant et d'autre part l'utilisation des anciens conduits de cheminée pour une ventilation contrôlée.
 (Documents: Synthèse D+C)



Ce bâtiment a fait l'objet d'une visite-conférence dans le cadre de la formation du Service.





Etat d'avancement : 50%
 Responsables internes :
 MM. Yves Golay et Eric Perrette
 Collaborateur externe : M. René Longet

THÈMES DE FORMATION ET COMMUNICATION

C1 Formation interne

POURQUOI ?

L'intégration des notions de développement durable aux tâches du Service passe par l'élaboration d'un **projet global de formation des collaborateurs**. En effet, ces notions sont nouvelles pour la majorité des professionnels. Les objectifs sont les suivants : ancrage en profondeur des nouveaux savoir-faire et mise en application des nouveaux outils.

COMMENT ?

Président de l'organisation « equiterre, partenaire pour le développement durable », M. René Longet est mandaté depuis 2001 pour la mise en place et la réalisation du **programme de formation interne**. D'abord orienté sur la sensibilisation, il vise aujourd'hui plutôt la constitution systématique d'un savoir-faire. Le programme se décline en deux axes : les conférences-débats et les tests d'outils d'aide à la décision.

Le premier axe repose sur les **rencontres mensuelles** ouvertes à tous, mais obligatoires pour les sections directement concernées. Sous forme d'exposés, de séminaires ou de visites, les rendez-vous ont pour thème des sujets généraux et des réalisations pratiques. Un résumé de toutes les conférences est disponible sur le site Internet du Service (DINF). Ces présentations et les discussions qui suivent font progressivement apparaître la complexité mais aussi le caractère concret du développement durable.

Le second axe permet de valider des approches pratiques. Il repose en effet sur le **test d'un outil par le biais de son application sur un projet concret** (SNARC sur Bursins, Albatros sur Avenches, notamment). Les chefs de projet sont responsables des tests respectifs. Des cours de formation et de suivi sont également proposés aux collaborateurs concernés, et la participation à des cours et séminaires organisés par les institutions compétentes en la matière fortement encouragée.

QUOI ?

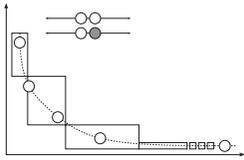
Cinq conférences-débats ont eu lieu en 2001, dix en 2002 et cinq en 2003. Les participants (au nombre de 20 à 40) sont principalement les chefs de projets du Service, mais également des mandataires privés, des représentants d'autres services du DINF ou de l'Etat. La discussion est toujours l'occasion d'un échange fructueux et certaines propositions émises lors des séances sont intégrées au programme de développement durable. Le programme annuel est largement diffusé (y compris sur Internet).

Quelques tests d'outils ont déjà été réalisés sur différents projets (SNARC pour le Cern de Bursins, l'amphithéâtre de Nyon et l'EIVD) en fonction de leur état d'avancement. Les résultats spécifiques sont publiés dans les rapports de travail ou d'expertise, disponibles sur demande.



La formation interne se fait par des séminaires, journées interactives, visites, cours, échanges, réalisations.





THÈMES DE FORMATION ET COMMUNICATION

C2 Communication externe POURQUOI ?

Depuis trois ans maintenant, le Service fournit beaucoup d'efforts en matière de développement durable. Les connaissances acquises, la méthode élaborée et testée sur les projets menés méritent d'être connus plus largement. Le but est d'informer les différents publics et les professionnels de la construction, premiers concernés par la démarche du Service. Les collaborateurs internes de l'Etat bénéficient déjà d'un programme de formation spécifique. Ce sont donc les intervenants externes qui sont ici visés : les mandataires de l'Etat tout d'abord, puis tous les professionnels et maîtres d'ouvrage potentiels. La sensibilisation des intervenants, et de manière plus générale du citoyen, passe par l'information.

Etat d'avancement : 40%
Responsables internes :
MM. Eric Perrette et Yves Golay
Collaborateurs : DDC,
Mme Valérie Brugger
Collaborateurs externes :
M. René Longet,
Revue TRACÉS

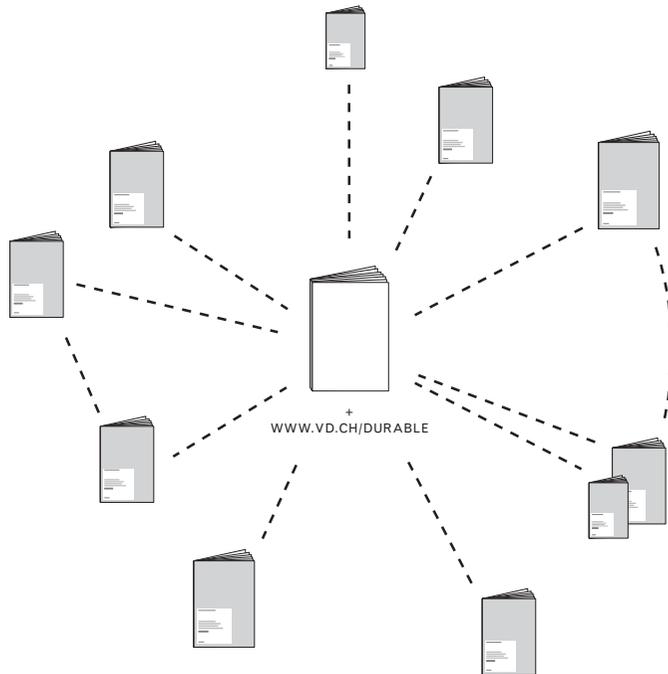


Schéma logique de la collection « Jalons »

Au centre : un livre et un site Internet qui décrivent la notion générale du développement durable
Autour : des brochures spécifiques qui relatent l'état d'avancement de chaque projet

COMMENT ?

Spécialiste en matière de développement durable, M. René Longet est mandaté pour la réalisation du projet de communication externe. Le principe de base est d'**harmoniser le travail de communication avec les thèmes présentés en interne et les actions menées par le Service**. Le site Internet du DINP, où figure le contenu des conférences, est tenu régulièrement à jour. Des conférences de presse sont organisées ponctuellement. Des articles dans les revues spécialisées ainsi que des conférences multiplient les échanges entre acteurs préoccupés par les mêmes problématiques.

Après concertation entre les responsables, **un concept global de communication du développement durable à l'Etat de Vaud** a été mis en place. Il est constitué d'une série de publications (également présentes sur Internet sous www.vd.ch/durable) qui intègre les départements et les services de façon transversale, et relate les états d'avancement respectifs. Des brochures spécifiques complètent un dossier central de référence. La collection « Jalons », dont le présent document est la première parution, a été conçue comme un support à la présentation des travaux réalisés. Elle présente l'état de la question et des pratiques à un moment donné. Elle apporte des éléments de réponse mais pas de solutions toutes faites et montre les résultats obtenus, les doutes et les limites. Les études présentées servent d'exemple, pas de mode d'emploi. Le but est le développement global plus rapide grâce à la transmission des connaissances.

QUOI ?

Cette première parution du Service sur le thème du « développement durable au service des bâtiments » inaugure la collection « Jalons ». D'autres brochures sont d'ores et déjà prévues, elles traiteront de la méthode SNARC, du programme de formation, du programme énergie, du Cern de Bursins. Avant ce projet éditorial, dernier né du programme de communication externe, plusieurs articles spécifiques ont été publiés dans la presse spécialisée et grand public. Le savoir-faire acquis par le Service a été transmis plusieurs fois lors des cours ou conférences.

Dès le début de la mise en place de la démarche, il est apparu que la communication externe était importante, sinon primordiale.

GRUPE DE TRAVAIL

En architecture, il y a peu d'expérience et quasiment pas de modèle ni de références en matière de développement durable. Tout est à inventer. Afin de réfléchir ensemble pour mieux agir ensemble, un groupe de travail est chargé de coordonner et de mettre en œuvre les actions au sein du Service. Inchangé depuis sa création, il est composé de quatre personnes qui se réunissent régulièrement pour avancer dans les divers thèmes de recherche.

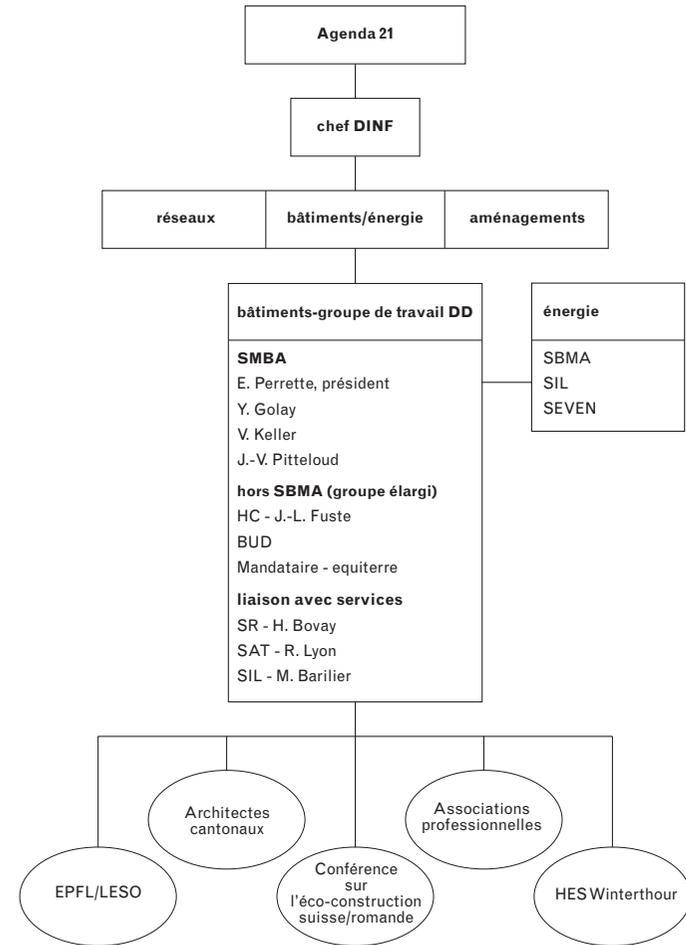
Membres internes :

- M. Eric Perrette, architecte cantonal, chef du SBMA, président du groupe
- Mme Viviane Keller, architecte, section Travaux et Energie
- M. Yves Golay, architecte, chef section Travaux et Energie
- M. Jacques-Victor Pitteloud, architecte, section Etudes et Réalisations

Ce groupe bénéficie des compétences en matière de développement durable de M. René Longet, président d'« equiterre, partenaire pour le développement durable ». Les projets du Service sont élaborés en collaboration avec les institutions, les maîtres d'ouvrages publics, les Hautes écoles, les EPF, les associations professionnelles. Des collaborations spécifiques sont aussi menées ponctuellement avec d'autres professionnels internes ou externes.



ORGANIGRAMME DU SERVICE



ÉTAT DE VAUD

TROIS DOMAINES DU DÉPARTEMENT DES INFRASTRUCTURES

PARTENAIRES EXTÉRIEURS

LEXIQUE ET ABRÉVIATIONS

ALBATROS	Test orienté développement durable d'évaluation de projet
BUD	Bureau de construction de l'Université de Lausanne-Dorigny
CAN	Catalogue des articles normalisés
CFE	Code des frais par éléments
CE	Conseil d'Etat
COFIN	Commission des finances
CRB	Centre de rationalisation du bâtiment
DD	Développement durable
DDC	Délégué départemental à la communication
DINF	Département des infrastructures
DSE	Département de la sécurité et de l'environnement
HC	Hospices cantonaux
KOEB	Koordinationsgruppe Ökologisch Bauen (Conférence sur l'éco-construction)
OGIP	Optimisierung der Gesamtanforderungen - ein Instrument für die integrale Planung
SAT	Service de l'aménagement du territoire
SBMA	Service des bâtiments, monuments et archéologie
SEVEN	Service environnement et énergie
SIA	Société suisse des ingénieurs et architectes
SIL	Service immobilier et logistique
SNARC	Systématique pour l'évaluation du développement durable lors de concours d'architecture et de mandats d'étude
VITRUVIUS	Instrument pour l'évaluation de l'énergie grise

SITES INTERNET

Développement durable de l'Etat de Vaud	-----	www.vd.ch/durable
DINF	-----	www.dinf.vd.ch/
Conférence sur l'éco-construction	-----	www.eco-bau.ch/franz/index.html
Office fédéral du développement territorial (ODT)	-----	www.are.admin.ch/are/de
Office fédéral de l'environnement, forêts et paysage (OFEP)	--	www.umwelt-schweiz.ch/buwal/fr/
Site officiel du Sommet de la Terre à Johannesburg	-----	www.johannesburgsummit.org/
Délégation suisse au sommet de Johannesburg	-----	www.johannesburg2002.ch/fr/home/index.php
«Equiterre, partenaire pour le développement durable»	-----	www.equiterre.ch
Divers	-----	www.energicite.ch , www.agora21.org

CONTACTS

M. Eric Perrette, architecte cantonal, chef du Service des bâtiments, monuments et archéologie / DINF
Place de la Riponne 10, CH – 1014 Lausanne, tél. 021 316 73 01, fax 021 316 73 47, eric.perrette@sb.vd.ch
Mme Valérie Brugger, coordinatrice du développement durable à l'Etat de Vaud, Secrétariat général / DSE
Place du Château 1, CH – 1014 Lausanne, tél. 021 316 45 26, fax 021 316 45 27, valerie.brugger@sg-dse.vd.ch

COLLECTION « JALONS »

1 Le développement durable au service des bâtiments

A paraître :

- Méthode SNARC
- Programme de formation du SBMA
- Programme énergie
- Cern de Bursins

Editeur : Etat de Vaud, août 2003

Graphisme : Atelier Poisson

Rédaction : Katia Freda, revue TRACÉS

Impression : CADEV, Lausanne

Imprimé sur papier Biberist Furioso sans bois 75% cellulose de paille et 25% recyclé (couverture)
et Z-offset W 100% chutes de bois (intérieur), les deux avec label Cygne blanc

Couverture : Vue aérienne de Lausanne (Photo: SAT)