

# Audit du développement durable dans les bâtiments de l'Etat de Vaud



**Rapport n°37**

**du 18 mai 2016**

## ECHANTILLON DE BÂTIMENTS

Type d'intervention	Service constructeur	Bâtiment	Affectation(s)	Permis de construire	Mise en service
Construction neuve	SIPaL	Centre d'entretien des routes nationales (CeRN) de Bursins	Technique Administration	07.2003	Fin 2008
	SIPaL	COFOP-CHARTEM	Enseignement	09.2008	05.2010
	BUD	Géopolis	Enseignement Laboratoire	12.2009	10.2013
	CHUV	Bâtiment Hêtre de l'Hôpital de Prangins	Hospitalier	09.2006	11.2013
Rénovation complète	SIPaL	Ecole supérieure de la santé (ESSanté)	Enseignement	07.2005	10.2006
	SIPaL	César-Roux 37	Laboratoire Administration	07.2010	07.2011
	CHUV	Centre des laboratoires d'Epalinges (CLE), bâtiments C-D	Laboratoire	12.2011	06.2014
	SIPaL	Ecole professionnelle commerciale de Lausanne (EPCL), site Vallée de la Jeunesse	Enseignement	06.2013	03.2015
Rénovation partielle	SIPaL	Centre d'enseignement professionnel de Vevey (CEPV)	Enseignement	02.2007	11.2008
	SIPaL	Etablissement pénitentiaire Simplon 43	Détention	06.2010	04.2012

## RÉSUMÉ

Suite à la révision législative du 12 mars 2013, la vérification du principe de durabilité est inscrite dans les missions de la Cour des comptes. Pour son premier audit portant sur les trois dimensions de la durabilité, la Cour a porté son choix sur les activités immobilières de l'Etat.

L'Etat de Vaud est le quatrième constructeur immobilier de Suisse. Compte tenu de l'ampleur des travaux immobiliers qu'il mène et de leur impact en termes environnementaux, sociaux et économiques, il est important que l'activité des services constructeurs de l'Etat contribue efficacement au développement durable dans ses trois dimensions.

Le **cadre normatif du canton de Vaud (loi sur l'énergie et son règlement d'application, plan directeur cantonal, directives énergétiques, etc.)**, prend en compte le développement durable sous ses divers aspects. Le SIPaL s'est montré pionnier en intégrant dès 1999 les impératifs du développement durable dans ses activités. Il a fait preuve d'innovation, développé des outils reconnus (p.ex. Sméo qui permet d'intégrer le développement durable à toutes les phases d'un projet), et contribué à la prise en compte du développement durable dans les directives s'appliquant aux services constructeurs de l'Etat. Evoluant à deux reprises, celles-ci sont devenues plus précises, plus complètes, plus ambitieuses et exigeantes, dans le but de faire tendre les performances des bâtiments de l'Etat de Vaud vers celles des exigences de la société à 2'000W. Les services constructeurs de l'Etat ont pleinement participé à cette évolution en développant les outils nécessaires (notamment Sméo, TENER, participation à la définition du label MINERGIE-ECO®).

L'**audit approfondi de dix bâtiments**, incluant les réponses reçues aux 8'400 questionnaires adressés par la Cour à l'ensemble des utilisateurs, montre que l'Etat de Vaud est parvenu à trouver **un bon équilibre dans la prise en compte des trois dimensions du développement durable**, notamment grâce à une approche pragmatique et à des arbitrages pertinents. Globalement, les bâtiments sélectionnés répondent pleinement à respectivement 73/75/70 % des critères sociaux/économiques/environnementaux appliqués, et présentent des points faibles pour respectivement 10/3/9 % des critères précités. Ces critères sont issus principalement de la recommandation SIA 112/1 « Construction durable – Bâtiment » ainsi que de l'outil Sméo.

Dans presque tous les bâtiments audités, la Cour a relevé une certaine harmonie et une cohérence globale entre la responsabilité environnementale, la sobriété économique et la vitalité sociale. Grâce notamment à une certaine liberté d'interprétation (MINERGIE-ECO® ou équivalent par exemple) dans l'application du cadre normatif, le SIPAL est parvenu à concilier des exigences énergétiques, budgétaires et sociales, en développant des projets de grande qualité. La Cour recommande à l'Etat de Vaud de poursuivre dans cette voie.

Les conséquences techniques et économiques de l'exigence du standard MINERGIE-P-ECO® ou performance équivalente découlant de la loi révisée sur l'énergie pourraient exclure la majorité des arbitrages trouvés dans les projets examinés. La Cour encourage l'Etat de Vaud à poursuivre la recherche de solutions innovantes assurant un développement durable et à intégrer les exigences très ambitieuses du label MINERGIE-P-ECO® et de la société à 2'000W, qui demanderont plus d'efforts et de rigueur, avec le même esprit de pragmatisme que les premières exigences MINERGIE®, en restant vigilant sur les dimensions économique et sociale.

Elle recommande également de veiller à l'application systématique des outils Sméo et TENER pour maîtriser et vérifier la réalisation des objectifs dans toutes les phases du cycle de vie d'un bâtiment. Enfin, elle invite l'Etat à simplifier ses directives énergétiques, leur forme et leur contenu actuel étant relativement lourds et certains objectifs pas toujours pertinents, voire difficilement réalisables.

Concernant la **dimension économique du développement durable**, les bâtiments examinés ont mis en évidence des coûts additionnels, par rapport aux crédits d'ouvrage octroyés, qui se justifient dans tous les cas (hausse légales, circonstances extraordinaires, imprévus survenant en cours de chantier, etc.). La Cour recommande une définition plus précise du montant du crédit d'ouvrage, tenant compte également d'une étude de la structure existante dans les cas de rénovations. Les coûts des projets audités (constructions neuves et rénovations) s'écartent au maximum de 15% de coûts standards ou moyens de bâtiments comparables. Ces écarts s'expliquent par des impératifs architecturaux, ou par des aménagements particuliers liés à l'utilisation (p.ex. laboratoires), mais ne sont pas liés à des choix environnementaux, énergétiques ou techniques. L'exemplarité de l'Etat en matière énergétique a ainsi été réalisée au prix d'économies dans d'autres postes (par exemple les aménagements intérieurs). La Cour recommande de tenir compte des éventuels surcoûts liés aux standards énergétiques exemplaires dans l'évaluation du coût des travaux, tout en poursuivant les efforts menés jusqu'ici avec succès permettant d'absorber, par des compromis intelligents, ces surcoûts.

Concernant la **dimension environnementale du développement durable**, des objectifs de performance énergétique sont formulés pour minimiser les besoins de chaleur pour le chauffage pour tous les bâtiments examinés, mais peu voire pas du tout pour les autres postes de consommation : eau froide, énergie pour l'eau chaude sanitaire, et électricité (éclairage, installations techniques, équipements). Par ailleurs, dans la plupart des bâtiments, le concept de comptage est insuffisant : pas de décompte séparé par bâtiments, pas de décompte différencié par poste pour l'électricité, pas de comptage de l'eau chaude sanitaire. Or dans l'absolu, le concept de comptage devrait permettre de contrôler et suivre tous les postes de consommation d'eau, de chaleur et d'électricité de sorte à identifier d'éventuelles dérives et les corriger. Par manque de ressources, aucun bâtiment (hormis l'EPCL-VJ) n'a fait l'objet d'un rapport d'optimisation permettant de vérifier le bon fonctionnement des installations d'une part, et surtout de confronter la performance énergétique planifiée avec la performance réelle. La Cour recommande de formuler des objectifs énergétiques pour tous les postes de consommation, de prévoir un concept de comptage cohérent et d'optimiser les installations dès leur mise en service.

S'agissant de tendre vers la société à 2'000W d'ici l'an 2050, l'audit des dix bâtiments montre que les performances mesurées sont encore très éloignées des cibles en matière d'énergie primaire et d'émissions de gaz à effet de serre, malgré les efforts importants déployés par le canton. En particulier, sur les bâtiments avec un haut niveau de technicité, la consommation électrique est nettement plus importante que celle pour la chaleur. D'une manière générale, l'augmentation de la consommation électrique risque de compromettre l'atteinte d'une société à 2'000W. La Cour recommande de projeter des scénarios compatibles avec un tel objectif en phase d'avant-projet, et d'en chiffrer la plus-value. Elle recommande par ailleurs de formuler des objectifs concrets et chiffrés pour la consommation d'électricité, tant pour le bâtiment que pour l'utilisation, et de mesurer la performance réelle. Par ailleurs, le périmètre d'étude de la société

à 2'000W comprend l'évaluation de l'énergie grise et de l'impact de la mobilité induite. Or, ces thèmes d'étude ne sont que peu voire pas du tout abordés.

Concernant **la dimension sociale**, les indicateurs de réussite des projets sur ce plan sont notamment la satisfaction des utilisateurs, la place que le service ou l'activité dans le bâtiment prend dans la collectivité, le regard de la population sur le bâtiment. Pour évaluer si les objectifs sociaux ont été atteints, la Cour a interrogé 8'400 utilisateurs et analysé leurs réponses dont des extraits figurent dans les fiches individuelles de chaque bâtiment publiées dans le rapport d'audit. Les réponses ont montré globalement un haut degré de satisfaction, tout en faisant apparaître quelques problèmes. La prise en compte des aspects sociaux repose principalement sur la commission de projet, ainsi que sur le concours d'architecture, sans référentiel explicite et formel. La Cour recommande de développer et formaliser la prise en compte des aspects sociaux en amont ainsi qu'en phase de développement de projet et de vérifier la satisfaction des besoins des utilisateurs en phase d'exploitation. La plupart des bâtiments examinés présentant des problèmes de surchauffe estivale, la Cour recommande une vigilance de la part des services constructeurs concernant cet aspect.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ses travaux, la Cour des comptes tient à remercier toutes les personnes qui lui ont permis de réaliser cet audit. Elle souligne la disponibilité de ses interlocuteurs, de même que la diligence et le suivi mis à la préparation et à la fourniture des documents et des données requis.

Ces remerciements s'adressent en particulier aux cadres et collaborateurs du Service immeubles, patrimoine et logistique (SIPaL), de la Direction des constructions, ingénierie, technique et sécurité du CHUV et de l'Université de Lausanne, ainsi qu'à leurs mandataires. La Cour adresse également ses remerciements aux utilisateurs des bâtiments audités (élèves et étudiants, enseignants, personnels administratif, technique et soignant, chercheurs, détenus, ...) qui ont bien voulu répondre aux questionnaires qu'elle leur a adressés.



# TABLE DES MATIÈRES

Résumé.....	I
Remerciements.....	III
<b>Table des matières.....</b>	<b>1</b>
<b>Liste des principales abréviations utilisées.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Le développement durable dans la construction .....</b>	<b>5</b>
1.1. Définition du développement durable.....	5
1.2. Construction et développement durable .....	5
1.3. Contexte fédéral.....	5
1.4. Programme de législature cantonal .....	7
1.5. Historique cantonal .....	8
1.6. Stratégie cantonale.....	9
1.7. Les missions du SIPaL et du groupe Développement durable .....	11
<b>2. Les objectifs et l'approche de l'audit .....</b>	<b>12</b>
2.1. Les objectifs de l'audit.....	12
2.2. Les axes de l'audit.....	12
2.3. Les critères.....	13
2.3.1. Critères pour l'analyse du système normatif .....	13
2.3.2. Critères pour l'analyse des bâtiments.....	13
2.4. La méthodologie.....	15
<b>3. Les résultats de l'axe 1 : le contenu et l'application du système normatif .</b>	<b>18</b>
3.1. Contenu du système normatif (question n°1.1).....	18
3.1.1. Loi et règlement sur l'énergie.....	18
3.1.2. Plan directeur cantonal .....	19
3.1.3. Directives énergétiques et Groupe Energie .....	20
3.1.4. Sméo .....	20
3.1.5. TENER .....	21
3.1.6. Autres directives.....	22
3.1.7. Prise en compte des critères fédéraux dans le système normatif vaudois.....	23
3.2. Application du système normatif (question n°1.2) .....	24
3.2.1. Versions des directives énergétiques applicables aux 10 bâtiments .....	24
3.2.2. Bâtiments soumis aux directives énergétiques 2003.....	25

3.2.3.	Bâtiments soumis aux directives énergétiques 2007 .....	28
<b>4.</b>	<b>Les résultats de l'axe 2 : le développement durable dans une sélection de 10 bâtiments .....</b>	<b>35</b>
4.1.	Centre d'entretien des routes nationales (CeRN) de Bursins .....	39
4.2.	COFOP-CHARTEM.....	44
4.3.	Géopolis .....	48
4.4.	Bâtiment Hêtre de l'Hôpital de Prangins .....	53
4.5.	Ecole supérieure de la santé, ancienne Ecole de chimie .....	58
4.6.	César-Roux 37 .....	63
4.7.	Centre des laboratoires d'Epalinges (CLE), bâtiments C-D .....	68
4.8.	Ecole professionnelle commerciale de Lausanne (EPCL), site Vallée de la Jeunesse .....	73
4.9.	Centre d'enseignement professionnel de Vevey (CEPV) .....	78
4.10.	Etablissement pénitentiaire du Simplon .....	83
<b>5.</b>	<b>Réponses aux questions d'audit, constatations et recommandations .....</b>	<b>88</b>
5.1.	Les directives, normes et outils prennent-ils suffisamment en compte le développement durable ?.....	88
5.2.	L'examen d'une sélection de dix bâtiments emblématiques montre-t-il que le système normatif est bien appliqué ?.....	89
5.3.	L'examen d'une sélection de dix bâtiments emblématiques montre-t-il qu'ils satisfont aux trois dimensions du développement durable ? .....	93
5.4.	Dix bâtiments : dimension sociale .....	94
5.5.	Dix bâtiments : dimension économique .....	97
5.6.	Dix bâtiments : dimension environnementale .....	100
<b>6.</b>	<b>Observations des entités auditées .....</b>	<b>104</b>
	<b>Annexes .....</b>	<b>110</b>

## LISTE DES PRINCIPALES ABRÉVIATIONS UTILISÉES

<b>ACV</b>	Administration cantonale vaudoise
<b>AIMP</b>	Accord intercantonal sur les marchés publics
<b>ARE</b>	Bundesamt für Raumentwicklung Office fédéral du développement territorial
<b>BUD</b>	Bureau de construction de l'Université de Lausanne-Dorigny (BUD)
<b>CCF</b>	Contrôle cantonal des finances vaudois
<b>CEPV</b>	Centre d'enseignement professionnel de Vevey
<b>CeRN</b>	Centre d'entretien des routes nationales, Bursins
<b>CHUV</b>	Centre hospitalier universitaire vaudois
<b>CITS-CHUV</b>	Direction des constructions, ingénierie, technique et sécurité du CHUV
<b>CLE</b>	Centre des laboratoires d'Epalinges
<b>COFOP- CHARTEM</b>	Centre Horizon d'Activités Relais Transition Ecole-Métiers (CHARTEM), qui fait partie du Centre d'Orientation et de Formation professionnelles (COFOP), Lausanne
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone
<b>COV</b>	Composés organiques volatils
<b>CR37</b>	Bâtiment situé Rue Dr César-Roux 37 à Lausanne
<b>DACEV</b>	Directives administratives pour les constructions de l'Etat de Vaud
<b>DD</b>	Développement durable
<b>DFIRE</b>	Département des finances et des relations extérieures
<b>DFJC</b>	Département de la formation, de la jeunesse et de la culture
<b>DGES</b>	Direction générale de l'enseignement supérieur
<b>DIRH</b>	Département des infrastructures et des ressources humaines
<b>DSAS</b>	Département de la santé et de l'action sociale
<b>ECA</b>	Etablissement cantonal d'assurance contre l'incendie et les éléments naturels
<b>eco-bau</b>	Plate-forme commune des offices et services de construction de la Confédération, des cantons et des villes, édictant des recommandations sur la construction durable
<b>ECS</b>	Eau chaude sanitaire
<b>EMPD</b>	Exposé des motifs et projet de décret
<b>EPCL-VJ</b>	Ecole professionnelle commerciale de Lausanne, site de la Vallée de la Jeunesse
<b>EPF</b>	Ecoles polytechniques fédérales
<b>ESSanté</b>	Ecole supérieure de la santé, Lausanne
<b>FHV</b>	Fédération des Hôpitaux vaudois
<b>GE</b>	Groupe Energie
<b>IDC</b>	Indice de dépense de chaleur
<b>IDE</b>	Indice de dépense d'énergie
<b>KBOB</b>	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics

<b>L<sub>Ene</sub></b>	Loi fédérale sur l'énergie du 26 juin 1998
<b>LVLEne</b>	Loi vaudoise sur l'énergie du 16 mai 2006
<b>MoPEC</b>	Modèle de prescriptions énergétiques des cantons
<b>NNBS</b>	Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz Réseau Construction durable Suisse
<b>OFCL</b>	Office fédéral des constructions et de la logistique
<b>OFEN</b>	Office fédéral de l'énergie
<b>OFROU</b>	Office fédéral des routes
<b>OILC</b>	Ordonnance fédérale concernant la gestion de l'immobilier et la logistique de la Confédération du 5 décembre 2008
<b>PL</b>	Programme de législature
<b>Q<sub>h</sub></b>	Besoins de chaleur pour le chauffage (MJ/m <sup>2</sup> )
<b>Q<sub>h,li</sub></b>	Valeur limite des besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1 (MJ/m <sup>2</sup> )
<b>RLVLEne</b>	Règlement d'application de la loi du 16 mai 2006 sur l'énergie
<b>SAGEFI</b>	Service d'analyse et de gestion financières
<b>SBMA</b>	Service des bâtiments, monuments et archéologie (= SIPaL dès janvier 2006)
<b>SDOL</b>	Schéma directeur de l'Ouest lausannois
<b>SIA</b>	Société suisse des ingénieurs et architectes
<b>SIPaL</b>	Service immeubles, patrimoine et logistique né en janvier 2006 de la fusion du Service des bâtiments, monuments et archéologie (SBMA) avec le Service immobilier et logistique (SIL)
<b>Sméo</b>	Sols, matériaux, énergie et eau (méthode de mise en œuvre du développement durable dans la construction)
<b>SNBS</b>	Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz Standard pour la construction durable en Suisse
<b>SP</b>	Surface de plancher
<b>SPAS</b>	Service de prévoyance et d'aide sociales
<b>SSP</b>	Service de la santé publique
<b>U (coefficient)</b>	Coefficient de transmission thermique des éléments d'enveloppe, permettant de connaître la déperdition thermique au niveau d'un élément de l'enveloppe
<b>U<sub>li</sub></b>	Valeur limite maximale admissible du coefficient U selon SIA 380/1
<b>U<sub>ta</sub></b>	Valeur cible du coefficient U selon SIA 380/1
<b>UDD</b>	Unité de développement durable, rattachée au Secrétariat général du DIRH
<b>UBP</b>	Umweltbelastungspunkten Ecopoints
<b>Unibat</b>	Service des bâtiments et travaux de l'Université de Lausanne
<b>UNIL</b>	Université de Lausanne

# 1. LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LA CONSTRUCTION

## 1.1. DÉFINITION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

**« Le développement durable, c'est s'efforcer de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures ».**

Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement :  
1987, Notre avenir à tous (rapport Brundtland)

Le développement durable vise à concilier équitablement la responsabilité écologique, l'efficacité économique et la solidarité sociale.

## 1.2. CONSTRUCTION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le domaine du bâtiment représente un enjeu important dans les trois dimensions du développement durable :

- annuellement, 60 milliards sont investis en Suisse dans le secteur de la construction, dont un tiers par les institutions publiques ;
- avec 71 projets en cours représentant un montant total de CHF 2.18 mrds (état juillet 2015), le SIPaL est l'un des plus gros constructeurs immobiliers du pays avec la Confédération, le Canton de Zurich et les CFF (devant les grandes entreprises générales) ;
- sur le plan environnemental, ce secteur est responsable, à l'échelle nationale, de 40% de la consommation d'énergie, 40% des déchets, 80% de la consommation de matières premières, et près de 30% des émissions de gaz à effet de serre ;
- enfin, sur le plan social, un individu passe en moyenne 80% de son temps dans les bâtiments.

## 1.3. CONTEXTE FÉDÉRAL

### CONSTITUTION FÉDÉRALE

Selon l'art. 73 de la Constitution fédérale intitulé « *Développement durable* »,  
« *La Confédération et les cantons œuvrent à l'établissement d'un équilibre durable entre la nature, en particulier sa capacité de renouvellement, et son utilisation par l'être humain* ».

En matière de politique énergétique, l'art. 89 alinéa 2 de la Constitution fédérale prévoit que « *la Confédération fixe les principes applicables à l'utilisation des énergies indigènes et des énergies renouvelables et à la consommation économe et rationnelle de l'énergie* » ; l'alinéa 4 précise que

« les mesures concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments sont au premier chef du ressort des cantons ».

### LOIS FÉDÉRALES

A la différence par exemple du Québec<sup>1</sup>, le développement durable ne fait pas l'objet d'une loi spécifique en Suisse.

Dans le domaine de la construction, la « durabilité » des bâtiments est souvent mise en relation avec le respect des dispositions légales concernant les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation énergétique.

Selon l'art. 3 de la Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> du 23 décembre 2011, « d'ici à 2020, les émissions de gaz à effet de serre réalisées en Suisse doivent être globalement réduites de 20% par rapport à 1990 ».

L'ordonnance fédérale sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> du 30 novembre 2012 fixe des objectifs sectoriels et des mesures techniques de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pour les secteurs du bâtiment, des transports, et de l'industrie. L'objectif concernant le secteur du bâtiment est de parvenir en 2015 à des émissions ne dépassant pas 78% du niveau de 1990 (art. 3). Cet objectif concerne l'ensemble du parc immobilier en Suisse, pas seulement les bâtiments propriété de l'Etat.

Concernant l'énergie, la Loi fédérale sur l'énergie du 26 juin 1998 (LEne) dispose à son art. 9 alinéa 1 que « les cantons créent dans leur législation des conditions générales favorisant une utilisation économe et rationnelle de l'énergie ainsi que le recours aux énergies renouvelables » ; l'alinéa 2 précise que « les cantons édictent des dispositions sur l'utilisation économe et rationnelle de l'énergie dans les bâtiments existants et à construire et soutiennent l'application de normes de consommation ».

### RECOMMANDATIONS DE LA KBOB ET STANDARD SNBS

La **Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (KBOB)**, gérée par l'Office fédéral des constructions et de la logistique (OFCL), édicte des recommandations concernant la construction durable. Selon l'article 9 alinéa f de l'Ordonnance concernant la gestion de l'immobilier et la logistique de la Confédération (OILC), les services fédéraux de la construction et des immeubles (soit l'OFCL, armasuisse et les EPF) doivent « tenir compte de manière équilibrée, durant toutes les phases de la gestion de l'immobilier, de la capacité économique, de la responsabilité écologique et des besoins sociaux. Sont déterminantes les recommandations sur la construction durable de la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (KBOB) ».

---

<sup>1</sup> Loi québécoise sur le développement durable, du 19 avril 2006

La recommandation 2013/1 de la KBOB définit qu'un bâtiment est durable quand il répond aux critères suivants :

Société	1. Il s'intègre bien dans le contexte et prend en compte l'environnement architectural
	2. Les groupes-cibles et les futurs utilisateurs sont impliqués dans sa conception
	3. Il garantit une flexibilité d'utilisation
	4. Il offre un confort élevé et une bonne qualité de l'air ambiant
Economie	5. Ses coûts sont optimisés durant tout le cycle de vie
	6. Il est facilement commercialisable à tout moment
	7. Son rapport « rendement potentiel / coûts » est intéressant
	8. Son incidence économique est positive pour la région
Environnement	9. Il a recours le moins possible aux énergies non renouvelables
	10. Il génère très peu d'émissions de gaz à effet de serre
	11. Sa construction et son exploitation sont respectueuses des ressources et de l'environnement
	12. Il n'a pas d'impact négatif sur la nature et le paysage.

Tableau 1 : critères de durabilité recommandés par la KBOB (source : KBOB)

La KBOB a mis sur pied le Réseau Construction durable Suisse (Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz, NNBS), regroupant d'importants acteurs privés et publics de la construction en Suisse, dans le but de renforcer la collaboration entre l'économie privée, le domaine public, les instances politiques et scientifiques, et de promouvoir la construction durable.

La KBOB promeut l'utilisation du Standard pour la construction durable en Suisse (Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz, SNBS), qui se base sur les critères susmentionnés de la recommandation 2013/1. Ce standard peut être utilisé aussi bien pour les nouveaux bâtiments que pour les bâtiments existants. Dans la phase pilote de septembre 2013 à juin 2014, la première version du SNBS a été testée avec succès sur 28 projets, dont le projet de Centre d'enseignement postobligatoire de l'Ouest lausannois (CEOL) de l'Etat de Vaud, qui a obtenu la meilleure note. Suite à un appel d'offres lancé par l'OFEN en décembre 2014, la Société générale de surveillance (SGS) a été mandatée pour développer un système de certification, le label LNBS (Label Nachhaltiges Bauen Schweiz) ; ce label, lancé début 2016, complète désormais le SNBS qui reste librement disponible pour l'auto-déclaration.

## 1.4. PROGRAMME DE LÉGISLATURE CANTONAL

Le « *développement durable* », identifié et promu comme tel, imprègne progressivement l'action de l'Etat depuis une quinzaine d'années. L'action n°35 du programme de législature 2003-2007, « *mettre en œuvre un programme cantonal de développement durable (Agenda 21)* », s'est traduite par l'Agenda 21 adopté par le Conseil d'Etat en 2007, intégré aux programmes de législatures 2007-2012 puis 2012-2017.

L'un des quatre objectifs de l'Agenda 21 est intitulé Action contre le réchauffement climatique, promotion des énergies renouvelables et des transports publics et vise à « *faire converger les politiques publiques, programmes et projets vers les objectifs de la "société à 2'000 watts" en agissant particulièrement sur l'aménagement du territoire, les constructions, la mobilité, l'efficacité énergétique et le recours accru aux énergies renouvelables. Un soin particulier sera*

**donné à la gestion et l'entretien du parc immobilier de l'Etat ainsi qu'à la poursuite des actions entreprises dans le cadre du Bilan CO<sub>2</sub> ».**

En outre, dans le cadre des mesures concernant les énergies renouvelables et les économies d'énergie, le programme de législature 2007-2012 incluait l'action « *appliquer aux bâtiments de l'Etat des normes exemplaires en matière énergétique ("Fil rouge" pour une construction durable)* »<sup>2</sup>.

## 1.5. HISTORIQUE CANTONAL

1999	Le SBMA (futur SIPaL) lance une démarche intégrant le développement durable dans ses constructions. Le développement durable est dès lors inscrit dans ses objectifs prioritaires.
2000	Le SBMA initie la création de la Conférence romande sur l'éco-construction, sur le modèle existant en Suisse alémanique depuis 1989 <sup>3</sup> . Le Groupe Energie est constitué, dans le but initial de diagnostiquer et acquérir la maîtrise des consommations d'énergie et d'eau des bâtiments de l'Etat (UNIL et CHUV compris).
2001	Le SBMA lance un programme de formation interne de ses collaborateurs dans le domaine du développement durable <sup>4</sup> .
2003	Le premier numéro de la collection Jalons paraît, intitulé <u>Le développement durable au service des bâtiments</u> .
2004	Le second numéro de la collection Jalons paraît, intitulé <u>Construire un savoir-faire au service des bâtiments</u> .
2005	Le Groupe Energie définit une stratégie pour diminuer les consommations d'énergie et favoriser les énergies renouvelables dans l'ensemble des bâtiments publics. Des objectifs sont fixés pour une première période de 5 ans.  Pour le Centre d'entretien des routes nationales de Bursins, le DINF reçoit la première distinction eco-bau pour une construction durable ; il s'agit d'une première en Suisse.
2006	Le Grand Conseil adopte la loi sur l'énergie (LVLEne), puis le Conseil d'Etat en adopte le règlement d'application (RLVLEne). Celui-ci met en relief l'exemplarité de l'Etat (art. 24 RLVLEne), ainsi que le rôle du Groupe Energie dans l'élaboration et l'application des directives énergétiques permettant de traduire cette exemplarité dans les faits (art. 2 RLVLEne).  Le SIPaL publie sa méthode « Fil rouge pour la construction durable », basée sur les différentes normes, références et outils existants en termes de construction durable, et permettant d'identifier et choisir les bonnes options à prendre tout au long du déroulement d'un projet, de la phase de planification jusqu'à l'exploitation. Le « Fil rouge pour la construction durable » est mentionné dans le programme de législature 2007-2012, dans le cadre de l'action « <i>appliquer aux bâtiments de l'Etat des normes exemplaires en matière énergétique</i> » (mesure n°11).  <b>C'est également en 2006 qu'est lancé le standard MINERGIE-ECO®</b> , résultant d'une mise en commun des exigences MINERGIE® (consommation d'énergie) et eco-bau (confort d'utilisation, matériaux), à laquelle le SIPaL a activement participé <sup>5</sup> .
2007	<b>Le Conseil d'Etat adopte l'Agenda 21 du Canton de Vaud et l'intègre à son programme de législature</b>

<sup>2</sup> Action inscrite dans la mesure n°11 « *Développer les énergies renouvelables* »

<sup>3</sup> Koordinationsgruppe Ökologisch Bauen, devenu la plateforme eco-bau

<sup>4</sup> En collaboration avec M. René Longet, président d'equiterre

<sup>5</sup> Le chef de la section Energie, Environnement et Infrastructures du SIPaL, M. Yves Roulet (alors président du Groupe Energie), étant membre du comité suisse d'eco-bau et coordinateur pour la Suisse romande (ce qui est toujours le cas à ce jour avec M. Christopher Pyroth, chef de la section Management de Projet et Ingénierie du SIPaL)

	<p><b>2007-2012 ; il adopte également les directives énergétiques pour ses propres bâtiments, permettant de confirmer son exemplarité et de tendre vers une société à 2'000 watts en 2050.</b></p> <p>Le bâtiment du Centre d'entretien des routes nationales de Bursins obtient deux nouvelles distinctions : la distinction « Umsicht – Regards – Sguardi » de la SIA, destinée à récompenser des projets novateurs en matière de développement durable, et le Prix solaire suisse 2007.</p>
2008	<p>L'Etat de Vaud et la Ville de Lausanne se fédèrent autour de l'objectif commun de réaliser un référentiel de planification et d'aide à la décision en matière de développement durable (Sméo).</p> <p>Le SIPaL met à disposition sous licence Open Source l'outil TENER, pour le suivi et la gestion énergétique des bâtiments.</p> <p>Un crédit-cadre de 22.0 mios est octroyé pour les années 2008 à 2011 afin de « <i>financer le rattrapage de l'entretien différé et améliorer les performances énergétiques des bâtiments propriété de l'Etat</i> ».</p>
2009	<p>L'outil Sméo commun à l'Etat de Vaud et la Ville de Lausanne est publié.</p> <p>TENER obtient une nomination à l'Open Source Award.</p>
2010	<p>Afin de réduire la consommation énergétique du parc immobilier de l'Etat tout en bénéficiant du programme national d'assainissement des bâtiments, le SIPaL s'attaque à l'assainissement de 11 bâtiments grands consommateurs, consommant le quart de l'énergie de son parc immobilier. Un premier crédit-cadre de 42.3 mios. est octroyé en 2010 pour 3 bâtiments<sup>6</sup>.</p> <p>L'outil Sméo est mis à disposition sur internet sous licence Open Source.</p>
2011	<p><b>Le Groupe Energie publie son rapport 2005-2010 et fixe des objectifs pour 2016, notamment la certification MINERGIE-P-ECO® ou équivalent pour les nouveaux bâtiments.</b></p>
2012	<p>En complément au premier crédit octroyé en 2010, un second crédit-cadre de 37.2 mios est octroyé pour l'assainissement des 8 bâtiments restants<sup>7</sup> parmi les 11 grands consommateurs.</p>
2013	<p>Un crédit-cadre de 22.8 mios est octroyé pour les années 2013 à 2016 afin de « <i>financer l'entretien lourd et améliorer les performances énergétiques des bâtiments propriété de l'Etat</i> ».</p>
2014	<p>Le projet du Centre d'enseignement post-obligatoire de l'Ouest lausannois (CEOL) reçoit la meilleure note parmi 28 projets participant à la phase pilote du nouveau standard suisse de construction durable SNBS.</p>

Tableau 2 : historique de la mise en œuvre du développement durable dans les bâtiments cantonaux (sources : publications Jalons n°2 et 6, rapport 2011 du Groupe Energie, rapports de gestion du SIPaL)

## 1.6. STRATÉGIE CANTONALE

### SIPAL

La stratégie immobilière de l'Etat de Vaud – lignes directrices à l'horizon 2020, publiée en 2011, comprend cinq piliers, dont l'un deux est « *adopter les principes du développement durable* » et comporte en particulier les mesures suivantes :

- considérer l'ensemble du cycle de vie des bâtiments et matériaux, à l'aide de l'outil Sméo (prise en compte notamment de l'énergie grise) ;

<sup>6</sup> 2010 : Centre de gendarmerie de la Blécherette CB1 au Mont-sur-Lausanne, Ecole professionnelle de la Vallée de la Jeunesse à Lausanne, Haute Ecole d'Ingénieurs et de Gestion à Yverdon

<sup>7</sup> 2012 : Centre des laboratoires d'Epalinges, ERACOM à Lausanne, EPSIC à Lausanne, Maison d'arrêt et de préventive de Bois-Mermet à Lausanne, Prison la Tuilière à Lonay, trois bâtiments de l'Etablissement de la Plaine de l'Orbe (Prison, Colonie et Maison d'arrêt)

- viser l'efficacité énergétique, utiliser des énergies renouvelables (application du standard MINERGIE-ECO® voire de la norme supérieure "à l'ensemble du parc immobilier" de l'Etat de Vaud, sous réserve d'exceptions liées à la nécessité de protéger le patrimoine ; "suivi et étiquetage énergétique de tous les bâtiments de l'ACV occupés pour ses propres besoins" ; contrôle et suivi de la consommation énergétique de "la majorité des bâtiments de l'Etat" par TENER ; s'acheminer vers société à 2'000 watts).

## CHUV

La mise en œuvre du développement durable, sous toutes ses formes, était l'un des « chantiers prioritaires » du plan stratégique 2009-2013 du CHUV, avec comme objectifs spécifiques la mise en place d'une structure institutionnelle de développement durable, et la poursuite de la formation des collaborateurs aux principes du développement durable. Extraits du plan stratégique 2009-2013 : « Des directives énergétiques ont d'ores et déjà été élaborées afin d'atteindre MINERGIE-ECO® pour les constructions et rénovations, auxquelles le CHUV se conforme. En tant qu'établissement de santé public et plus grand employeur du canton, le CHUV a déjà mis en œuvre un nombre important de mesures. A titre d'exemple, la consommation énergétique a ainsi été réduite de près de 10% ces cinq dernières années. De fait, le CHUV continuera à jouer un rôle moteur dans ce programme qui se développera dans le cadre d'une démarche cohérente ».

Le rapport final 2009-2013 fait état de la création d'une structure de suivi de la mise en œuvre du développement durable, du déploiement d'un plan de mobilité, de la sensibilisation du personnel, de la collaboration avec la FHV pour le développement d'un référentiel DD pour le domaine de la santé, de mesures de sensibilisation du personnel, ainsi que de divers autres projets.

Le plan stratégique 2014-2018 du CHUV ne reprend que brièvement le thème du développement durable, avec l'objectif de « prolonger au CHUV l'engagement du Conseil d'Etat en matière de développement durable » en mettant en œuvre « les objectifs prioritaires de l'Agenda 21 CHUV :

1. *Institution respectueuse de l'environnement*
2. *Optimisation de la consommation des ressources naturelles et énergétiques*
3. *Pratiques de soins responsables et actions de santé publique*
4. *Conditions de travail responsables ».*

## UNIL

L'un des 10 objectifs du plan stratégique pluriannuel 2012-2017 de l'UNIL est de « placer la durabilité au cœur des préoccupations de l'UNIL ». Cet objectif est assorti de trois mesures :

1. « Stimuler l'enseignement et la recherche sur les thématiques de durabilité et affirmer l'UNIL comme un carrefour de réflexions sur la durabilité.
2. Renforcer la culture de la durabilité dans la communauté UNIL.
3. Gérer de manière raisonnée les consommations de ressources naturelles et énergétiques de l'UNIL ».

La stratégie de durabilité de l'UNIL<sup>8</sup> développe des actions concrètes concernant notamment le programme d'enseignement, la recherche, la gestion du campus, la sensibilisation. L'UNIL s'est dotée d'une organisation capable de mettre en place une véritable politique de développement durable et consacre des moyens pour la réaliser.

## 1.7. LES MISSIONS DU SIPAL ET DU GROUPE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Parmi les 18 missions énumérées sur le document Missions du SIPaL de mars 2013, figurent les suivantes :

« [...]

1. *Promouvoir la qualité architecturale, **piloter la démarche de développement durable et fédérer les règles communes aux services constructeurs de l'Etat.***
2. *Identifier et analyser les besoins en travaux de construction et de valorisation du parc immobilier de l'Etat en **mettant en œuvre les interventions selon les priorités du développement durable.***
3. *Analyser, planifier, réaliser et gérer les installations techniques et de sécurité du parc immobilier de l'Etat en **ménageant les ressources énergétiques et environnementales, notamment par une diminution des indices de consommation d'énergie.***

[...] »

Extrait du Bilan de l'Agenda 21 du programme de législature 2007-2012 :

*« Le Groupe Développement Durable (DD) conduit par le SIPaL réunit les services constructeurs de l'Etat et des représentants du secteur de la construction (SIA, EPFL, Ville de Lausanne, représentant du patrimoine, expert externe, etc.). Au sein du service, ce groupe a pour objectif de faire tendre les opérations de construction propriété de l'Etat vers des solutions respectueuses de l'environnement, préservant les ressources naturelles et énergétiques, garantissant la santé et la sécurité des utilisateurs tout en conservant l'équilibre nécessaire des finances publiques dans la durée.*

*Le Groupe DD du SIPaL participe ainsi au développement des outils et pratiques favorisant l'application des principes du développement durable dans la construction (Sméo, TENER, Fil rouge, etc.). Le SIPaL met également en place des formations et des conférences à l'intention des collaborateurs concernés et représente l'Etat de Vaud au sein du comité de l'association eco-bau où il assume la coordination pour la Suisse romande ».*

Le SIPaL organise en outre chaque année quelques conférences sur le développement durable<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Stratégie de durabilité à l'UNIL, version 2014

<sup>9</sup> <http://www.vd.ch/themes/environnement/developpement-durable/agenda-21-cantonal/actions-des-services/dfire-SIPaL/conferences/conferences-themes/>

## 2. LES OBJECTIFS ET L'APPROCHE DE L'AUDIT

La Cour des comptes s'est saisie elle-même du sujet de l'audit, en raison

- de l'importance des activités immobilières menées par le Canton : selon la conférence de presse du 4 juillet 2014 donnée par le Chef du DFIRE, le SIPaL gérait 43 projets<sup>10</sup> en phase de planification, d'études ou de travaux, pour un montant brut de CHF 1.67 mrds ; lors de la conférence de presse du 10 juillet 2015, ces chiffres avaient passé à 71 projets pour un montant de brut de CHF 2.18 mrds ; le SIPaL est ainsi l'un des plus gros constructeurs immobiliers du pays avec la Confédération, le canton de Zurich et les CFF (devant les grandes entreprises générales) ;
- des efforts importants fournis en matière de développement durable par le SIPaL, assumant le rôle d'exemplarité de l'Etat.

### 2.1. LES OBJECTIFS DE L'AUDIT

L'objectif de l'audit est d'une part de déterminer si le système normatif (lois et règlements, directives, normes, standards, outils) appliqué au domaine immobilier de l'Etat de Vaud permet d'assurer une prise en compte satisfaisante du développement durable, d'autre part de vérifier la mise en œuvre du développement durable dans le cadre d'une sélection de dix bâtiments.

### 2.2. LES AXES DE L'AUDIT

---

#### **Axe n°1**

**Le système normatif appliqué au domaine immobilier de l'Etat de Vaud permet-il d'assurer une prise en compte satisfaisante du développement durable ?**

- Question 1.1* Les directives, normes et outils prennent-ils suffisamment en compte le développement durable ?
- Question 1.2* L'examen d'une sélection de bâtiments montre-t-il que le système normatif est bien appliqué ?

---

#### **Axe n°2**

**L'examen d'une sélection de bâtiments montre-t-il qu'ils satisfont aux trois dimensions du développement durable :**

- Question 2.1* ... à la dimension sociale ?
- Question 2.2* ... à la dimension économique ?
- Question 2.3* ... à la dimension environnementale ?

---

<sup>10</sup> Y compris les constructions UNIL, sans les constructions CHUV

## 2.3. LES CRITÈRES

### 2.3.1. CRITÈRES POUR L'ANALYSE DU SYSTÈME NORMATIF

Le système normatif a été examiné sous l'angle de la prise en compte des critères généraux recommandés au niveau fédéral :

Société	1. Le bâtiment s'intègre bien dans le contexte et prend en compte l'environnement architectural
	2. Les groupes-cibles et les futurs utilisateurs sont impliqués dans sa conception
	3. Le bâtiment garantit une flexibilité d'utilisation
	4. Il offre un confort élevé et une bonne qualité de l'air ambiant
Economie	5. Ses coûts sont optimisés durant tout le cycle de vie
	6. Il est facilement commercialisable à tout moment
	7. Son rapport « rendement potentiel / coûts » est intéressant
	8. Son incidence économique est positive pour la région
Environnement	9. Il a recours le moins possible aux énergies non renouvelables
	10. Il génère très peu d'émissions de gaz à effet de serre
	11. Sa construction et son exploitation sont respectueuses des ressources et de l'environnement
	12. Il n'a pas d'impact négatif sur la nature et le paysage.

Tableau 3 : critères de durabilité recommandés par la KBOB (source : KBOB)

Ces critères, appliqués par la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren - KBOB)<sup>11</sup>, par eco-bau et par le Réseau pour la construction durable en Suisse (Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz - NNBS), ont été intégrés dans le standard fédéral SNBS (cf. §1.3).

### 2.3.2. CRITÈRES POUR L'ANALYSE DES BÂTIMENTS

Pour évaluer la mise en œuvre du développement durable, concrètement et en détail dans les bâtiments sélectionnés, la Cour a appliqué les critères suivants, choisis principalement sur la base de la recommandation SIA 112/1 « Construction durable – Bâtiment » et de l'outil Sméo. L'entité auditée n'a pas formulé d'objection à ces critères, qui lui ont été présentés.

#### 1 Société

#### Objectif

##### 1.1 Vie en Commun

1.1.1	Intégration, mixité	Créer les conditions optimales pour une intégration et une mixité sociale, culturelle et intergénérationnelle
1.1.2	Contacts sociaux	Créer des lieux de rencontre favorisant l'échange/la communication
1.1.3	Participation	Favoriser l'acceptation grâce à la participation

<sup>11</sup> Cf. recommandation 2013/1 de la KBOB/eco-bau

## 1.2 Aménagement

1.2.1	Identité au lieu, appartenance	Favoriser l'orientation et l'identité au lieu (éléments artistiques intégrés à l'architecture ou animation artistique périodique prévue dans l'utilisation)
1.2.2	Aménagements individuels, personnalisation	Renforcer l'identification grâce aux possibilités d'aménagement individuel

## 1.3 Exploitation viabilité

1.3.1	Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	Réduire les distances, créer une affectation mixte attractive dans le quartier
1.3.2	Mobilité douce	Garantir une disponibilité et un réseau satisfaisants
1.3.3	Accessibilité et utilisabilité par tous	Concevoir des bâtiments et aménagements adaptés aux personnes à mobilité réduite

## 1.4 Sécurité et confort

1.4.1	Sécurité	Accroître le sentiment de sécurité, réduire les dangers potentiels
1.4.2	Lumière	Utiliser la lumière du jour de manière optimale, assurer un éclairage adéquat
1.4.3	Qualité de l'air	Réduire les concentrations d'allergènes et de polluants dans l'air intérieur
1.4.4	Rayonnements	Réduire les nuisances par rayonnement ionisant et non ionisant
1.4.5	Protection thermique estivale	Confort élevé grâce à une bonne protection solaire estivale
1.4.6	Bruit et vibrations	Réduire les nuisances dues aux bruits et aux vibrations

## 1.5 Acceptation sociale du bâtiment

1.5.1	Acceptation publique	Perception du bâtiment par l'opinion publique (hors usagers)
1.5.2	Acceptation des usagers	Perception du bâtiment par les usagers
1.5.3	Intégration au tissu bâti existant	Veiller à une bonne intégration architecturale du bâtiment dans le contexte local

## 2 Economie

### Objectif

### 2.1 Frais d'investissement

2.1.1	Coûts et cycle de vie	Réaliser les investissements en fonction des coûts sur l'ensemble du cycle de vie
2.1.2	Financement	Opter pour un financement qui garantit sur le long terme les frais d'investissement, de rénovation et de déconstruction

### 2.2 Frais d'exploitation et entretien

2.2.1	Exploitation et entretien	Réduire les frais d'entretien par une planification anticipatrice et des mesures continues
2.2.2	Rénovation	Réduire les frais de rénovation en veillant à une bonne accessibilité et à une qualité optimale

### 3 Environnement

#### Objectif

#### 3.1 Matériaux de construction

3.1.1	Disponibilité des matières premières	Matières premières renouvelables, recyclées ou largement disponibles
3.1.2	Impacts environnementaux	Réduire les impacts environnementaux lors de la fabrication
3.1.3	Polluants	Réduire les polluants dans les éléments de construction
3.1.4	Déconstruction	Utiliser des matériaux facilement séparables et planifier la construction en vue d'une réutilisation/récupération

#### 3.2 Energie d'exploitation

3.2.1	Besoins de chaleur et/ou de froid	Réduire la consommation d'énergie pour le chauffage ou le refroidissement par des mesures constructives et techniques
3.2.2	Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	Diminuer la consommation d'énergie pour la production d'eau chaude par des mesures constructives et techniques
3.2.3	Besoins d'électricité	Diminuer la consommation électrique par des mesures constructives et techniques
3.2.4	Couverture des besoins en énergie renouvelable	Utiliser au maximum les énergies renouvelables

#### 3.3 Sol, paysage

3.3.1	Superficie des terrains	Réduire la consommation de sol
3.3.2	Espaces extérieurs	Veiller à une grande biodiversité

#### 3.4 Infrastructure

3.4.1	Mobilité	Mettre en place une mobilité avec un faible impact sur l'environnement
3.4.2	Déchets d'exploitation	Mettre en place une infrastructure adéquate pour le tri des déchets
3.4.3	Eau	Réduire la consommation d'eau potable et le volume d'eau usée

## 2.4. LA MÉTHODOLOGIE

La Cour a conduit ses travaux conformément à sa méthodologie et à son « *Code de déontologie et Directives relatives à la qualité des audits* ». Ceux-ci respectent les normes de contrôle de l'Organisation Internationale des Institutions Supérieures de Contrôle des Finances Publiques (INTOSAI).

L'équipe d'audit était composée de Mme Eliane Rey, magistrate responsable, de M. Frédéric Grognez, magistrat suppléant et de M. Philippe Zahnd, chef de mandats d'audit. Dans le cadre de ses travaux, la Cour a fait appel des experts du domaine concerné.

Pour cet audit en particulier, les démarches ont été les suivantes :

#### COLLECTE ET ANALYSE DES INFORMATIONS GÉNÉRALES

- **Principales lois et directives applicables** : LVLene, RLVLene, diverses directives concernant les constructions de l'Etat de Vaud (notamment les directives énergétiques)

➤ **Documentation de l'audit :**

- Jalons n°1 (2003), n°2 (2004), n°5 (2009) et n°6 (2009)
- Stratégie immobilière de l'Etat de Vaud (2011)
- Rapport du Groupe Energie (2011)

➤ **Outil Sméo :** guide d'utilisateur et autres documents disponibles sur [www.smeo.ch](http://www.smeo.ch)

### ANALYSE D'UNE SÉLECTION DE 10 BÂTIMENTS

➤ **Choix des bâtiments :**

L'échantillon a été constitué de manière à respecter les critères suivants :

1. diversité d'affectations (enseignement, recherche, administration, détention, ...);
2. diversité de champs d'intervention (enveloppe, installations techniques, aménagements intérieurs)<sup>12</sup>;
3. diversité de types d'intervention: constructions neuves, rénovations complètes, rénovations partielles;
4. réalisation au cours des 10 dernières années;
5. inclusion de bâtiments réalisés par le CHUV et le Bureau de construction de l'Université de Lausanne-Dorigny (BUD).

L'échantillon a donc été composé des bâtiments suivants :

Type d'intervention	Service constructeur	Bâtiment	Affectation(s)	Permis de construire	Mise en service
Construction neuve	SIPaL	Centre d'entretien des routes nationales (CeRN) de Bursins	Technique Administration	07.2003	Fin 2008
	SIPaL	COFOP-CHARTEM	Enseignement	09.2008	05.2010
	BUD	Géopolis	Enseignement Laboratoire	12.2009	10.2013
	CHUV	Bâtiment Hêtre de l'Hôpital de Prangins	Hospitalier	09.2006	11.2013
Rénovation complète	SIPaL	Ecole supérieure de la santé (ESSanté)	Enseignement	07.2005	10.2006
	SIPaL	César-Roux 37	Laboratoire Administration	07.2010	07.2011
	CHUV	Centre des laboratoires d'Epalinges (CLE), bâtiments C-D	Laboratoire	12.2011	06.2014
	SIPaL	Ecole professionnelle commerciale de Lausanne (EPCL), site Vallée de la Jeunesse	Enseignement	06.2013	03.2015
Rénovation partielle	SIPaL	Centre d'enseignement professionnel de Vevey (CEPV)	Enseignement	02.2007	11.2008
	SIPaL	Etablissement pénitentiaire Simplon 43	Détention	06.2010	04.2012

Tableau 4 : bâtiments sélectionnés pour analyse détaillée (source : Cour des comptes)

<sup>12</sup> On distingue trois champs d'intervention : l'enveloppe (façades / toiture), les installations techniques (chauffage / ventilation / sanitaire / électricité), et les aménagement intérieurs. Une rénovation est considérée comme « complète » lorsqu'elle inclut les trois champs d'intervention, « partielle » si elle n'en inclut qu'un ou deux.

➤ **Analyse approfondie :**

Les dossiers complets des services constructeurs ont été remis à la Cour. L'analyse approfondie a notamment comporté les tâches suivantes :

- Visite des bâtiments en présence du service constructeur ;
- Identification des bases légales applicables pour chaque projet ;
- Vérification du métré SIA 416/1 : surface plancher et volume bâti ;
- Analyse des coûts CFC à 2 chiffres ;
- Diagnostic EPIQR+ des bâtiments rénovés et comparatif des coûts avec le décompte final transmis ;
- Comparatif des coûts des constructions neuves avec des coûts standards ;
- Analyse des frais d'exploitation et de maintenance ;
- Analyse des consommations de chaleur et d'électricité ;
- Analyse de l'enveloppe thermique ;
- Analyse du concept de matérialisation ;
- Analyse des concepts techniques CVSE.

➤ **Sondage auprès des utilisateurs :**

Un questionnaire a été adressé par internet aux utilisateurs des bâtiments, en relation notamment avec les aspects sociaux du développement durable.

### *ENTRETIENS AVEC LES PARTIES CONCERNÉES*

La Cour a rencontré le SIPaL, le CITS-CHUV et l'Unibat, à plusieurs reprises. Elle a rencontré les cadres de ces services, ainsi que les chefs de projets concernés par les dix bâtiments analysés. Des contacts ont été pris avec les architectes et autres mandataires.

### *LES CONCLUSIONS ET LE RAPPORT*

Une fois la collecte et l'analyse des informations probantes finalisées, les constats et recommandations ont été formulés dans une démarche qui se veut constructive afin d'amener une valeur ajoutée.

Le processus a été ensuite celui appliqué à tous les audits de la Cour. La séance de clôture qui s'est tenue le 18 février 2016 a permis de restituer les conclusions de l'audit et de présenter les recommandations au SIPaL.

Le projet de rapport a été approuvé par la Cour le 13 avril 2016 puis adressé au SIPaL, au CHUV et à l'UNIL le même jour, afin que ceux-ci puissent formuler leurs observations (délai de 21 jours). Ces observations sont reproduites aux pages 104 à 109 du présent rapport.

La Cour, délibérant en séance plénière en date du 18 mai 2016, a adopté le présent rapport public en présence de Mme Eliane Rey, Présidente, Mme Anne Weill-Lévy et M. Frédéric Grognuz, Vice-Présidents.

## 3. LES RÉSULTATS DE L'AXE 1 : LE CONTENU ET L'APPLICATION DU SYSTÈME NORMATIF

### 3.1. CONTENU DU SYSTÈME NORMATIF (QUESTION N°1.1)

#### 3.1.1. LOI ET RÈGLEMENT SUR L'ÉNERGIE

Selon l'art. 6 de la Constitution vaudoise, « *L'Etat a pour but [...] la conservation durable des ressources naturelles* ».

A la différence par exemple des Cantons de Genève<sup>13</sup> et Neuchâtel<sup>14</sup>, le Canton de Vaud ne dispose pas d'une loi traitant spécifiquement du développement durable.

Concernant la durabilité des bâtiments de l'Etat sous l'angle principalement des **aspects énergétiques**, mais aussi **écologiques** ainsi que du **confort** pour l'utilisateur, des dispositions figurent dans la Loi vaudoise sur l'énergie (LVLEne) et son règlement d'application (RLVLEne) depuis 2006 :

- l'art. 10 LVLEne de 2006 prévoit un devoir d'exemplarité des autorités en général (Etat et communes) ;
- l'art. 24 RLVLEne de 2006 prévoit un devoir d'exemplarité de l'Etat en matière de constructions neuves (standard MINERGIE-ECO®) et rénovations (valeurs-cibles SIA 380/1 pour les éléments d'enveloppe concernés)<sup>15</sup>.

La LVLEne et le RLVLEne ont été révisés en 2014, respectivement 2015 (cf. tableau ci-après) :

- l'exemplarité de l'Etat en matière de constructions neuves et rénovations est désormais ancrée au niveau de la loi (nouvel alinéa 3 de l'art. 10 LVLEne) ;
- les exigences énergétiques du RLVLEne s'appliquant aux nouvelles constructions et rénovations de l'Etat (art. 24) ont été renforcées en matière de constructions neuves (respect du standard MINERGIE-P-ECO® ou performance équivalente) et rénovations (respect des valeurs-cibles SIA 380/1:2009 pour les éléments d'enveloppe concernés, ou respect du standard MINERGIE® ou performance équivalente).

En ce qui concerne les bâtiments de l'Etat, la révision de 2014-2015 vise donc à renforcer l'efficacité énergétique, soit la dimension environnementale du développement durable.

(Parmi les dix projets inclus dans l'audit, sept ont été soumis au dispositif législatif de 2006<sup>16</sup>, les trois restants étant antérieurs ; l'audit ayant débuté en 2015, il n'a pu inclure aucun projet soumis aux dernières révisions).

<sup>13</sup> Loi genevoise sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21), du 23 mars 2001

<sup>14</sup> Loi neuchâteloise sur l'action publique en vue d'un développement durable, du 31 octobre 2006

<sup>15</sup> MINERGIE® concerne l'efficacité énergétique, tout comme MINERGIE-P® ; ECO® concerne l'écologie du bâtiment, ainsi que le confort pour la santé (lumière, bruit, air) ; la norme SIA 380/1 concerne l'énergie thermique.

<sup>16</sup> Mais seulement six aux directives énergétiques de novembre 2007

LVLEne : art. 10 « Exemplarité des autorités »		RLVLEne : art. 24 « Exemplarité de l'Etat »	
09.2006 à 06.2014	<sup>1</sup> Dans leurs activités, l'Etat et les communes exploitent l'énergie de façon rationnelle, économe et respectueuse de l'environnement. <sup>2</sup> Ils mettent en œuvre des démarches adéquates pour contribuer à la diminution des émissions de CO <sub>2</sub> et autres émissions nocives.	11.2006 à 01.2015	Les bâtiments à construire et les bâtiments à rénover dont l'Etat de Vaud est propriétaire ou dans lesquels il a une participation financière majoritaire satisfont, en plus des exigences de la loi et du règlement, aux contraintes suivantes : <b>a. pour les bâtiments neufs, le standard MINERGIE-ECO® ;</b> <b>b. pour les rénovations, les éléments d'enveloppe concernés doivent répondre aux valeurs-cibles de la norme SIA 380/1.</b>
07.2014 à ce jour	<sup>1</sup> Dans leurs activités, l'Etat et les communes exploitent l'énergie de façon rationnelle, économe et respectueuse de l'environnement. Ils y veillent notamment dans leurs opérations immobilières, de subventionnement, de participation et d'appels d'offres. <sup>2</sup> Ils mettent en œuvre des démarches adéquates pour contribuer à la diminution des émissions de CO <sub>2</sub> et autres émissions nocives. <sup>3</sup> Le Conseil d'Etat peut imposer des normes de construction ou de rénovation énergétiquement plus exigeantes à l'égard de bâtiments dont l'Etat est propriétaire ou pour lesquels il participe financièrement à la construction, à la rénovation ou à l'exploitation.	02.2015 à ce jour	Les nouvelles constructions et les bâtiments à rénover dont l'Etat de Vaud est propriétaire ou dans lesquels il a une participation financière majoritaire doivent satisfaire, en plus des exigences de la loi et du règlement, aux contraintes suivantes : <b>a. pour les nouvelles constructions, le standard MINERGIE-P-ECO® ou une performance équivalente. L'équivalence est définie dans une directive du Conseil d'Etat (qui n'a pas encore été publiée à ce jour).</b> <b>b. pour les rénovations, les éléments d'enveloppe concernés doivent répondre aux valeurs-cibles de la norme SIA 380/1, édition 2009, ou les bâtiments doivent respecter le standard MINERGIE® ou une performance équivalente.</b>

Tableau 5 : articles de loi/règlement concernant l'exemplarité des bâtiments cantonaux

### 3.1.2. PLAN DIRECTEUR CANTONAL

La mesure n°A11 intitulée Légalisation des zones à bâtir adoptée par le Grand Conseil en juin 2007 a pour objectif de « *maintenir la proportion actuelle de trois habitants sur quatre dans les centres cantonaux et leur agglomération et les centres régionaux* ». Compte tenu des perspectives de développement démographique, cette mesure vise à lutter contre l'étalement urbain et à favoriser le développement dans des centres bien équipés et bien desservis par les transports publics. Cette mesure est assortie du guide Dimensionnement de la zone à bâtir, validé le 26 janvier 2011 par le Conseil d'Etat, destiné à aider les communes à dimensionner leurs zones à bâtir.

La mesure n° F53 intitulée Exemplarité dans les bâtiments de l'Etat de Vaud adoptée par le Grand Conseil en juin 2007 a pour objectif de « *répondre aux exigences des trois piliers du développement durable (économique, environnemental et social) dans les bâtiments cantonaux* ». Elle est formulée de la manière suivante : « *Le Canton met en œuvre le développement durable dans la construction, la rénovation ou l'entretien de ses ouvrages. En particulier, il le réalise par la maîtrise et le suivi des consommations d'énergies, le recours aux énergies renouvelables et l'utilisation de matériaux écologiques, recyclés ou indigènes* ».

### 3.1.3. DIRECTIVES ÉNERGÉTIQUES ET GROUPE ENERGIE

Le Groupe Energie réunit les responsables des services constructeurs de l'Etat de Vaud : SIPaL, CITS-CHUV, Unibat, SSP et SPAS. Son but est de mettre en œuvre la politique énergétique exemplaire prévue par le RLVLene (art. 24) de manière coordonnée au sein de l'Etat, notamment en édictant des directives énergétiques.

Le Groupe Energie a édicté des directives énergétiques en 2003, qu'il a révisées en 2007. Une nouvelle révision attend actuellement sa validation par le Conseil d'Etat, avant d'être publiée au cours de l'année 2016.

Depuis 2007, les directives énergétiques visent les perspectives d'une société à 2'000 watts pour les bâtiments de l'Etat à l'horizon 2050, ce qui représente une diminution de deux tiers des consommations d'énergie par rapport à 2007. Elles s'appliquent aux constructions et rénovations réalisées par l'Etat, ou financées à plus de 50% par celui-ci.

### 3.1.4. SMÉO

L'outil Sméo, dont l'utilisation est stipulée par les directives énergétiques 2007, est une plateforme internet permettant le suivi et le management de la durabilité dans les opérations de rénovation, de transformation et de construction, allant de la simple intervention jusqu'à l'analyse d'un quartier entier.

*« Sméo constitue un véritable outil d'aide à la planification et à la réalisation de projets de bâtiment ou quartier répondant aux principes du développement durable. Initié par le Service du logement et des gérances de la Ville de Lausanne et le SIPaL, ce logiciel libre d'accès s'est depuis enrichi du soutien de l'association eco-bau et d'un partenariat établi avec l'OFEN, l'ARE et le SDOL. Sméo propose une intégration transversale de la durabilité des projets en effectuant une analyse du cycle de vie des opérations. Structuré selon la SIA 112 "Description des phases de projets", il permet de se poser les bonnes questions au bon moment. Il vise enfin, un traitement exhaustif de la durabilité en se référant à la recommandation SIA 112/1 "Construction durable – Bâtiment" » (source : Philosophie Sméo, 2014).*

*« Sméo n'est pas un outil de certification mais de management de projet permettant d'intégrer les "best practices" du domaine de la construction durable. Ainsi il intègre des objectifs compatibles avec des labels et des standards comme MINERGIE®, MINERGIE®-P, MINERGIE®-ECO, la société à 2'000 watts (SIA 2040), etc. » (source : Introduction à l'utilisation de Sméo, 2013).*

L'ensemble du cycle de vie du bâtiment (genèse, matérialisation, utilisation, entretien, déconstruction) est intégré dans l'analyse, afin de prendre en compte les impacts à long terme.

L'analyse peut être effectuée au fur et à mesure de l'avancement du projet. Les critères du développement durable sont pris en compte de manière évolutive, suivant la phase de développement du projet où l'on se trouve au moment de l'analyse :

1. planification/programmation,
2. concours,
3. avant-projet/projet,
4. appel d'offres/exécution,

5. réception/gestion.

Les critères sont en outre différenciés en fonction du type de travaux :

1. construction,
2. rénovation,
3. transformation,
4. exploitation,

ainsi qu'en fonction de l'affectation principale du bâtiment :

1. habitat collectif,
2. habitat individuel,
3. bâtiment administratif,
4. école,
5. commerce,
6. restauration,
7. lieux de rassemblement,
8. hôpitaux,
9. industrie,
10. dépôts,
11. installations sportives,
12. piscines couvertes.

Depuis 2014, Sméo intègre le concept de société à 2'000 watts et indique le degré de conformité du projet aux objectifs de celle-ci ; il intègre également une évaluation de la viabilité économique du projet.

Sméo est gratuitement disponible sur internet. Statistique d'utilisation à mi-2015 :

• Utilisateurs enregistrés:	6'206
• Utilisateurs enregistrés qui ont créé des projets:	3'857
• Projets créés:	7'291
• Part d'utilisateurs francophones :	72%
• Part d'utilisateurs germanophones :	27%

### 3.1.5. TENER

L'utilisation de l'outil TENER est également prévue par les directives énergétiques depuis 2007.

Selon le rapport 2011 du Groupe Energie, 350 bâtiments propriété de l'Etat de Vaud, représentant plus de 80% de la surface de référence énergétique du parc immobilier de l'ACV, sont suivis et optimisés à l'aide de l'outil TENER ; les bâtiments ne faisant pas encore l'objet de relevés systématiques des consommations sont des petits consommateurs (p.ex. les cures et petites surfaces administratives), ainsi que les surfaces louées par l'Etat de Vaud à des tiers.

La majorité des données sont fournies manuellement par les concierges, à raison d'une fois par semaine ; pour une minorité de bâtiments, le raccordement des compteurs à TENER permet de bénéficier d'un suivi automatique en continu.

Les directives administratives du SIPaL pour les constructions de l'Etat de Vaud (DACEV, janvier 2015) prévoient que le SIPaL assure le suivi des consommations d'énergie, à l'aide du logiciel TENER, « *qui fournit des signatures énergétiques automatiques pour les bâtiments problématiques* ».

## 3.1.6. AUTRES DIRECTIVES

### CONTENU DES EMPD

La directive d'exécution n°23 du SAGEFI (janvier 2011) concernant la gestion administrative, budgétaire et comptable des investissements au sens des art. 29 à 38 LFin indique, dans son Annexe n°1 Formes, contenu et règles législatives des exposés des motifs et projets de décrets d'investissement (EMPD) datée de septembre 2012, comment les conséquences des projets immobiliers sur « *l'environnement, le développement durable et la consommation d'énergie* » doivent être décrites et documentées dans les EMPD ; il s'agit essentiellement de développer les aspects énergétiques.

### CONTRAT D'ENTREPRISE

Dans le cadre du contrat d'entreprise, les « *conditions générales pour l'exécution des travaux de construction* » imposées par les directives administratives du SIPaL pour les constructions de l'Etat de Vaud (DACEV) prévoient au §1.10 « *Développement durable* » que

*« l'entrepreneur démontre et énumère [...] les dispositions qu'il compte appliquer dans le cadre de son entreprise et sur le chantier en matière de développement durable. Il s'agit notamment de protection de l'environnement et de responsabilité sociale. Les points à considérer sont :*

- *Matériaux de construction*
- *Transports*
- *Protection des eaux*
- *Protection contre le bruit*
- *Protection de l'air*
- *Gestion des déchets*
- *Sécurité sur le chantier*
- *Qualité des conditions de travail*
- *Ecologie.*

*La conception du projet favorisera l'utilisation de pièces aux dimensions courantes dans le but notamment de réduire les coûts d'investissement, d'exploitation et de faciliter la maintenance et réparation. Dans ce sens les transports, livraisons et levages de matériaux par des moyens exceptionnels seront à éviter au maximum ».*

### ENTRETIEN DES BÂTIMENTS

Au chapitre de l'entretien des ouvrages, les directives administratives du SIPaL pour les constructions de l'Etat de Vaud (DACEV, janvier 2015) enjoignent le maître d'ouvrage à « *trouver un équilibre entre des enjeux contradictoires* » sur les plans environnemental (diminution de la consommation énergétique, énergies renouvelables, prise en compte du cycle de vie global), social (sauvegarde du patrimoine culturel et du savoir-faire technique) et économique (maîtrise des coûts, choix entre maintenance et réparation), afin de tenir compte du développement durable.

### 3.1.7. PRISE EN COMPTE DES CRITÈRES FÉDÉRAUX DANS LE SYSTÈME NORMATIF VAUDOIS

Dans le tableau ci-dessous, les croix indiquent la prise en compte des critères fédéraux de construction durable (recommandation 2013/1 de la KBOB - cf. §2.3.1) par le système normatif applicable aux bâtiments de l'Etat de Vaud. On constate que les exigences cantonales prennent en compte les critères fédéraux, notamment grâce à l'outil Sméo prévu par les directives énergétiques 2007.

Système normatif Etat de Vaud →		Loi	Règlement	Directive	Plan directeur	Directive	Directive	Outil	Outil
		LVLÉne	RLVLÉne	Directives énergétiques	PDCn	Directive n°23 SAGEFI	Conditions générales pour l'exécution des travaux	Fil rouge - Sméo	TENER
← Critères fédéraux (KBOB)	Article / Mesure	Art. 10	Art. 24		A11+guide F53	Annexe 1, §2.4.7	§1.10		
	Date d'entrée en vigueur	2006	2006	2003/2007	2008	2011	?	2007	2007
Société	1. Il s'intègre bien dans le contexte et prend en compte l'environnement architectural				X			X	
	2. Les groupes-cibles et les futurs utilisateurs sont impliqués dans sa conception							X	
	3. Il garantit une flexibilité d'utilisation							X	
	4. Il offre un confort élevé et une bonne qualité de l'air ambiant		X	X				X	
Economie	5. Ses coûts sont optimisés durant tout le cycle de vie			X		X		X	
	6. Il est facilement commercialisable à tout moment							X	
	7. Son rapport « rendement potentiel / coûts » est intéressant							X	
	8. Son incidence économique est positive pour la région							X	
Environnement	9. Il a recours le moins possible aux énergies non renouvelables	X	X	X	X	X		X	X
	10. Il génère très peu d'émissions de gaz à effet de serre	X	X	X	X			X	
	11. Sa construction et son exploitation sont respectueuses des ressources et de l'environnement						X	X	
	12. Il n'a pas d'impact négatif sur la nature et le paysage							X	

Tableau 6 : prise en compte des critères fédéraux dans le système normatif vaudois (source : Cour des comptes)

## 3.2. APPLICATION DU SYSTÈME NORMATIF (QUESTION N°1.2)

Si le cadre légal vaudois paraît satisfaisant dans le texte, il reste à vérifier dans quelle mesure il est concrètement appliqué dans les projets de construction/rénovation de l'Etat.

Il faut tout d'abord relever que les EMPD des bâtiments audités respectent l'exigence de la **directive n°23 du SAGEFI** puisque tous, sans exception, comportent une section qui développe les « conséquences sur l'environnement, le développement durable et la consommation d'énergie »<sup>17</sup>.

Les exigences du **plan directeur cantonal** sont de facto respectées car le permis de construire de tout projet immobilier est notamment conditionné au respect des règles d'aménagement définies dans ce plan. Certaines zones stratégiques sont même soumises aux contraintes plus sévères d'un PAC (plan d'affectation cantonal) ou d'un PPA (plan partiel d'affectation).

Pour des raisons évidentes, l'application de la **directive relative aux conditions générales pour l'exécution des travaux de construction** n'a pas pu être vérifiée. Il faut tout de même relever que certains chantiers ont fait l'objet d'un suivi environnemental poussé (César-Roux 37, Géopolis et le CeRN de Bursins). In fine, c'est plus la volonté du maître de l'ouvrage, relayée par la direction des travaux sur le chantier, qui est garante d'une exécution limitant les impacts environnementaux (limitation des polluants dans l'air, l'eau, le sol, et gestion des déchets).

Enfin, les exigences de la **loi sur l'énergie** et de son **règlement** d'application, ainsi que l'obligation d'utiliser les outils **Sméo** et **TENER**, sont reprises dans les **directives énergétiques**.

Pour vérifier l'application du système normatif dans le cadre des 10 bâtiments, l'audit s'est donc basé sur les **directives énergétiques**, qui concrétisent les exigences de la loi sur l'énergie et de son règlement d'application.

### 3.2.1. VERSIONS DES DIRECTIVES ÉNERGÉTIQUES APPLICABLES AUX 10 BÂTIMENTS

Le graphique suivant permet de visualiser la version des directives énergétiques applicable à chaque bâtiment audité en fonction de la date d'obtention du permis de construire ; dans le canton de Vaud, c'est cette date qui fait foi quant aux bases légales à respecter. A titre informatif, les dates de mise en vigueur des versions 2006 et 2014 de la loi sur l'énergie sont également représentées.

Les rénovations partielles sont distinguées par un encadré sur fond gris clair, les rénovations complètes par un encadré sur fond gris foncé.

---

<sup>17</sup> Jusqu'en 2006 : « conséquences pour l'environnement et la consommation d'énergie »

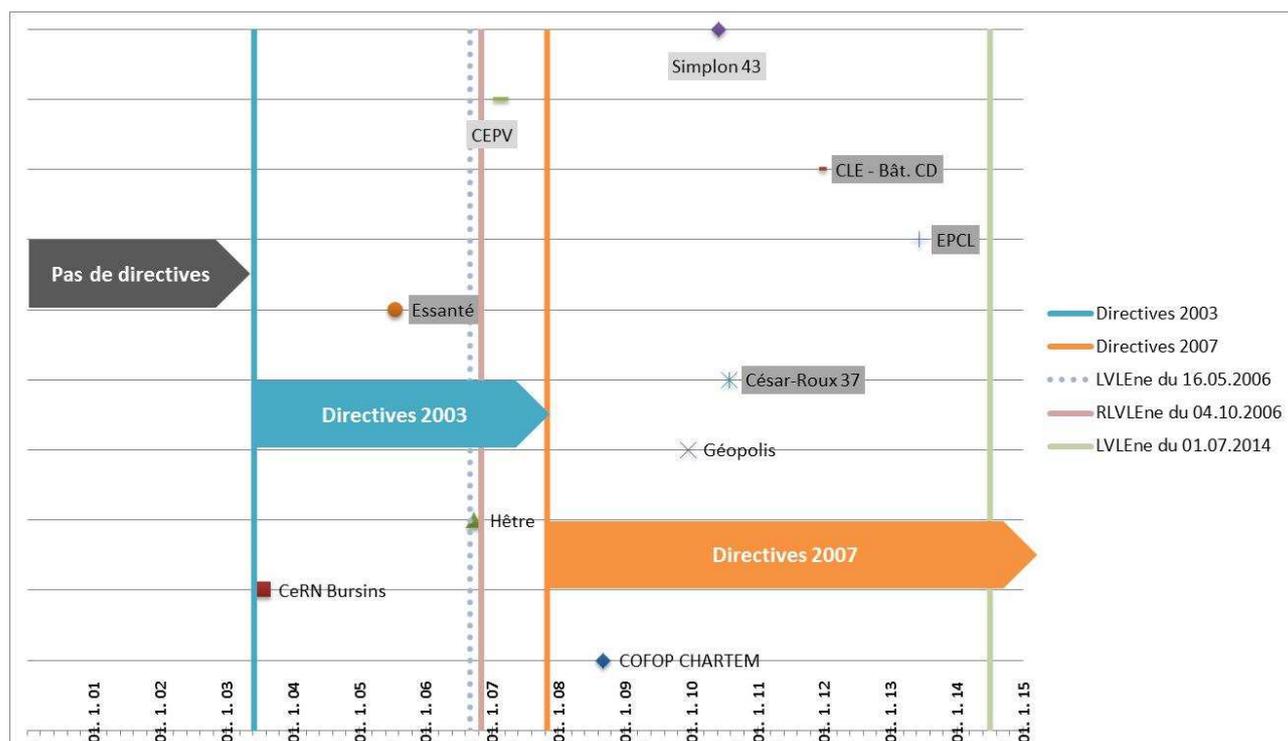


Figure 1 : directives énergétiques applicables et dates d'octroi des permis de construire (source : Cour des comptes)

Les bâtiments du CeRN, de l'ESSanté, du CEPV et Hêtre sont soumis aux **directives énergétiques de 2003**. Le bâtiment Hêtre présente la particularité d'être soumis à la loi sur l'énergie du 16.05.2006 mais pas à son règlement d'application du 04.10.2006.

Tous les autres bâtiments sont soumis aux **directives énergétiques de 2007** et a fortiori à la loi sur l'énergie du 16.05.2006 et son règlement d'application du 04.10.2006.

Aucun bâtiment audité n'est soumis à la nouvelle version de la loi sur l'énergie entrée en vigueur au 01.07.2014.

### 3.2.2. BÂTIMENTS SOUMIS AUX DIRECTIVES ÉNERGÉTIQUES 2003

Les tableaux suivants présentent les différents objectifs formulés dans les directives énergétiques de juin 2003. Elles sont valables pour les constructions neuves comme pour les rénovations.

Lignes directrices de conception et d'exploitation 2003	
Thème	Objectifs
Conception intégrale	Approche globale de conception avec coordination entre tous les mandataires Utilisation rationnelle de l'énergie et mise en œuvre de matériaux écologiques
Enveloppe	Respecter les valeurs cibles SIA 180, 380/1 et 380/4
Agent énergétique	Favoriser par ordre de priorité la récupération de chaleur, les énergies renouvelables, le chauffage à distance, le gaz naturel, le gaz propane et en dernier lieu le mazout

	<p>Efficacité énergétique optimale et comptage par bâtiment</p> <p>Critères économiques basés sur le cycle de vie</p>
Installations techniques	<p>Respect des normes et prescriptions en vigueur</p> <p>Pas de climatisation de confort</p> <p>Processus de production « métiers » (« process ») non pris en compte dans les consommations mais performance à optimiser</p>

Lignes directrices de processus 2003	
Thème	Objectifs
Groupe Energie (GE)	Concours et/ou appel d'offres font référence aux directives
	Projet soumis au GE au moins en avant-projet et projet définitif
	Tout rapport justificatif est soumis au GE
	Efficience démontrée sur une durée d'exploitation de 30 ans
Réception de l'ouvrage	Réceptions conformes aux normes et directives énergétiques et administratives
	Type de protocole et déroulement de la réception définis dans le mandat
	Dossier de révision et copie dans le dossier d'ouvrage
Optimisation	Vérification de la conformité du projet sur un mandat de deux ans
	Rapport de phase d'optimisation
Suivi des installations	Pour certains bâtiments, suivi des installations par un mandataire privé

Les graphiques qui suivent rendent compte de l'application de ces lignes directrices pour les quatre bâtiments visés par les directives énergétiques 2003. Pour chaque bâtiment, sur la base des données mises à disposition, il a été jugé pour chaque thème si les objectifs ont été atteints, partiellement atteints, non atteints ou non applicables.

**Conformité aux lignes directrices de conception et d'exploitation 2003 :**

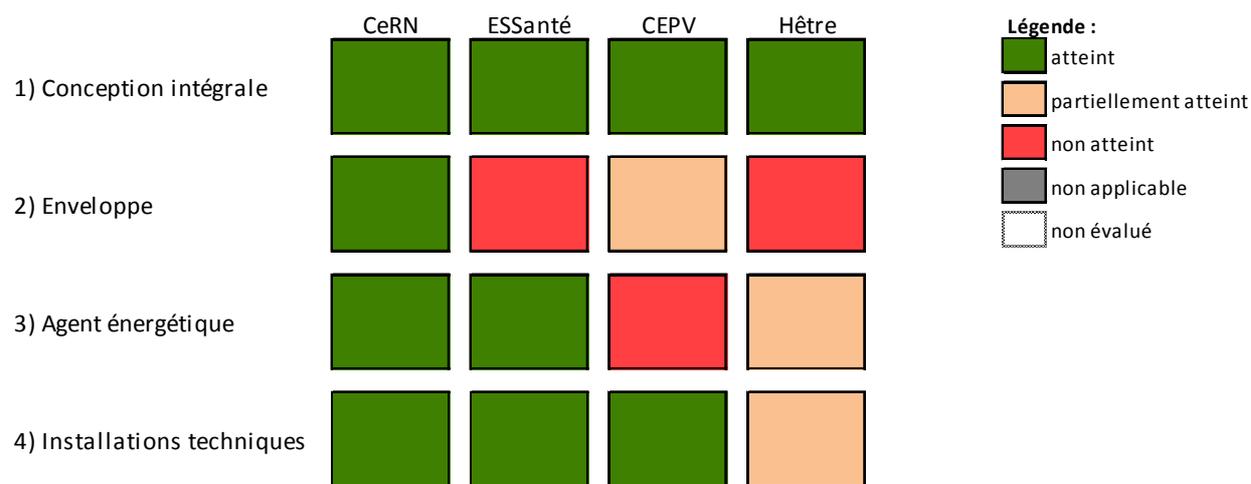


Figure 2 (source : Cour des comptes)

- Conception intégrale :** ce thème est respecté dans les quatre bâtiments. L'outil Sméo, fil rouge pour une construction durable, n'était pas encore prévu dans la version 2003 des directives. Le CeRN, projet pionnier qui remplit tous les objectifs des lignes directrices de

conception et exploitation, a suivi une planification intégrant les enjeux du développement durable dès la première phase de conception.

- **Enveloppe** : l'enveloppe thermique du CeRN remplit les exigences MINERGIE-P® actuelles. Pour Hêtre, la valeur cible SIA 380/1 n'a pas été respectée pour l'enveloppe thermique. Elle ne l'a pas été non plus pour l'ESSanté, en raison de la stratégie de rénovation douce (pas d'isolation des façades et conservation de certaines fenêtres). Pour le CEPV, la valeur U cible des fenêtres n'a pas été respectée de très peu : valeur  $U_w=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$  au lieu de  $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , en raison du choix de rénover les fenêtres existantes plutôt que de les remplacer (récupération d'une grande partie de la fenêtre, économies d'énergie grise et protection du patrimoine justifient cet écart ; une partie des fenêtres n'a d'ailleurs pas été remplacée).
- **Agent énergétique** : le CeRN couvre presque tous ses besoins énergétiques par des ressources indigènes (déchets de bois issu de l'exploitation des routes) ou renouvelables (solaire thermique et photovoltaïque), et l'ESSanté est raccordée au chauffage à distance. En revanche, le CEPV est raccordé à la chaufferie du collège de la Veveysse qui produit de la chaleur au moyen de chaudières à bicomcombustibles gaz/mazout. Pour Hêtre, le choix d'une chaudière à gaz explique l'objectif partiellement atteint.
- **Installations techniques** : les critères sont respectés par l'ESSanté, par le CEPV, ainsi qu'au CeRN dont les installations techniques sont sobres et fonctionnelles malgré son aspect pionnier. En revanche, l'objectif est considéré partiellement atteint pour Hêtre, en l'absence d'un comptage distinct du bâtiment voisin Eglantine.

En conclusion, les **lignes directrices de conception/exploitation 2003** sont majoritairement respectées. Si elles ne le sont pas, l'écart résultant est justifié, sauf pour le bâtiment Hêtre.

**Conformité aux lignes directrices de processus 2003 :**

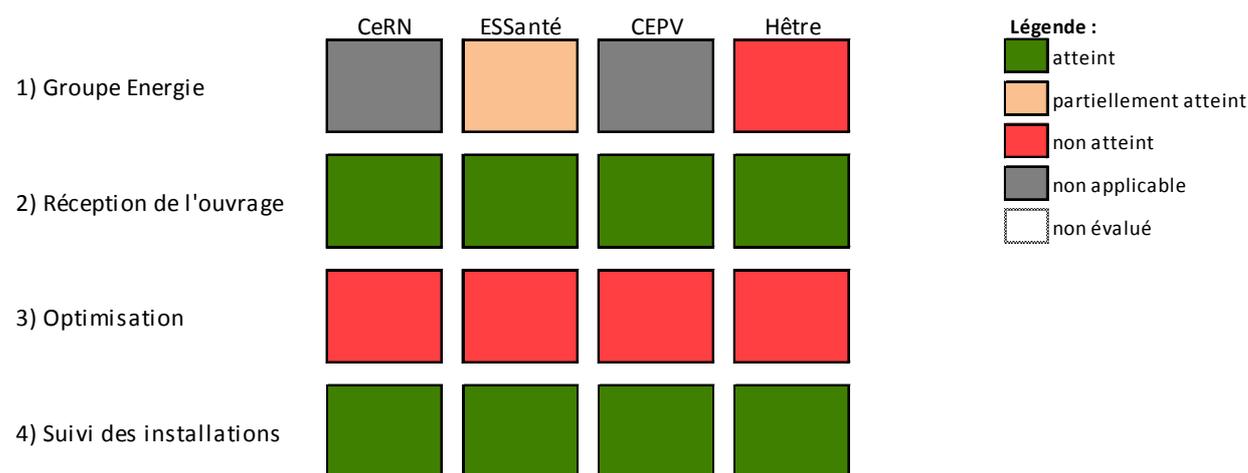


Figure 3 (source : Cour des comptes)

- **Groupe Energie** : ce thème n'est pas applicable pour le CeRN et le CEPV car pour ces deux projets, les phases de concours et/ou appels d'offres étaient antérieures à la mise en vigueur des directives énergétiques de 2003. En fait, la consultation du Groupe Energie est problématique car ce groupe est constitué de responsables des différents services constructeurs (SIPaL, UNIBAT - anciennement BUD, et CITS-CHUV). En pratique, il serait très

délicat de réunir toutes ces personnes pour avaliser le concept énergétique à chaque phase clé de la planification d'un projet de construction qui est sous la responsabilité, généralement, d'un seul service constructeur. La conformité du projet aux directives énergétiques est donc vérifiée, au mieux, en interne par le service constructeur en charge de la réalisation des travaux ; pour l'ESSanté, les objectifs de ce thème sont considérés comme partiellement atteints car à défaut d'être soumis au Groupe Energie, le projet a été vérifié en interne par les spécialistes énergie du SIPaL. A priori, ce contrôle interne n'a pas été assuré par le CHUV dans le cadre de la construction du bâtiment Hêtre.

- **Réception de l'ouvrage** : la réception de l'ouvrage est une étape systématique pour tout projet de construction et/ou de rénovation. Les protocoles de réception de l'ouvrage pour chaque lot CFC ont été réalisés et archivés dans les dossiers d'ouvrage. Leur conformité aux normes, directives énergétiques et administratives n'a pas pu être vérifiée. Néanmoins, les objectifs du thème « Réception de l'ouvrage » ont été systématiquement considérés comme atteints.
- **Optimisation** : aucun rapport d'optimisation ou de dossier de conformité du projet n'a été transmis. La vérification de conformité et l'optimisation des installations en phase d'exploitation du bâtiment paraissent systématiquement omises. Pour les bâtiments faisant partie d'un plus grand ensemble, l'absence de compteurs d'énergie séparés est un indicateur de l'absence d'une vérification de la conformité et d'une optimisation rigoureuses. Les objectifs du thème « Optimisation » sont considérés comme non atteints pour tous les bâtiments.
- **Suivi des installations** : pour tous les bâtiments, le suivi des installations est réalisé en interne par un responsable d'exploitation et/ou des mandataires privés dans le cadre de contrats de maintenance. De plus, le suivi des consommations est assuré par l'outil TENER. Les objectifs du thème « Suivi des installations » sont donc systématiquement considérés comme atteints.

En conclusion, les **lignes directrices de processus 2003** sont partiellement suivies : la consultation du Groupe Energie paraît impossible en pratique ; les protocoles de réception sont une étape obligatoire de l'achèvement des travaux avant la livraison du bâtiment ; le rapport d'optimisation est omis alors qu'il est le garant de la vérification de la conformité du projet aux objectifs définis et devrait proposer des mesures correctives dans le cas contraire ; le suivi des installations est en revanche bien assuré grâce à l'utilisation systématique de l'outil TENER.

### 3.2.3. BÂTIMENTS SOUMIS AUX DIRECTIVES ÉNERGÉTIQUES 2007

Les tableaux ci-dessous indiquent la teneur des nouveaux objectifs dès 2007, et précisent le cas échéant les modifications effectuées dans les lignes directrices de conception/exploitation et de processus par rapport à la version de 2003.

Objectifs qualitatifs dès 2007	
Thème	Objectifs
Identification	Identification, classement et cartographie des bâtiments
Certification	MINERGIE-ECO® ou équivalent pour les bâtiments neufs Valeur cible U <sub>ta</sub> pour tous les éléments rénovés
Etiquette énergétique	Attribution systématique de l'étiquette énergétique
Sobriété technique	Optimisation de la lumière naturelle, du renouvellement d'air et de l'éclairage avec un souci d'économie d'énergie, de frais de maintenance et d'entretien minimum
Pilote	Encouragement des projets pilotes qui vont au-delà des valeurs exigées

Objectifs financiers dès 2007	
Thème	Objectifs
Amortissement	Les calculs d'amortissement devront tenir compte de l'ensemble du cycle de vie du bâtiment et des équipements
Energie primaire	L'énergie consommée ou économisée sera rapportée à l'énergie primaire <sup>18</sup> selon SIA D2031
Prix OFEN	Les prix moyens de l'énergie se réfèrent aux valeurs publiées par l'OFEN et tiennent compte des éventuelles taxes ou subventions
Coûts externes	Le calcul des coûts externes est pris en compte sur la base de la norme SIA 480

Lignes directrices de conception et d'exploitation : nouveautés dès 2007	
Thème	Objectifs
Fil Rouge	Planification du projet avec l'outil Sméo / Fil rouge pour une construction durable
Enveloppe	Neuf : $Q_h \leq 80\% Q_{h,i}$ Rénovation : $U \leq U_{ta}$ pour les éléments rénovés ou certification MINERGIE-ECO® ou équivalent pour une construction neuve si le coût de rénovation CFC 1-3 > 40% de la valeur ECA du bâtiment Confort thermique : assuré en priorité par des mesures passives
Agent énergétique	Idem directives 2003
Installations techniques	Idem directives 2003

Lignes directrices de processus : nouveautés dès 2007	
Thème	Objectifs
Groupe Energie	Idem directives 2003
Réception de l'ouvrage	Idem directives 2003
Optimisation	Vérification de la conformité du projet sur un mandat d'une année renouvelable Rapport de phase d'optimisation

<sup>18</sup> Energie primaire : forme d'énergie brute, pas encore soumise à une quelconque conversion, transformation ou transport (exemples : pétrole brut, charbon encore sous terre, bois sur pied, rayonnement solaire,...)

Suivi des installations	Suivi TENER Rapport annuel des consommations établi par le Groupe Energie
-------------------------	--

Les graphiques qui suivent rendent compte de l'application de ces objectifs et lignes directrices pour les six bâtiments visés par les directives énergétiques 2007. Pour chaque bâtiment, sur la base des données à disposition, il a été jugé pour chaque thème si les objectifs ont été atteints, partiellement atteints, non atteints ou non applicables.

#### Atteinte des objectifs qualitatifs 2007 :

	COFOP-CHARTEM	Géopolis	Simplon 43	CR37	CLE (C-D)	EPCL-VJ
1) Identification	atteint	atteint	atteint	atteint	atteint	atteint
2) Certification MINERGIE-ECO® ou équivalent	atteint	atteint	non atteint	non atteint	non atteint	non applicable
3) Etiquette énergétique	atteint	non atteint	atteint	atteint	atteint	atteint
4) Sobriété technique	atteint	atteint	atteint	atteint	atteint	atteint
5) Pilote	non applicable	non atteint	non applicable	non applicable	non applicable	non applicable

Figure 4 (source : Cour des comptes)

- **Identification et**
- **Etiquette énergétique :**  
Pour tous les bâtiments, l'identification est assurée et l'étiquette énergétique, évaluée. Les objectifs de ces deux thèmes sont donc considérés comme atteints pour tous les bâtiments, exception faite pour Géopolis, pour lequel l'étiquette énergétique n'a pas été transmise.
- **Certification :** les constructions neuves Géopolis et COFOP-CHARTEM ont suivi et respecté les exigences MINERGIE-ECO®. Pour toutes les rénovations, hormis l'EPCL-VJ, les coûts CFC 1-3 planifiés dans le crédit d'ouvrage étaient supérieurs à 40% de la valeur ECA des bâtiments, de ce fait les bâtiments auraient également dû respecter les exigences MINERGIE-ECO® pour une construction neuve, mais cet objectif n'a été défini ni dans les EMPD, ni dans les phases ultérieures de planification des projets.
- **Sobriété technique :** tous les bâtiments suivent les mêmes principes pour les installations techniques. Ces principes sont : besoins d'éclairage minimisés par un apport de lumière naturelle dans toutes les surfaces utiles ; régulation du système d'éclairage sur détection de présence ; ventilation mécanique à simple ou double flux avec couplage à la ventilation naturelle lorsque c'est possible. La distribution technique est le plus souvent apparente pour faciliter l'entretien des installations. Les objectifs du thème « Sobriété technique » ont donc été considérés comme atteints pour tous les bâtiments.

- **Pilote** : a priori, l'opportunité de dépasser les performances exigées par des mesures innovantes est conditionnée par un projet de construction neuve de grande échelle. Quatre des six bâtiments sont des projets de rénovation et les halles du COFOP-CHARTEM sont un projet de construction neuve, mais de petite échelle. Aussi, pour tous les bâtiments hormis Géopolis, le thème « Pilote » a été considéré comme non applicable.

En conclusion, les **objectifs qualitatifs** sont globalement bien respectés sauf pour la certification MINERGIE-ECO® ou équivalent des rénovations lourdes (coût CFC 1-3 > 40% de la valeur ECA du bâtiment), pour lesquelles cet objectif n'est pas identifié en amont du projet et n'est donc pas respecté en aval, sauf pour l'EPCL-VJ.

**Atteinte des objectifs financiers 2007 :**

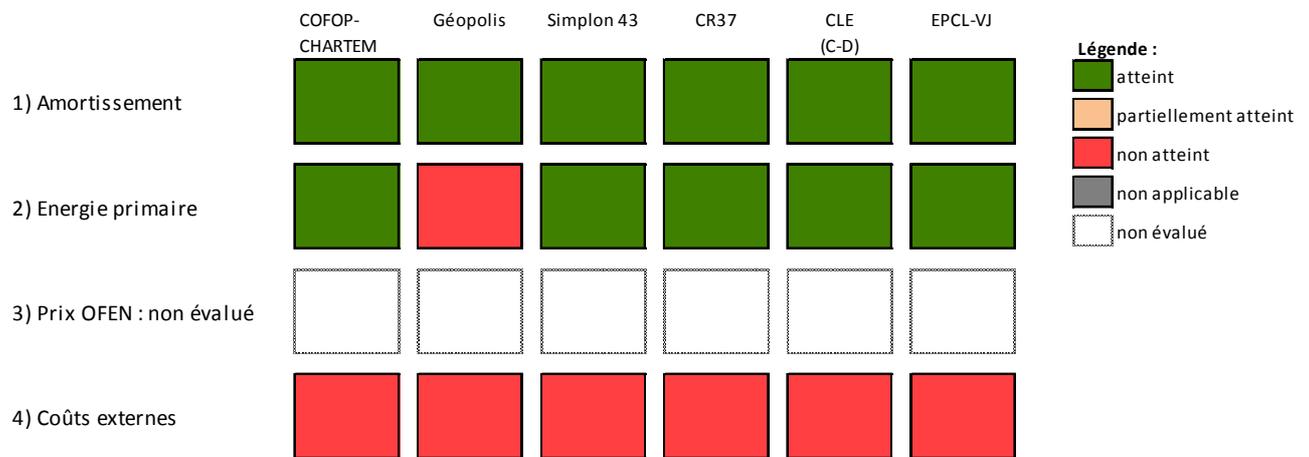


Figure 5 (source : Cour des comptes)

- **Amortissement** : le calcul d'amortissement est planifié dans l'EMPD de chaque projet conformément à l'annexe 1 de la directive n°23 du SAGEFI : cette annexe définit notamment la période d'amortissement selon le type d'équipement pour lequel un investissement a été consenti. De ce fait, les objectifs liés au thème « Amortissement » ont été considérés comme atteints pour tous les projets.
- **Energie primaire** : l'évaluation de l'étiquette énergétique repose sur un calcul d'énergie primaire selon le cahier technique SIA 2031. Le thème « Energie primaire » est donc inclus dans le thème « Etiquette énergétique », qui fait partie des objectifs qualitatifs. L'objectif « Energie primaire » est ainsi considéré comme atteint dès lors que l'étiquette énergétique a été évaluée ; comme mentionné plus haut, celle-ci fait défaut seulement pour Géopolis.
- **Prix OFEN** : ce thème n'a pas été jugé pertinent, car ce sont les prix de l'énergie (TTC, éventuelles subventions déduites) pratiqués dans la région où se trouve le projet qui sont toujours pris en compte par défaut, pour comparer des systèmes de production de chaleur ayant recours à des ressources énergétiques différentes. Ce thème n'a donc pas été évalué.
- **Coûts externes** : le calcul des coûts externes selon SIA 480 n'a été transmis pour aucun des bâtiments. Toutefois, il faut relever que le principe de ce calcul repose sur l'évaluation de l'impact environnemental des consommations énergétiques d'un bâtiment, comme une plus-value sur ses charges énergétiques. Or, l'outil Sméo prévoit déjà de calculer l'impact environnemental imputable à l'énergie d'exploitation d'un bâtiment selon trois indicateurs

environnementaux reconnus : énergie primaire, émissions de gaz à effet de serre, et points UBP (Ecopoints). La pertinence de cet objectif financier paraît donc discutable.

En conclusion, la pertinence des **objectifs financiers** paraît discutable : les paramètres de calcul d'amortissement sont définis dans l'annexe de la directive n°23 du SAGEFI ; le calcul d'énergie primaire est pris en compte par défaut dans l'évaluation de l'étiquette énergétique ; les prix de l'énergie du marché dans un contexte régional sont plus pertinents que les prix OFEN ; enfin, le calcul des coûts externes est un indicateur d'impact environnemental traduit en coûts, qui paraît moins pertinent que les indicateurs usuels tels que prévus par Sméo.

**Conformité aux lignes directrices de conception et d'exploitation 2007 :**

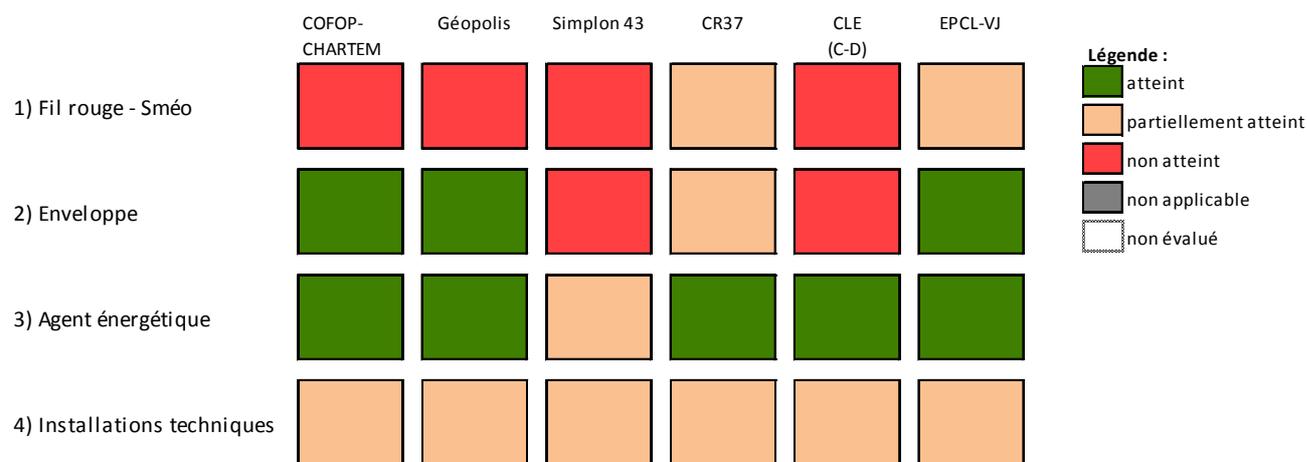


Figure 6 (source : Cour des comptes)

- Fil Rouge** : l'outil Sméo n'a été utilisé que pour les projets César-Roux 37 et EPCL-VJ. Même pour ces bâtiments, l'objectif a été considéré seulement comme partiellement atteint, car l'outil Sméo n'a pas été utilisé dès la phase de concours, ni en phase d'exploitation. Cette ligne directrice pour la conception / exploitation du bâtiment est pourtant primordiale à respecter, car c'est le fil rouge qui garantit la conformité du projet à l'ensemble des directives énergétiques et permet de situer le bâtiment par rapport à l'objectif général de tendre vers une société à 2'000W.
- Enveloppe thermique** : les enveloppes thermiques des deux constructions neuves (halles du COFOP-CHARTEM et Géopolis) ont respecté l'exigence selon laquelle les besoins de chaleur prévisionnels doivent être 20% inférieurs aux besoins de chaleur d'un bâtiment standard. En revanche, aucune des rénovations ne respecte le standard MINERGIE-ECO® à neuf, à l'exception de l'EPCL-VJ. Paradoxalement, il s'agissait de la seule rénovation pour laquelle cet objectif n'était pas requis (CFC 1-3 inférieurs à 40% de la valeur ECA du bâtiment au stade de l'avant-projet). Pour César-Roux 7, les critères ECO non vérifiables de manière exhaustive expliquent l'objectif partiellement atteint.
- Agent énergétique** : tous les bâtiments sont raccordés au chauffage à distance, sauf Géopolis (chauffage au moyen d'une pompe à chaleur sur eau du lac et appoint par une chaudière à pellets) et Simplon 43 (conservation de la chaudière à mazout car installée en 2000). Pour Simplon 43, l'objectif du thème « Agent énergétique » a tout de même été considéré comme partiellement atteint, car une installation solaire thermique permet de

couvrir une partie des besoins en eau chaude sanitaire du bâtiment. Pour tous les autres bâtiments, les objectifs ont été considérés comme atteints.

- **Installations techniques :** l'objectif sur les installations techniques a été jugé partiellement atteint pour tous les bâtiments. Les raisons varient d'un bâtiment à l'autre : lacunes dans le concept de comptage (pas de relevé de consommations électriques pour l'EPCL-VJ et les halles du COFOP-CHARTEM, pas de comptage séparé pour les bâtiments C et D du CLE), chaudière à mazout conservée pour Simplon 43, ventilation trop énergivore pour Géopolis, et absence de climatisation pour les laboratoires où le climat doit être conditionné pour César-Roux 37.

En conclusion, parmi les **lignes directrices de conception et d'exploitation 2007**, l'utilisation de l'outil Sméo est la moins respectée, alors que son périmètre d'étude couvre tous les critères d'un bâtiment durable sur tout son cycle de vie. Les objectifs relatifs à la qualité d'enveloppe thermique des rénovations sont le plus souvent mal définis. Le recours aux énergies renouvelables est favorisé presque systématiquement pour la couverture des besoins de chaleur ; en revanche, dans aucun des bâtiments, il n'a été envisagé pour couvrir une partie de leurs besoins électriques.

#### Conformité aux lignes directrices de processus 2007 :

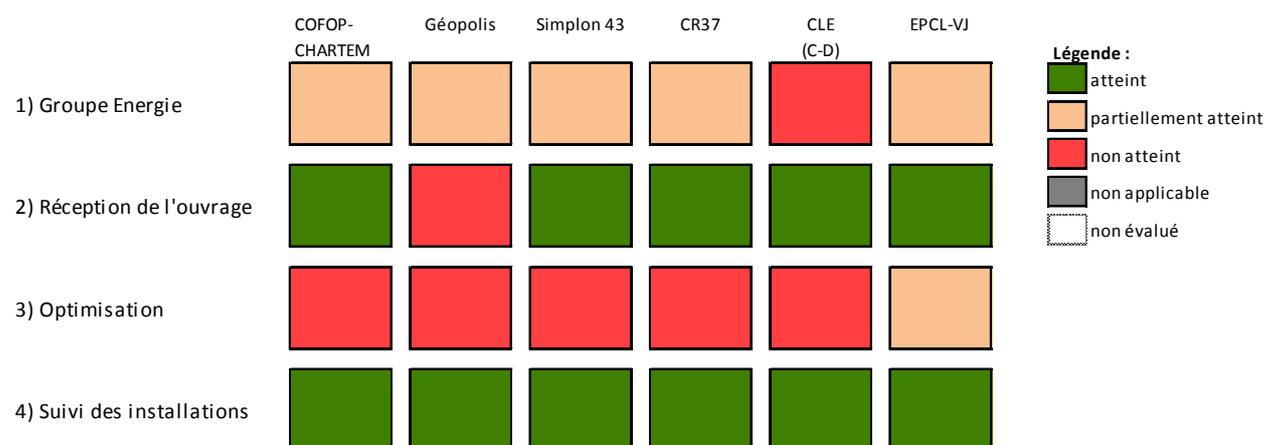


Figure 7 (source : Cour des comptes)

- **Groupe Energie :** comme mentionné précédemment, la consultation du Groupe Energie n'est guère possible en pratique. En revanche, tous les documents de référence pour la procédure sélective (concours, appels d'offres ou mandat d'études parallèles) font bien référence aux directives énergétiques. Seul le CLE (C-D) fait exception à la règle, car il n'y a pas eu de cahier des charges en bonne et due forme dans le cadre de la procédure ouverte en marchés publics (appel d'offres du 30.10.2009 pour prestations d'architecture et ingénierie) ; si les textes de soumission pour les appels d'offres aux diverses entreprises font bien référence aux directives internes au CHUV, il n'y a pas de références aux directives énergétiques applicables à toute construction de l'Etat de Vaud.
- **Protocoles de réception :** comme mentionné précédemment, les protocoles de réception sont une étape systématique de l'achèvement des travaux d'un projet. Ces documents font défaut uniquement pour Géopolis en raison de la faillite de Baumag : en lieu et place des protocoles de réceptions, une liste des avis de défauts a été établie par le BUD.

- **Optimisation** : le rapport d'optimisation de l'EPCL-VJ est en cours de production (objectif considéré comme partiellement atteint). Pour tous les autres bâtiments, aucun rapport d'optimisation ou de vérification de conformité du projet n'était disponible.
- **Suivi des installations** : pour tous les bâtiments, un relevé des consommations énergétiques est assuré via l'outil TENER. Ces données sont utilisées pour alimenter le rapport du Groupe Energie.

En conclusion, concernant les **lignes directrices de processus 2007**, les constats sont les mêmes que pour les directives énergétiques de 2003 : la consultation du Groupe Energie paraît impossible en pratique ; les protocoles de réception sont une étape obligatoire de l'achèvement des travaux avant la livraison du bâtiment ; le rapport d'optimisation est le plus souvent omis, alors qu'il est le garant de la vérification de la conformité du projet aux objectifs définis et devrait proposer des mesures correctives dans le cas contraire.

Le suivi des installations est bien assuré grâce à l'utilisation systématique de l'outil TENER. Néanmoins, il n'y a pas systématiquement un concept de mesure clair qui permet d'identifier un écart par rapport aux objectifs. L'objectif MINERGIE® intègre la consommation de chaleur et d'électricité pour le chauffage, la ventilation et la climatisation. En absence de comptage systématique séparé de l'électricité pour le bâtiment, celle-ci est mélangée avec la consommation pour l'exploitation du bâtiment. Ce système ne permet pas de vérifier réellement si les performances en énergie pondérée (valeur limite MINERGIE®) sont atteintes ; s'il y a une dérive ou une mauvaise conception du système de ventilation – climatisation – pompe à chaleur, elle n'est pas détectable immédiatement.

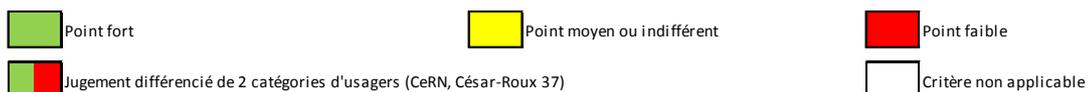
## 4. LES RÉSULTATS DE L'AXE 2 : LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS UNE SÉLECTION DE 10 BÂTIMENTS

Ce chapitre présente la manière dont le développement durable est mis en œuvre dans chacun des 10 bâtiments sélectionnés. Les points forts et points faibles sont indiqués à l'aide de feux de couleur, en référence aux critères définis (cf. §2.3.2).

En introduction, le graphique suivant résume les points forts et points faibles des dix bâtiments sélectionnés. Il en ressort un bon équilibre dans la prise en compte des trois dimensions du développement durable : les bâtiments sélectionnés répondent pleinement à environ 70% des critères sociaux, économiques et environnementaux. Ils présentent des points faibles pour seulement 10% environ des critères sociaux et environnementaux, 3% des critères économiques.

Figure 8 : points forts/faibles des 10 bâtiments, selon les critères d'audit (source : Cour des comptes)

Critères DD	CERN	COFOP-CHARTEM	Géopolis	Hêtre	ESSanté	César-Roux 37	CLE (bât. C-D)	EPCL-VJ	CEPV	Simplon 43
<b>1 Société</b>										
<b>1.1 Vie en Commun</b>										
1.1.1 Intégration, mixité	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Jugement différencié de 2 catégories d'utilisateurs (CeRN, César-Roux 37)	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.1.2 Contacts sociaux	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.1.3 Participation	Point fort	Point fort	Point faible	Point fort	Point fort	Jugement différencié de 2 catégories d'utilisateurs (CeRN, César-Roux 37)	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>1.2 Aménagement</b>										
1.2.1 Identité au lieu, appartenance	Point faible	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Jugement différencié de 2 catégories d'utilisateurs (CeRN, César-Roux 37)	Point fort	Point faible	Point fort	Point fort
1.2.2 Aménagements individuels, personnalisation	Point faible	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point faible	Point fort	Point fort
<b>1.3 Exploitation viabilité</b>										
1.3.1 Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.3.2 Mobilité douce	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.3.3 Accessibilité et utilisabilité par tous	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point faible	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>1.4 Sécurité et confort</b>										
1.4.1 Sécurité	Jugement différencié de 2 catégories d'utilisateurs (CeRN, César-Roux 37)	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.4.2 Lumière	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.4.3 Qualité de l'air	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Jugement différencié de 2 catégories d'utilisateurs (CeRN, César-Roux 37)	Point fort	Point fort	Point fort	Point faible
1.4.4 Rayonnements	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.4.5 Protection thermique estivale	Point faible	Point fort	Point fort	Point fort	Point faible	Point fort	Point faible	Point fort	Point faible	Point faible
1.4.6 Bruit et vibrations	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>1.5 Acceptation sociale du bâtiment</b>										
1.5.1 Acceptation publique	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.5.2 Acceptation des usagers	Jugement différencié de 2 catégories d'utilisateurs (CeRN, César-Roux 37)	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Jugement différencié de 2 catégories d'utilisateurs (CeRN, César-Roux 37)	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
1.5.3 Intégration au tissu bâti existant	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>2 Economie</b>										
<b>2.1 Frais d'investissement</b>										
2.1.1 Coûts et cycle de vie	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
2.1.2 Financement	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>2.2 Frais d'exploitation et entretien</b>										
2.2.1 Exploitation et entretien	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
2.2.2 Rénovation	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>3 Environnement</b>										
<b>3.1 Matériaux de construction</b>										
3.1.1 Disponibilité des matières premières	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.1.2 Impacts environnementaux	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.1.3 Polluants	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.1.4 Déconstruction	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>3.2 Energie d'exploitation</b>										
3.2.1 Besoins de chaleur et/ou de froid	Point fort	Point fort	Point fort	Point faible	Point faible	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.2.2 Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.2.3 Besoins d'électricité	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.2.4 Couverture des besoins en énergie renouvelable	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>3.3 Sol, paysage</b>										
3.3.1 Superficie des terrains	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.3.2 Espaces extérieurs	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
<b>3.4 Infrastructure</b>										
3.4.1 Mobilité	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.4.2 Déchets d'exploitation	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort
3.4.3 Eau	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort	Point fort



**Synthèse :**

1. Le CeRN de Bursins (construction neuve) est une grande réussite sur le plan environnemental, générant d'importantes économies énergétiques pour un coût de construction raisonnable. Il ne donne que partiellement satisfaction à ses utilisateurs, en relation notamment avec le confort et les exigences de sécurité pour la police.
2. Le COFOP-CHARTEM (construction neuve) est une réussite totale, dans le cadre d'une construction de petite échelle. Les exigences MINERGIE-ECO® ou équivalent sont remplies (même MINERGIE-P-ECO®).
3. Contribuant à l'image moderne et novatrice de l'UNIL, et malgré l'absence d'une commission de projet intégrant des représentants des usagers, le bâtiment Géopolis (construction neuve) est en général bien perçu par les utilisateurs. Les exigences MINERGIE-ECO® ou équivalent ont été respectées, mais sa consommation électrique est très élevée.
4. Le bâtiment Hêtre (construction neuve) de l'Hôpital de Prangins répond pleinement aux besoins des usagers. Il a toutefois engendré des coûts de construction relativement élevés, et n'atteint pas ses objectifs énergétiques.
5. L'Ecole supérieure de la santé (ancienne Ecole de chimie) est un exemple de sobriété, s'agissant d'une rénovation douce permettant de remettre le bâtiment en état à un coût modeste, tout en renforçant son identité. Quelques problèmes de confort thermique subsistent, et les objectifs énergétiques ne sont pas atteints.
6. Suite à la rénovation du bâtiment de César-Roux 37, le bâtiment ne donne satisfaction qu'à l'un des deux services usagers, l'autre service ayant été absent de la commission de projet, et le budget imposant de fortes contraintes. Les exigences MINERGIE-ECO® n'ont pas été atteintes.
7. L'assainissement et transformation du CLE (bâtiments C-D) a démontré une bonne coordination entre le SIPaL et le service constructeur du CHUV, ainsi que la prise en compte des besoins des centres de recherche usagers des bâtiments. Les exigences MINERGIE-ECO® n'ont toutefois pas été atteintes, et la consommation électrique a augmenté de 35%.
8. Suite à son assainissement et transformation, l'EPCL-VJ a drastiquement réduit ses besoins de chaleur. Malgré les efforts architecturaux et artistiques, le bâtiment semble mal accepté par ses usagers. Les critères MINERGIE-ECO® sont remplis, bien qu'ils n'aient pas été exigés.
9. Le CEPV a fait l'objet d'une rénovation douce, respectant l'identité du bâtiment, pour un budget relativement restreint. Mis à part le confort thermique, il donne satisfaction à ses usagers. La performance énergétique s'est améliorée, sans toutefois atteindre l'objectif planifié.
10. Le bâtiment du Simplon 43 est un bon exemple d'opération foncière favorisant un Etat propriétaire et libérant des charges locatives. Mis à part certains aspects de confort, il offre un environnement idéal à ses usagers. Les objectifs énergétiques ne sont pas atteints, les exigences MINERGIE-ECO® non plus.

## ANALYSE DÉTAILLÉE DES BÂTIMENTS

Bâtiment	Type d'intervention	Affectation(s)	Mise en service	Service constructeur	PAGE
Centre d'entretien des routes nationales (CeRN) de Bursins	Construction neuve	Technique Administration	Fin 2008	SIPaL	39
COFOP-CHARTEM	Construction neuve	Enseignement	05.2010	SIPaL	44
Géopolis	Construction neuve	Enseignement Laboratoire	10.2013	BUD	48
Bâtiment Hêtre de l'Hôpital de Prangins	Construction neuve	Hospitalier	11.2013	CHUV	53
Ecole supérieure de la santé (ESSanté)	Rénovation complète	Enseignement	10.2006	SIPaL	58
César-Roux 37	Rénovation complète	Laboratoire Administration	07.2011	SIPaL	63
Centre des laboratoires d'Epalinges (CLE), bâtiments C-D	Rénovation complète	Laboratoire	06.2014	CHUV	68
Ecole professionnelle commerciale de Lausanne (EPCL), site Vallée de la Jeunesse	Rénovation complète	Enseignement	03.2015	SIPaL	73
Centre d'enseignement professionnel de Vevey (CEPV)	Rénovation partielle	Enseignement	11.2008	SIPaL	78
Etablissement pénitentiaire Simplon 43	Rénovation partielle	Détention	04.2012	SIPaL	83



# Centre d'entretien des routes nationales (CeRN) de Bursins

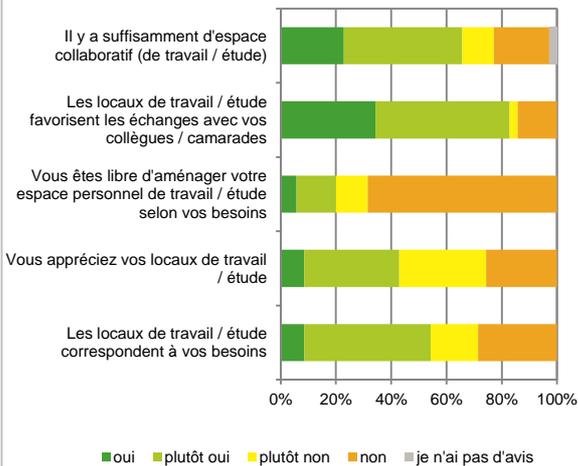
## Synthèse

Construction neuve  
 Surface de plancher : 8'551 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 35'445'497 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 22'986'564 CHF

Point fort	●	Point moyen ou indifférent	●	Point faible	●	Critère non applicable	○	Critère avec jugement différencié : DGMR à gauche et police à droite	●●●
------------	---	----------------------------	---	--------------	---	------------------------	---	--	-----

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=35)

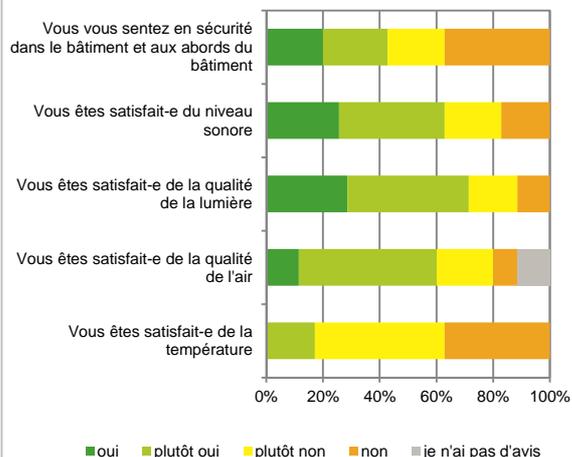


### Vie en commun

Intégration mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

- La disposition des bureaux, les circulations et les vues vers les hangars contribuent à la bonne intégration entre les différentes professions de la DGMR qui cohabitent dans le bâtiment (personnel technique, conducteurs d'engins, personnel administratif).
- Les espaces communautaires de pause, l'équipement de l'espace à manger favorisent les contacts sociaux à la grande satisfaction du personnel de la DGMR interrogé sur place.
- L'équipe du CeRN a participé à toutes les étapes de planification du projet. Cette participation continue a notamment permis de choisir un volume bâti développé en longueur avec des garages plutôt que la configuration usuelle de « type hangar » avec circulation traversante. Le bâtiment en exploitation donne satisfaction aux usagers d'après les témoignages recueillis sur place.
- En raison de la nature des activités et les besoins différents des services qui occupent le bâtiment, la mixité et les contacts sociaux interservices ne sont pas forcément souhaités. L'évaluation de ces critères concerne surtout la DGMR qui est la principale affectation.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=35)

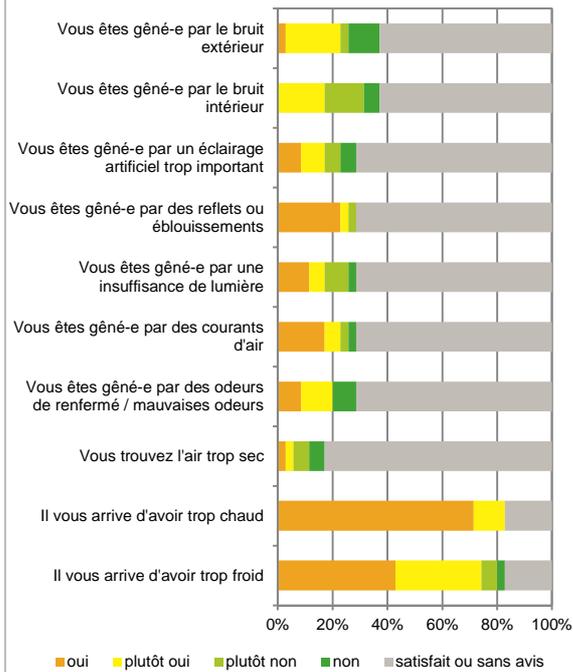


### Aménagement

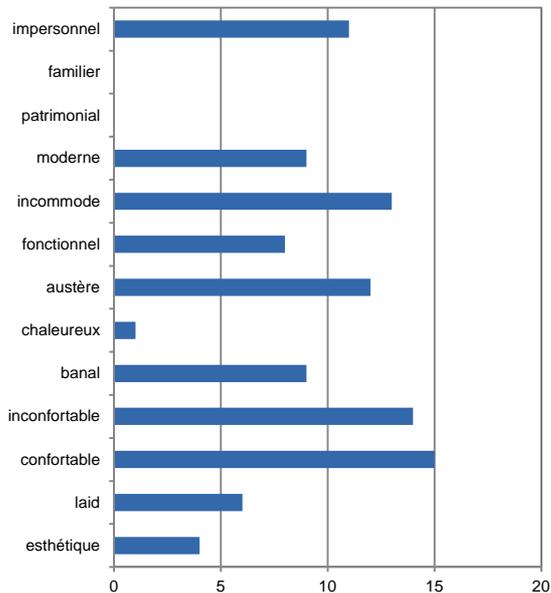
Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

- Confortable, inconfortable, incommode, austère, impersonnel, moderne et banal sont les caractéristiques du bâtiment qui sortent spontanément dans le questionnaire des utilisateurs. Il y a davantage de qualificatifs négatifs aux yeux des utilisateurs qui ne semblent pas adhérer à l'identité du bâtiment.
- La très grande majorité des utilisateurs ne ressentent pas d'attachement au bâtiment. Même l'œuvre artistique n'est ni remarquée ni comprise par les utilisateurs.
- La grande majorité du personnel de la police déplore le manque de flexibilité des locaux et la non-adéquation du bâtiment à leurs besoins en matière de sécurité.
- Le manque d'appropriation du bâtiment par les utilisateurs est flagrant lorsqu'on remarque que la grande majorité ne le considère pas économe en énergie, alors que c'est un bâtiment primé pour ses performances extraordinaires, confirmées par les consommations mesurées.

### Causes de l'inconfort (n=35)



### Qualificatifs : 3 coches par répondant



### Exploitation, viabilité

Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	○
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- La nature de l'affectation et la position du bâtiment sur l'autoroute rendent les critères concernant l'accessibilité et la mobilité douce peu probants pour l'évaluation.
- Il y a bien une affectation mixte : DGMR et Police qui occupe 1 secteur sur 6 du bâtiment. Mais si le bâtiment est bien adapté aux besoins de la DGMR, ce n'est pas le cas pour la police (besoins d'espaces sécurisés difficilement compatibles avec un bâtiment vitré).
- L'accessibilité de l'étage du secteur « police » est contraignante pour les personnes à mobilité réduite.

### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

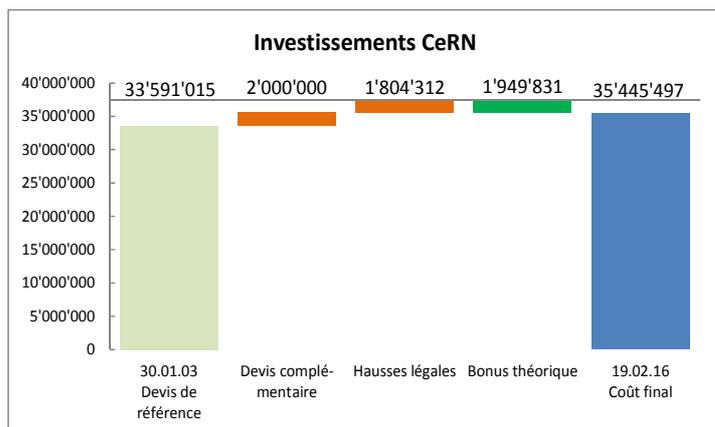
- Pour la DGMR, les besoins de sécurité semblent satisfaits. Les besoins particuliers de la police ne sont clairement pas satisfaits. La sécurisation de l'entrée, du parking, des cellules de détention ne répond pas aux besoins des usagers.
- Le bâtiment dans l'ensemble baigne dans la lumière naturelle : les bureaux sont très vitrés et les circulations sont éclairées par la lumière zénithale. Malgré ces avantages, les occupants se plaignent à la fois d'un manque et d'un excès de lumière. Les usagers rapportent également un problème d'éblouissement. La divergence de perception du confort visuel par les occupants est inhérente à un bâtiment 100% vitré.
- La qualité de l'air, le confort acoustique et les rayonnements donnent satisfaction à 60-65% des occupants. Ce pourcentage est assez faible, vu l'effort consenti : ventilation mécanique double flux en plus des fenêtres ouvrables.
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radon est faible, et où l'exposition au rayonnement non ionisant est faible : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Le confort thermique estival est insuffisant (85% d'insatisfaits). Les bureaux sont 100% vitrés avec une faible masse thermique. Avec la présence d'un bon store et d'une fenêtre ouvrable sécurisée, ils remplissent théoriquement les conditions minimales de la norme SIA 180. Mais avec l'absence de protection solaire dans les entrées, l'air surchauffé dans ces espaces monte et ramène une chaleur supplémentaire à l'étage supérieur. La présence de capteurs solaires sous les fenêtres ramène aussi une chaleur supplémentaire en surchauffant l'air entrant.

### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	●
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- Les publications et les distinctions du bâtiment en tant que bâtiment de haute valeur environnementale montrent une très bonne acceptation publique.
- Les difficultés pour assurer le confort en combinaison avec les problèmes d'exploitation en ce qui concerne la sécurité pour les activités de la police rendent l'acceptation du bâtiment par les usagers problématique, surtout par les policiers.
- L'intégration du bâtiment entre le village du Bursins et le lac est réussie.

## DIMENSION ECONOMIQUE



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

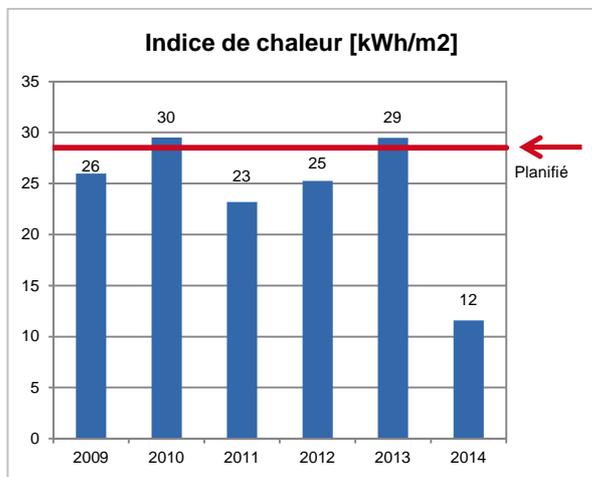
- Malgré les caractères pilote et volontariste sur les aspects environnementaux, le bâtiment reste dans les coûts usuels : 498 CHF/m<sup>3</sup> VB, 2'688 CHF/m<sup>2</sup> SP.
- Le coût final du bâtiment est de 35'445'497 CHF pour un devis total de 35'591'015 CHF. Compte tenu des hausses légales, un bonus théorique de 1.9 mios est dégagé.
- Plus de 80% du financement provient de la Confédération (OFROU), proportionnellement à la part du bâtiment dévolue à l'entretien des routes nationales.

### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	○

- La quasi-totalité des frais d'exploitation et d'entretien du bâtiment sont assumés par l'OFROU. Ces données ne nous ont pas été communiquées dans le cadre de cet audit. Les données transmises entre 2010 et 2014 montrent qu'ils s'élèvent en moyenne à 14 CHF/m<sup>2</sup>SP, ce qui est très compétitif.
- Il est trop tôt pour se prononcer sur les coûts de rénovation. Vu la sobriété du bâtiment et la qualité d'exécution, nous pouvons attendre de coûts faibles et une durée de vie longue.

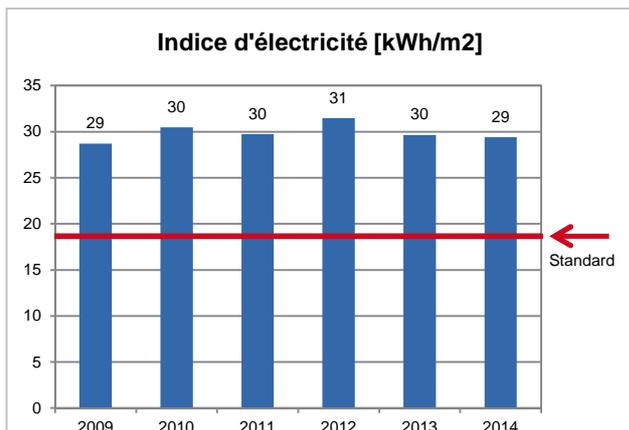
## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

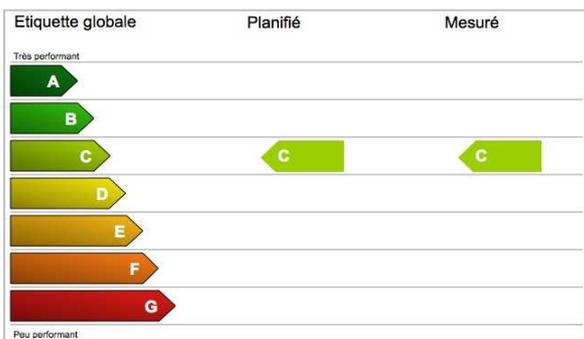


### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Le bâtiment est vraiment pionnier et exemplaire pour le recyclage des matériaux de construction sur place (béton de démolition des anciens bâtiments).
- Du bois local a été largement utilisé pour la structure du bâtiment. Dans un souci de cohérence dans une approche « cycle de vie », des bouleaux ont été plantés pour produire sur la durée de vie du bâtiment l'équivalent du volume de bois qui a été utilisé pour sa construction.
- Les choix des matériaux ont été guidés par des écobilans détaillés, ce qui était inédit à l'époque de la planification du bâtiment. Ces calculs ont permis de cibler les solutions en fonction des impacts environnementaux réels. Le précompactage du terrain a notamment permis d'éviter des fondations spéciales et le béton recyclé a été utilisé.





## Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- L'ensemble des solutions donne un résultat extraordinaire, avec des besoins de chaleur inférieurs à la cible MINERGIE-P® actuelle et avec une consommation réelle inférieure à la consommation planifiée.
- Bien que la consommation d'électricité se situe entre 25 et 30 kWh/m<sup>2</sup>SRE, au lieu de la valeur standard de 19, elle reste relativement faible. Il faut noter qu'une partie des besoins électriques sont couverts par une installation solaire photovoltaïque.
- Les besoins d'énergies pour la production de chaleur sont couverts par l'énergie solaire thermique (panneaux en façade) et une chaudière à bois utilisant les déchets verts de l'autoroute comme combustible. Des panneaux solaires photovoltaïques couvrent également une partie des besoins électriques du bâtiment.
- L'utilisation du solaire thermique pour le chauffage du sol des ateliers par stockage reste une intention de démonstration sur un projet pilote, mais il n'y a pas de fait tangible et mesurable qui prouve son efficacité réelle.

## Sol et paysage

Superficie des terrains	●
Espace extérieur	●

- La végétalisation de la toiture, le traitement des aménagements extérieurs favorisent l'infiltration des eaux de surface ainsi que la biodiversité de l'environnement construit.
- La volumétrie du bâtiment, le traitement des toitures, les plantations et les aménagements extérieurs minimisent l'impact du bâtiment sur le paysage.

## Infrastructure

Mobilité	○
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- La position de ce bâtiment est dictée par son affectation pour l'entretien des autoroutes. L'absence de transports publics conditionne l'utilisation de transports individuels motorisés privés des usagers. Mais cette mobilité doit être aussi mise en relation avec l'efficacité de déplacements des engins d'entretien de l'autoroute. L'optimisation de la localisation par rapport à ces derniers et plus importante que celle des déplacements des employés jusqu'au bâtiment.
- Sont triés : papier, PET, verre, aluminium, déchets électroniques, pneus, ferraille, pneus, déchets inertes, déchets végétaux
- Les bonnes intentions pour économiser de l'eau avec l'usage d'urinoirs sans eau sont remises en question étant donné les problèmes techniques rencontrés.



## Synthèse

### Points forts :

Le bâtiment constitue la première expérimentation du canton pour appliquer l'ensemble des critères du développement durable, avec un effort particulier sur la dimension environnementale. Les performances réelles montrent que l'ensemble des objectifs environnementaux est atteint. Les besoins d'énergie sont très fortement réduits et ils sont couverts en très grande partie par les énergies renouvelables. C'est un bâtiment construit avec du béton recyclé sur place, avec un minimum d'excavations et de déplacements de terre. Les choix de matériaux principaux ont été chaque fois validés par des écobilans précis et avancés, pratique peu usuelle même aujourd'hui. En plus des performances énergétiques élevées, cette expérience pilote a généré beaucoup de connaissances qui ont fait l'objet de publications du SIPaL (édition de Jalons n°1 notamment). Ce projet constitue donc le point de départ de l'intégration des enjeux du développement durable dans la conception des bâtiments de l'Etat de Vaud.



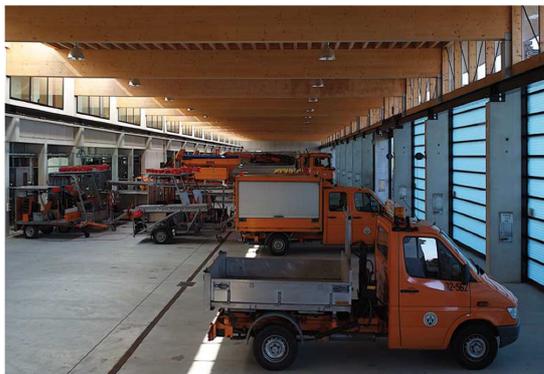
Malgré le très haut standard énergétique, le coût du bâtiment reste dans la fourchette de prix usuels avec 498 CHF/m<sup>3</sup> VB ou 1'688 CHF/m<sup>2</sup>SP. Les frais d'énergie sont très faibles, puisque tous les besoins de chaleur du bâtiment sont couverts par les déchets verts de la voirie et du système solaire thermique intégré à la façade.



L'intégration du bâtiment dans le paysage est réussie : sa volumétrie ne brise pas la ligne d'horizon de la commune de Bursins vers le lac et les aménagements extérieurs (couleurs et plantations) favorisent son intégration en douceur. Sur le plan social, les utilisateurs du CeRN apprécient aussi la nouvelle ambiance de travail, avec une meilleure interaction entre les personnes des métiers qui travaillent sur les routes et le personnel administratif, qui se rencontre et se côtoie mieux grâce à l'aménagement des locaux et les espaces communautaires.

### Points faibles :

Le bâtiment ne répond pas aux attentes des policiers en ce qui concerne la sécurité : difficulté à sécuriser des espaces tout vitrés, manque de flexibilité pour aménager les surfaces en fonction de besoins qui changent continuellement, parkings peu sécurisés etc.



Malgré les efforts et les études en phase de planification pour anticiper les problèmes de surchauffe et bien que les espaces des bureaux respectent les mesures minimales de protection estivale de la SIA 180, le bâtiment n'offre pas un confort thermique estival acceptable pour les utilisateurs. La façade 100% vitrée des bureaux crée aussi d'autres problèmes connus pour cette configuration sensible, comme des gênes dues à l'éblouissement, des courants froids en hiver et un inconfort visuel fluctuant entre l'excès (store relevé) ou le trop peu de lumière naturelle (store baissé).

Les réponses des utilisateurs au questionnaire montrent un manque d'appropriation du bâtiment par ceux qui l'exploitent. Les points faibles précités pourraient expliquer pourquoi les utilisateurs mentionnent plus de qualificatifs négatifs pour décrire le bâtiment et pourquoi une majorité déclare ne pas se sentir attachée au bâtiment.

### Conclusion

Bâtiment pionnier et très réussi sous l'angle de la dimension environnementale, générant d'importantes économies énergétiques pour un coût de construction raisonnable. Architecturalement bien intégré dans le paysage, le CeRN ne donne que partiellement satisfaction à ses utilisateurs, en relation notamment avec le confort et les exigences de sécurité pour la police.



© SERVICE IMMEUBLES, PATRIMOINE ET LOGISTIQUE



# COFOP-CHARTEM

Centre Horizon d'Activités Relais Transition Ecole-Métiers (CHARTEM), qui fait partie du Centre d'Orientation et de Formation professionnelles (COFOP)

## Synthèse

Rénovation  
 Surface de plancher : 1'182 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 4'774'267 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 3'763'462 CHF

Point fort : ●

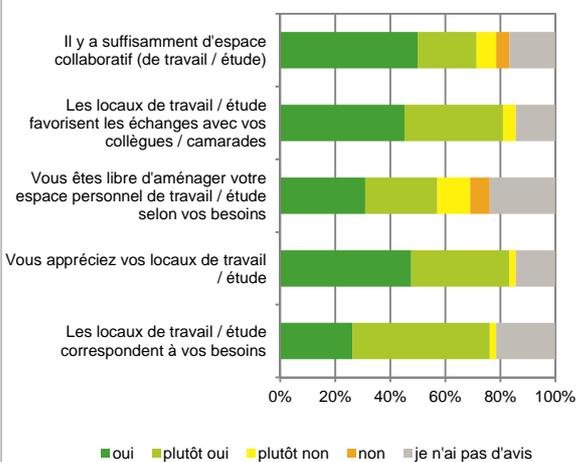
Point moyen ou indifférent : ●

Point faible : ●

Critère non applicable : ○

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=42)

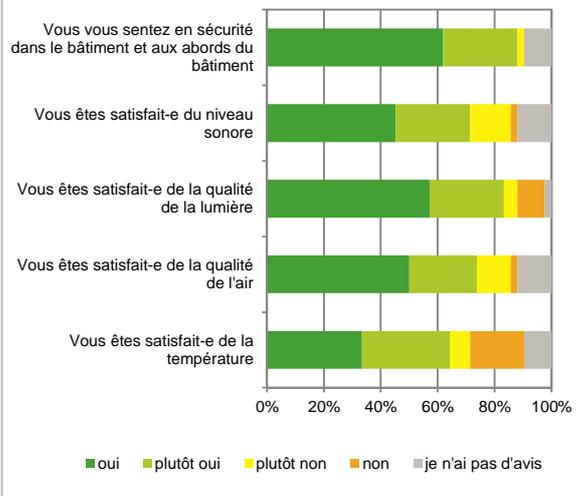


### Vie en commun

Intégration mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

- Le projet favorise l'enseignement en fixant des objectifs pédagogiques concrets qui permettent à des jeunes, souvent fragilisés, d'entrer dans la vie active grâce à une formation où se mélangent l'apprentissage des métiers et celui de la vie en société.
- 90% des personnes sondées affirment que les espaces communautaires correspondent à leurs besoins. La qualité des aménagements extérieurs existants avec la création des espaces de rencontre contemporains de qualité contribue à la perception positive de ce critère.
- Les commissions de projet ont intégré les représentants des usagers. Les élèves ont même pu participer aux jurys de concours pour la signalétique et le jardin chromatique qui ont été financés grâce au budget alloué pour une animation artistique (resp. du COFOP et du CHARTEM). La création et l'entretien du jardin chromatique font même partie des travaux pédagogiques des étudiants.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=42)



### Aménagement

Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

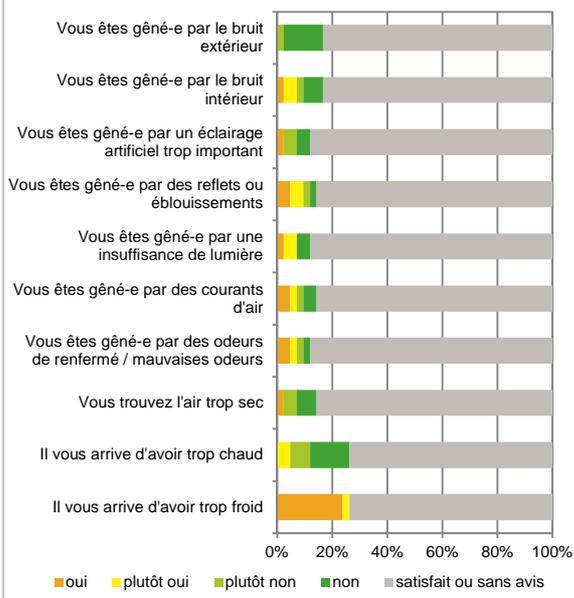
- 60% des personnes sondées sont fières d'étudier / travailler dans ces locaux. 50% expriment un attachement. Parmi les qualificatifs associés aux halles, tous positifs, ceux qui sont le plus cités sont « fonctionnel, moderne et confortable ».
- La majorité des usagers se disent satisfaits de la possibilité de personnalisation des locaux : le choix d'une finition brute (panneaux bois 3 plis en revêtement intérieur) facilite l'accrochage d'affiches. Le jardin chromatique est une création des étudiants.

### Exploitation, viabilité

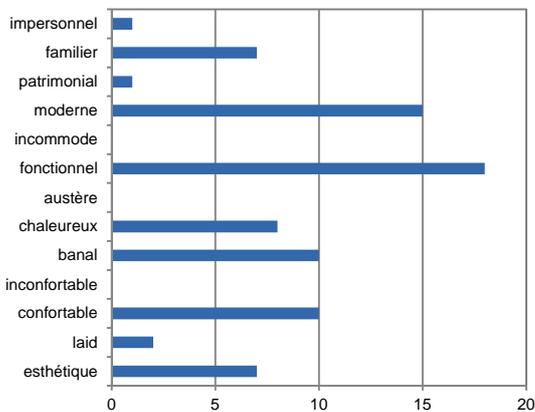
Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- Les halles sont situées en périphérie du grand centre lausannois et il y a peu, voire pas du tout, de commodités à proximité.
- 70% des personnes sondées sont satisfaites de la desserte en transports publics : près du M2, elle est évaluée en classe B selon Swisstopo. Le cheminement piéton est agréable. En revanche, aucune piste cyclable ne dessert le site.
- Les aménagements et l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite sont assurés.

### Causes de l'inconfort (n=42)



### Qualitatifs : 3 coches par répondant



### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

- Les éclairages extérieurs sont suffisants et la grande majorité des personnes se sentent en sécurité sur le site.
- Les larges ouvertures en façade, bien dimensionnées et positionnées, offrent un apport en lumière naturelle agréable dans les ateliers comme dans les surfaces de dégagement.
- Le renouvellement de l'air est assuré de manière satisfaisante par une ventilation simple flux : extraction d'air dans les sanitaires et apport d'air neuf via des réglettes manuelles intégrées dans les cadres de fenêtres.
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radons et l'exposition au rayonnement non ionisant sont faibles : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Les stores à lames extérieurs avec gestion manuelle offrent une protection solaire efficace. Grâce à une conception juste, un taux de vitrage raisonnable et judicieusement placé, une protection solaire efficace avec des stores à lamelles et une ventilation traversante, le confort estival a été assuré même durant le dernier été caniculaire, ce qui est remarquable pour un bâtiment léger en bois.
- Les dalles d'étage et de toiture en bois composées de planches massives brutes assemblées avec un décalage permettent à la fois d'augmenter la hauteur statique de la dalle et d'assurer une protection acoustique satisfaisante.

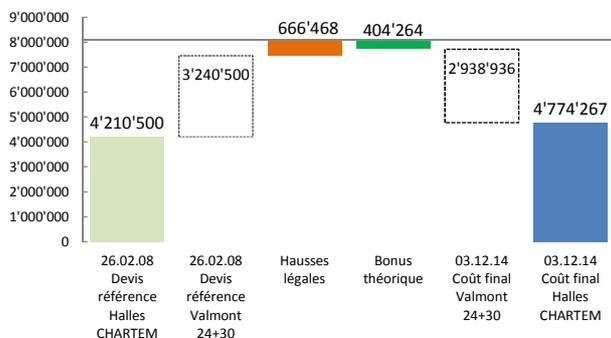
### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	○
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- L'ensemble de la classe politique au Grand Conseil a accordé tous les crédits d'ouvrage associés à ce projet.
- Les résultats du sondage soumis aux utilisateurs, révèlent une grande satisfaction des usagers sur tous les plans : intégration dans le processus de planification du projet, qualité fonctionnelle des espaces et confort.

## DIMENSION ECONOMIQUE

### Investissements COFOP-CHARTEM



### Coûts d'investissement

Coûts et cycle de vie	●
Financement	●

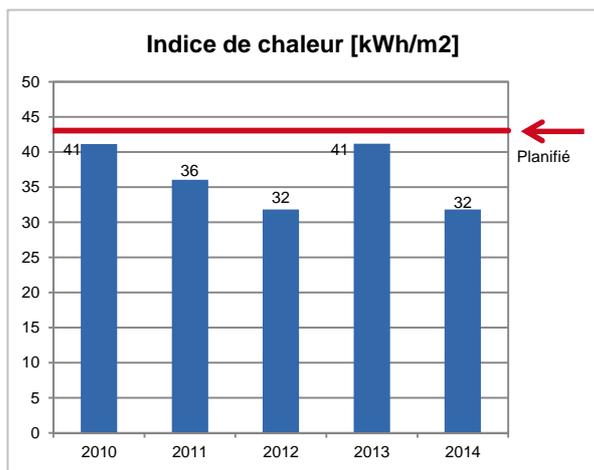
- Dans le cadre d'un devis de référence de 7'451'000 CHF (dont 1'000'000 de subvention fédérale), 4'210'500 CHF étaient prévus pour les 2 halles du CHARTEM, et 3'240'500 CHF pour la reconstruction et assainissement des bâtiments Valmont n°24 et 30.
- Le coût final des halles (y compris hausses légales) dépasse de 13% le devis, mais le budget global est respecté compte tenu des hausses légales, dégageant un bonus théorique de 400'000 CHF. L'investissement consenti doit être amorti dans les 13 ans.

### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	○

- Les charges d'exploitation et d'entretien sur l'ensemble du site s'élèvent en moyenne entre 2012 et 2014 à 166'655 CHF au lieu de 211'209 CHF planifiées dans l'EMPD. Les charges effectives sont donc 12% moins élevées que prévues : ce paramètre permettra de faciliter l'amortissement de l'investissement.
- La rénovation de l'ancien bâtiment est hors du périmètre de l'analyse.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE



### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Les halles sont composées d'éléments préfabriqués en bois. Tous les éléments sont posés bruts et il n'y a aucun doublage intérieur. L'économie des matériaux va même jusqu'à l'absence de pare-vapeur dans la composition de l'ossature bois, le panneau en bois 3-plis assurant 2 fonctions : finition et étanchéité à l'air.
- Les halles ont été réalisées conformément aux exigences du label MINERGIE-ECO®, l'impact environnemental et la charge en polluants intérieurs sont donc, a priori, minimales.
- Tous les éléments du gros œuvre (dalles, toiture et façades), ont pu être montés en 3 jours. Toutes les fixations des éléments sont mécaniques : la déconstruction et le recyclage des matériaux seront donc d'autant plus aisés.
- Le principe du « bon matériau au bon endroit » a non seulement réduit les impacts environnementaux, mais a aussi minimisé les coûts de construction. Le choix de matériaux robustes et bon marché comme le polycarbonate en bardage favorise également la pérennité de l'ouvrage.

### Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	●
Besoins d'électricité	○
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- L'indice de chaleur mesuré est encore plus performant que l'indice planifié : 36 kWh/m<sup>2</sup>SRE en moyenne au lieu de 43 kWh/m<sup>2</sup>SRE prévu, soit 15% plus bas. Selon les consommations mesurées, les halles respectent même le standard MINERGIE-P®.
- Aucune donnée de consommation n'est disponible pour les besoins d'énergie pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) mais les ateliers comme les toilettes sont dépourvus d'ECS : ces besoins devraient donc être minimales.
- Aucune donnée de consommation électrique n'est disponible. Toutefois, on peut noter que la performance planifiée visait les valeurs cibles de la SIA 380/4 pour l'éclairage et le système de ventilation simple flux. Cet objectif devrait favoriser un indice de consommation électrique faible.
- Les halles sont raccordées au chauffage à distance de Lausanne : la majorité des besoins de chaleur est donc couverte par les rejets de chaleur issus de l'incinération d'ordures ménagères.

### Sol et paysage

Superficie des terrains	●
Espace extérieur	●

- L'exploitation du sol et les limites de construction ont été respectées conformément au règlement du plan d'affectation cantonal.
- La création d'un jardin chromatique a permis de valoriser l'espace extérieur en créant un biotope à part entière.
- L'état délaissé des extérieurs, avec des objets et matériaux en dépôt, a été remis en ordre pour transformer les surfaces alentour en un réel jardin esthétique.

### Infrastructure

Mobilité	●
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- La part d'utilisation des transports publics et de la mobilité douce représente plus de 80% du bouquet modal des usagers sondés.
- Seuls le PET et le papier sont recyclés sur place. Des mesures spécifiques pourraient être prises pour recycler les déchets issus des ateliers.
- Il y a un régime séparatif entre eaux usées et eaux claires. La toiture végétalisée permet de limiter et différer les eaux de ruissellement. Les urinoirs des halles sont sans eau.



## Synthèse

### Points forts

L'aspect social est au cœur du projet du fait même du programme. Les halles sont dévolues à la formation professionnelle de jeunes souvent fragilisés, voire en situation de rupture sociale. La formation mélange apprentissage professionnel et vie en société.

Les deux halles créent un îlot distinct et identifiable du reste de la parcelle tout en s'intégrant parfaitement au reste du site dans un rapport d'échelle harmonieux.

Les étudiants ont pris part aux jurys de concours pour la signalétique et le jardin chromatique, qui ont été financés par le budget alloué à l'animation artistique. La création et l'entretien du jardin font même partie des travaux pédagogiques des étudiants. Ce projet, avec quelques aménagements extérieurs simples, pertinents, contemporains et esthétiques, a transformé les alentours délaissés et peu accueillants en espace de rencontre, de détente, d'identification positive, en harmonie avec la grande valeur esthétique de l'ensemble. Les usagers se déclarent volontiers attachés à ce bâtiment et l'associent spontanément à des qualificatifs positifs, le caractérisant en majorité comme « fonctionnel, moderne et confortable ».

Le COFOP-CHARTEM affiche un taux de réussite supérieur à la moyenne des apprentissages en Suisse : c'est là le meilleur indicateur social de la réussite de ce projet.

Le projet de base a été avorté car trop jugé trop dispendieux. Le leitmotiv du nouveau projet est donc logiquement devenu l'économie de moyens. Le parti pris architectural de concevoir des halles, où tout le système constructif (technique apparente, sous-construction en façade translucide) est lisible, permet d'intégrer une approche didactique de la construction tout à fait à propos. La préfabrication, le souci du choix et l'utilisation de matériaux bruts ont été décidés en tenant compte de tout le cycle de vie des halles et en utilisant des matériaux écologiques et économiques sur le principe du « bon matériau au bon endroit ». La sobriété technique qui minimise non seulement les investissements, mais aussi les coûts d'exploitation et l'énergie grise, est également un paramètre favorable pour respecter un haut standard énergétique du bâtiment.

Les investissements rapportés au nombre d'ateliers reviennent environ à 380'000 CHF soit un prix largement inférieur au prix moyen usuel d'une salle de classe pour une école (environ 1 Mio).

La performance énergétique mesurée dépasse largement les objectifs planifiés et les halles sont globalement conformes aux exigences du label MINERGIE-P-ECO®. Bien que le bâtiment soit léger en bois, sa conception bioclimatique pertinente, avec des grandes ouvertures bien placées, orientées et dimensionnées avec un indice de vitrage raisonnable, donne un résultat optimal du point de vue du confort, de la qualité de l'air et de la lumière.



### Points faibles

Néant.

### Conclusion

Les halles du COFOP-CHARTEM sont une réussite totale. Cet exemple de construction de petite échelle a été planifié de manière pertinente en intégrant les enjeux et contraintes des trois dimensions du développement durable comme des axes forts du projet architectural. La perception très positive des utilisateurs, et la performance énergétique mesurée au-delà des objectifs fixés, confirment pleinement la réussite de ce projet. Le parti pris de la sobriété s'exprime à travers une mise en œuvre des matériaux bruts et une volonté architecturale didactique qui ont permis de respecter les contraintes budgétaires très élevées.



© SERVICE IMMEUBLES, PATRIMOINE ET LOGISTIQUE

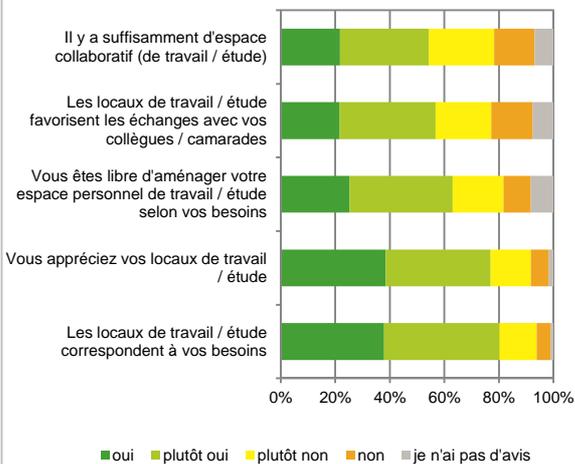


Construction neuve  
 Surface de Plancher : 37'966 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 172'911'989 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 141'942'948 CHF

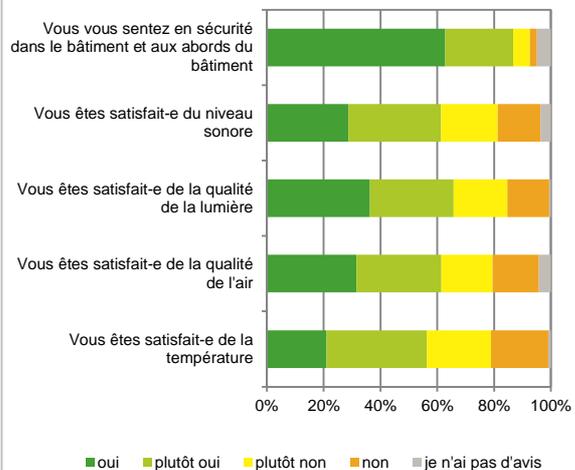
Point fort : ●	Point moyen ou indifférent : ●	Point faible : ●	Critère non applicable : ○
----------------	--------------------------------	------------------	----------------------------

### DIMENSION SOCIALE

#### Locaux de travail (n=914)



#### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=914)



#### Vie en commun

Intégration mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

- L'acquisition des anciennes usines Leu et Amedis a permis l'extension du site universitaire existant sur deux parcelles contiguës. Le bâtiment réunit la faculté des sciences sociales et politiques et la faculté des géosciences et de l'environnement.
- De nombreux espaces de vie propices à la détente et/ou au travail sont présents dans le bâtiment. L'aménagement intérieur donne une grande importance aux espaces communs, favorisant les synergies entre les deux facultés : larges atriums pouvant être utilisés comme salles polyvalentes, surfaces de dégagement aménagées comme surfaces utiles potentielles, salons informels (canapés), espaces de travail (bancs avec prises et connexions). Néanmoins, l'organisation par étages les sépare clairement. 60% des sondés affirment que les espaces communautaires correspondent à leurs besoins.
- La conduite du projet s'est déroulée sans commission de projet intégrant les représentants des utilisateurs (UNIL), les besoins des utilisateurs étant analysés puis transmis par le BUD aux architectes et mandataires, pas toujours à l'entière satisfaction de l'UNIL. Ce fonctionnement n'a plus cours aujourd'hui.

#### Aménagement

Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

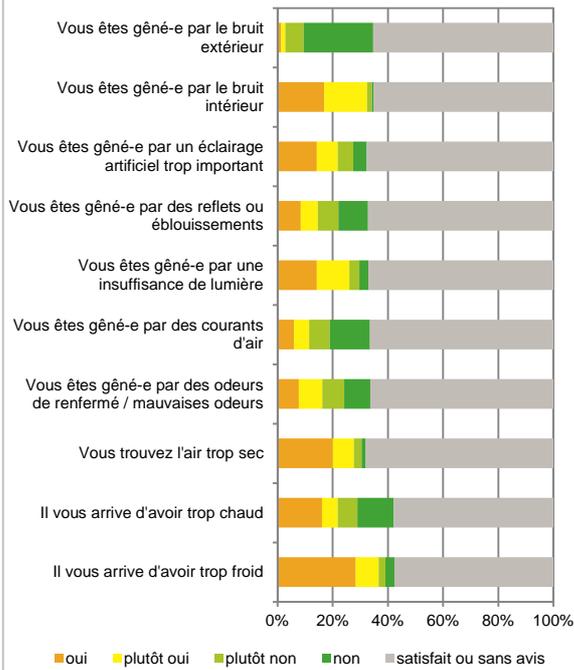
- Le bâtiment, par sa volumétrie compacte et imposante ainsi que le traitement original de ses façades avec un bardage miroitant, marque l'identité d'un nouveau quartier au sein du site universitaire. Une signalétique sobre et subtilement intégrée au sol et/ou aux murs, les volumes intérieurs généreux ou encore le mobilier design et coloré donnent une impression générale de modernité. Cependant, la majorité des usagers déclare ne pas ressentir d'attachement pour le bâtiment ou de fierté particulière à y travailler. Géopolis est principalement associé aux adjectifs suivants « moderne, esthétique et fonctionnel ».
- Des surfaces d'affichage libre sont présentes dans les dégagements. Des casiers sont mis à la disposition des élèves et l'aménagement intérieur des bureaux est laissé à la libre initiative des employés. La majorité des utilisateurs sondés se déclare satisfaite des possibilités d'aménagements individuels.

#### Exploitation, viabilité

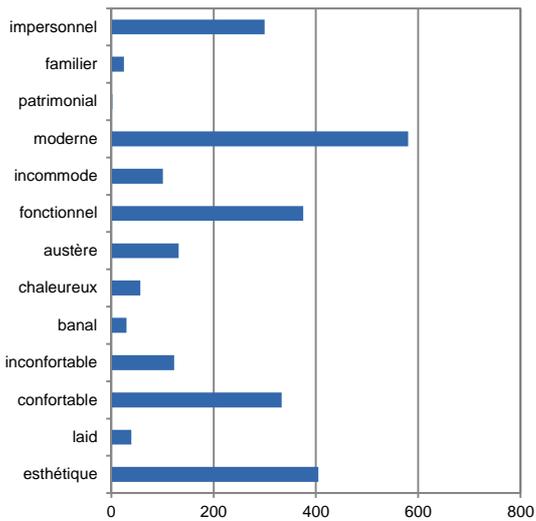
Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- Le bâtiment est ancré dans le site universitaire qui propose de nombreuses commodités.
- Le site est bien desservi par les transports publics (classe B selon Swisstopo) : le bâtiment est tout proche de l'arrêt « Unil-Mouline » du M1. Une grande majorité (88%) des personnes interrogées est satisfaite de la qualité de la desserte. Le cheminement piéton et cyclable jusqu'au bâtiment est assuré sous les voies du M1.
- Les aménagements pour personnes à mobilité réduite ont été mis en œuvre : entrées automatiques, rampes, ascenseurs, toilettes et dégagements larges. Les personnes concernées jugent l'accessibilité du bâtiment satisfaisante.

### Causes de l'inconfort (n=914)



### Qualificatifs : 3 coches par répondant



### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	●
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

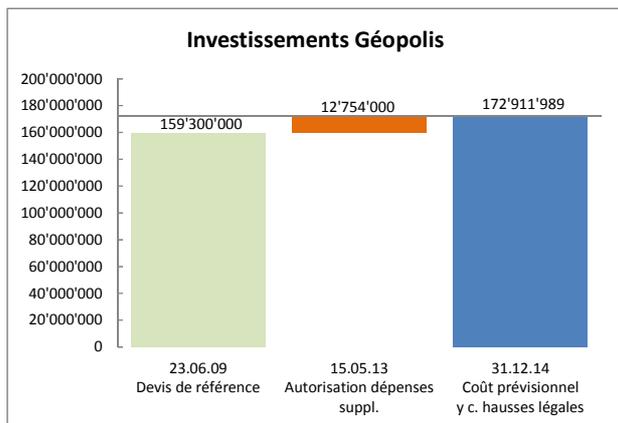
- L'éclairage extérieur nocturne est suffisant. 85% des utilisateurs se sentent en sécurité.
- Tout le bâtiment est baigné de lumière naturelle : les locaux en périphérie ont des fenêtres « toute hauteur » (de dalle à dalle) et les espaces communs ainsi que les locaux intérieurs (en second-jour) profitent de l'apport de lumière provenant des atriums centraux. La majorité des utilisateurs interrogés sont satisfaits du confort visuel.
- Le renouvellement d'air est assuré par un système de ventilation mécanique double-flux avec récupération de chaleur. Cette solution n'est pas pleinement appréciée par les utilisateurs ; environ 30% d'entre eux jugent l'air trop sec. Lors de la visite du bâtiment, des humidificateurs ont été observés dans des bureaux.
- Le bâtiment respecte l'ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant. Le site est situé dans une zone où le risque de concentration en radon est faible ; aucune mesure particulière n'a été prise.
- Des stores à lames pour les locaux en façade et des lames motorisées en toiture pour les atriums font office de protection solaire. Les deux systèmes sont asservis au rayonnement solaire. Malgré le dernier été caniculaire, aucun problème de surchauffe estivale n'a été déploré. Néanmoins, l'asservissement automatique est parfois mal vécu par les usagers (mouvements intempestifs).
- Afin de se protéger du bruit routier, les fenêtres sont en double vitrage isolant avec un indice d'affaiblissement acoustique maximum ( $R_w=41$  dB) et sont toutes fixes. Des faux-plafonds métalliques dans les sanitaires, bureaux et auditoriums et des plafonds acoustiques suspendus dans la cafétéria assurent une protection acoustique intérieure. Par défaut, les laboratoires, locaux les moins sensibles aux bruits extérieurs, ont été placés au nord du bâtiment, côté autoroute. Cependant, le sondage fait état de plaintes au sujet de nuisances sonores dans les espaces publics, bibliothèque et cafétéria principalement, avec un nombre d'insatisfaits relativement élevé (plus de 30%).

### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	○
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- Les articles dans la presse ont porté sur la faillite de l'entreprise générale et ne permettent pas d'apprécier l'acceptation publique.
- Les résultats du sondage montrent que les usagers sont globalement satisfaits de ce nouveau bâtiment. Seul le manque de contrôle sur le climat intérieur (pas d'ouvrants, asservissement des stores) génère une frustration.
- La construction de Géopolis constitue la première étape de la genèse d'un campus Nord au sein de l'UNIL. La liaison en mobilité douce est assurée avec le reste du site.

## DIMENSION ECONOMIQUE



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

- Le coût final de l'ouvrage dépasse de 9% le crédit d'ouvrage, essentiellement en relation avec la faillite de l'entreprise générale en charge des travaux. Pour autant, les coûts de construction globaux hors aménagements extérieurs (CFC 4) et ameublement (CFC 9) s'élèvent à 7'160.-/m<sup>2</sup>SUP et se recourent avec la gamme de prix d'autres bâtiments de l'UNIL d'envergure similaire : Batochime (-4%), Extranef (-1%) et Anthropôle (+17%). Il est prévu d'amortir les investissements consentis sur une période de 25 ans.
- 75% du financement est assuré par l'Etat de Vaud, et 25% par la Confédération via une subvention octroyée conformément à la loi fédérale sur l'aide aux universités.

### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	○

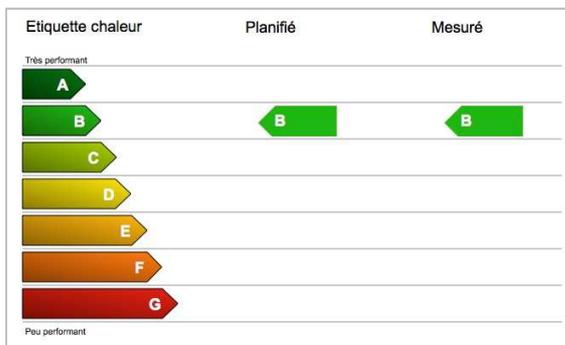
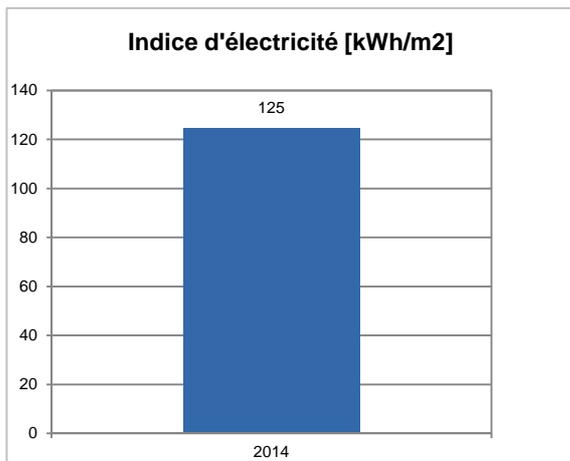
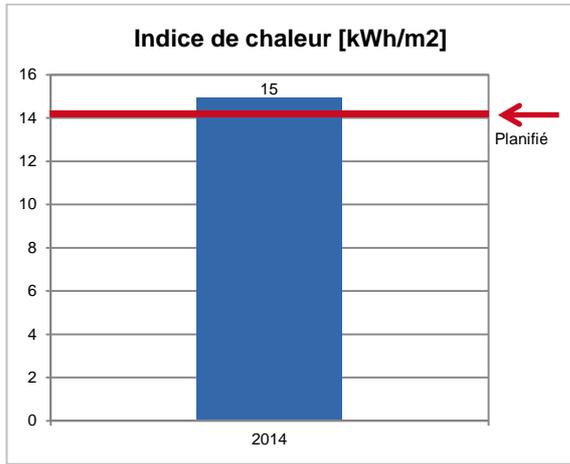
- Les charges annuelles d'entretien et exploitation (énergie comprise) enregistrées à ce jour s'élèvent à 45 CHF/m<sup>2</sup>SP soit environ 5% de moins que la valeur planifiée lors de l'EMPD. Cela représente une économie d'environ 95'000 CHF/an. Mis à part les réglages et correctifs usuels lors de la mise en service du bâtiment, aucun problème majeur de fonctionnement n'est à déplorer depuis le début de son exploitation.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Tout le béton concassé issu de la démolition de l'ancienne usine a été recyclé comme agrégats pour les bétons non structurels du nouveau bâtiment (béton d'enrobage, canalisation, béton maigre et superstructure routière). Toutes les surfaces de dégagement ont des finitions brutes et limitent ainsi le recours à des matériaux.
- Un suivi environnemental du chantier a été réalisé par un bureau externe. Il en résulte que le taux de recyclage global des déchets de chantier atteint 69%. Le bâtiment a reçu le label MINERGIE-ECO® provisoire. A priori, son bilan d'énergie grise est relativement faible.
- Le suivi environnemental du chantier a également permis de réduire la pollution de l'air (utilisation de filtres à particules), de l'eau et du sol (stockage et prétraitement des eaux souillées ou liquides polluants sur site). Aucune mesure à l'encontre des polluants à l'intérieur du bâtiment n'a été prise, mais le bâtiment étant conforme aux exigences du label ECO, les matériaux utilisés ne devraient pas être source de polluants.
- La façade ventilée possède une sous-construction qui facilitera la séparation du bardage du gros œuvre. A l'intérieur, la flexibilité d'aménagement était une priorité : il en résulte que toutes les cloisons et faux-planchers sont facilement démontables. La distribution technique est apparente dans les dégagements et espaces communs. Tous ces facteurs faciliteront la déconstruction du bâtiment en fin de vie.



## Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- La consommation mesurée de l'indice chaleur est conforme à la valeur planifiée et le bâtiment se situe en classe énergétique B. Il n'y a pas de données spécifiques sur la consommation d'énergie pour la production de froid, mais seuls les laboratoires, le data centers et les auditorios sont refroidis activement au moyen de plafonds froids et peuvent être considérés comme process. Le rafraîchissement pour le confort estival est assuré par free-cooling : circulation d'eau du lac dans les chapes. A priori, les besoins de froid (hors process) pour le bâtiment devraient donc être relativement faibles.
- Il n'est pas possible de se prononcer sur les besoins d'énergie dévolus aux besoins en eau chaude sanitaire, faute de données disponibles.
- Sans compter la consommation électrique des pompes à chaleur, la consommation électrique du bâtiment atteint 4.2 GWh/an ou un indice de 125 kWh/m<sup>2</sup>SRE. Le bâtiment est donc un « grand consommateur » au sens de la loi sur l'énergie. Le détail des consommations électriques montre qu'étonnamment le principal poste de consommation n'est pas le data center (environ 12% de la consommation totale hors pompe à chaleur (PAC)), mais la ventilation qui représente environ 30% de la consommation électrique totale (hors PAC). La consommation imputable à la ventilation est près de 5 fois plus élevée que la valeur planifiée. Un contrôle des installations est donc impératif. Cette situation met en cause le concept énergétique global. Tout ce qui est économisé en chaleur est dépensé de manière multiple en électricité.
- La production de chaleur est assurée par une PAC utilisant l'eau du lac comme source de chaleur couplée à une chaudière à pellets. La part d'énergie renouvelable atteint près de 75% pour la couverture des besoins de chaleur.

## Sol et paysage

Superficie des terrains	●
Espace extérieur	●

- Le coefficient d'utilisation du sol (CUS) pour le bâtiment Geopolis est de 2.1, ce qui est très dense contrairement au reste du quartier (0.64 pour le quartier Mouline). Le bâtiment limite donc l'occupation du sol et ne péjore pas les futures constructions.
- Les principaux aménagements extérieurs réalisés sont le passage sous-voie sous le M1, la rampe d'accès au M1, l'adaptation du carrefour de la ligne 31 des TL et la création d'un parking avec 87 places de stationnement pour les voitures ainsi que des abris vélos. La déviation de la rue Mouline ainsi que l'amélioration des aménagements extérieurs de Géopolis ont fait l'objet d'un nouvel EMPD en septembre 2015 en relation avec la construction d'un nouveau bâtiment annexe à la ferme de la Mouline.

## Infrastructure

Mobilité	●
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- Les transports publics et la mobilité douce représentent 74% du bouquet modal des personnes interrogées. Le recours au transport individuel motorisé ne représente que 15%. L'accessibilité multi-modale au site est assurée et l'impact environnemental de la mobilité induite est donc a priori faible.
- A l'échelle de l'UNIL, la part des déchets recyclés dépasse 60% depuis 2013. Seules des stations de recyclage du PET et du papier ont été relevées lors de la visite du bâtiment.
- Un régime séparatif entre eaux claires et eaux usées est assuré. Aucune mesure particulière n'a été identifiée pour réduire la consommation d'eau potable et le volume d'eau usée.



## Synthèse

### Points forts

La dimension sociale du projet s'exprime à travers le rassemblement réussi des facultés des sciences sociales et politiques (SSP) et des géosciences et de l'environnement (GSE). L'aménagement intérieur laisse une large place aux espaces communs : atrioms, cafétérias et surfaces de dégagement exploitables en surfaces utiles (salons informels et espaces de travail notamment). Les locaux de travail (bureaux, laboratoires, salles de classe) répondent pleinement aux attentes des utilisateurs. Les efforts de l'Unibat pour adapter le bâtiment aux besoins sont continus et les améliorations sont visibles.

Le volume et le bardage miroitant du bâtiment sont des marqueurs identitaires forts qui l'érigent comme un symbole d'une université moderne, qui se retrouve aussi dans l'esthétique et les aménagements intérieurs.

La compacité du bâtiment et le choix de finitions brutes des murs et plafonds des surfaces de dégagement limitent l'usage de matériaux. Un suivi environnemental du chantier a permis de recycler près de 70% des déchets de chantier. A défaut de pouvoir utiliser la structure existante de l'ancienne usine Leu, les gravats de béton issus de sa démolition ont été recyclés dans le béton non structural du Géopolis.

Les coûts de construction, en dépit du surcoût engendré par la faillite de l'entreprise totale, restent dans la gamme de prix de bâtiments de l'UNIL d'envergure similaire (Extranef, Batochime ou dans une moindre mesure Anthropôle).

Depuis la mise en service du bâtiment, les charges d'entretien et d'exploitation annuelles sont inférieures de 5% à celles planifiées lors de l'EMPD, générant une économie annuelle de 95'000 CHF.

Le climat intérieur est resté confortable même durant la période caniculaire de l'été 2015, y compris dans les atrioms.

Les consommations d'énergie mesurées pour le chauffage des locaux et la production d'eau chaude sanitaire sont conformes à la performance planifiée. Le bâtiment est évalué en classe énergétique B sur l'indice de chaleur.

### Points faibles

La conduite du projet s'est déroulée sans commission de projet intégrant les représentants des utilisateurs (UNIL), les besoins des utilisateurs étant analysés puis transmis par le bureau des constructions de l'UNIL (BUD) aux architectes et mandataires, pas toujours à l'entière satisfaction de l'UNIL.

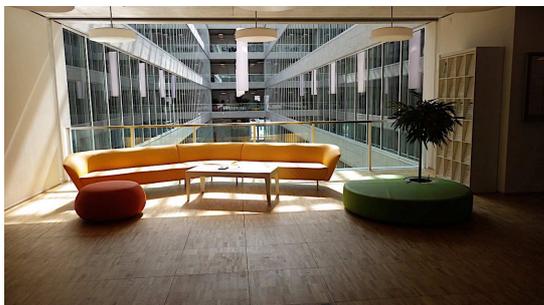
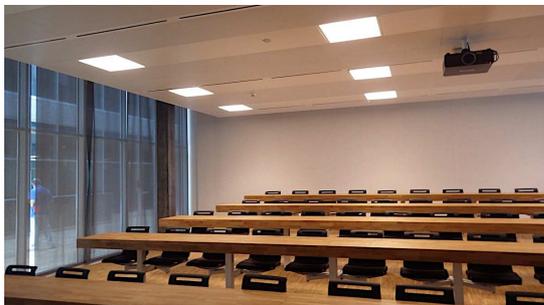
La faillite de l'entreprise totale en charge des travaux a entraîné une dépense supplémentaire de 12 Mios, les créances des sous-traitants lésés ayant dû être assumées par l'Etat de Vaud.

Le fonds réservé à l'animation artistique a été utilisé pour financer la publication d'un livre sur l'histoire de l'UNIL à l'occasion du 40<sup>e</sup> anniversaire du campus, alors qu'il est normalement destiné à intégrer, à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment, une œuvre tendant à lui donner un certain caractère, ou à mettre en valeur son architecture.

Si l'indice de chaleur est conforme à la performance planifiée, les consommations électriques sont très élevées (4.7 GWh/an) et le bâtiment est considéré comme un grand consommateur au sens de la loi sur l'énergie (consommation électrique > 0.5 GWh/an). D'après les consommations électriques détaillées, la ventilation représenterait à elle seule 1.3 GWh/an, soit près de 30% de la consommation totale. Il est donc impératif de procéder à un contrôle de ces installations. Cette situation met en cause le concept énergétique global qui le place très loin des objectifs d'un bâtiment MINERGIE®, malgré les efforts économiques importants consentis.

### Conclusion

L'architecture emblématique du bâtiment donne une image moderne et novatrice de l'UNIL. L'aménagement intérieur du bâtiment et la perception des utilisateurs montrent que la dimension sociale a été bien prise en compte, malgré l'absence de commission de projet intégrant les utilisateurs. La faillite de l'entreprise totale Baumag a entraîné des surcoûts importants durant le chantier, débouchant au final sur des coûts de construction dans la gamme de prix usuels pour un ouvrage de cette envergure. Les enjeux environnementaux ont bien été pris en compte à travers les exigences du label MINERGIE-ECO®. Toutefois, si la performance mesurée concernant l'indice de chaleur est conforme aux objectifs définis, les consommations électriques sont très élevées ce qui place le bâtiment globalement en classe G. Les installations (ventilation notamment) doivent être contrôlées pour optimisation.



Source photos : Estia



# Hêtre

## Synthèse

Construction neuve  
 Surface de plancher : 2'225 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 9'142'698 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 8'098'649 CHF

Point fort : ●

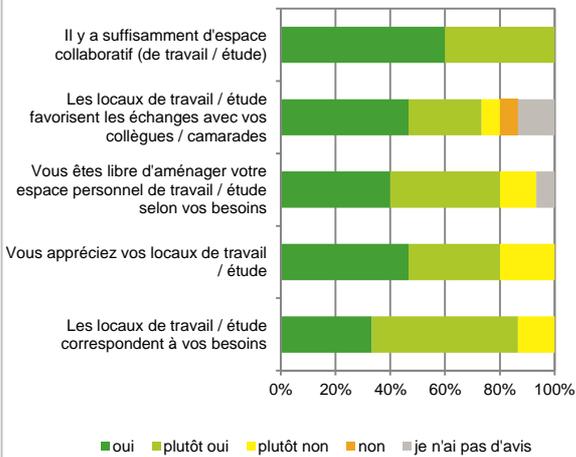
Point moyen ou indifférent : ●

Point faible : ●

Critère non applicable : ○

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=15)

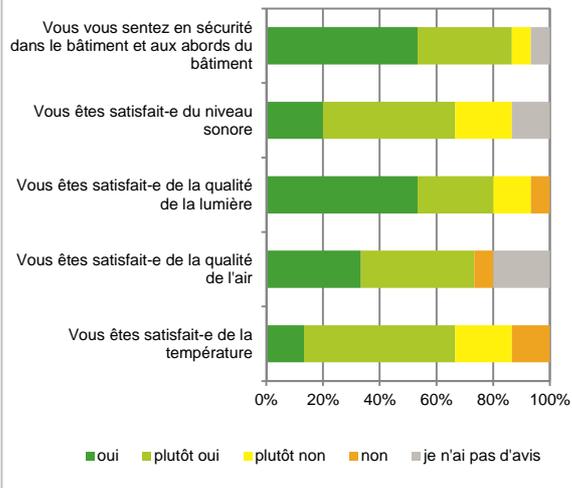


### Vie en commun

Intégration, mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

- A l'échelle du site, le nouveau bâtiment Hêtre est construit comme une extension du bâtiment Eglantine-Peupliers. La liaison entre les deux bâtiments permet une synergie entre les membres du personnel travaillant dans ces 3 unités hospitalières. A l'échelle de la ville, le site de Prangins est bordé au nord et à l'est par des zones agricoles et au sud et à l'ouest par des zones d'habitation de faible densité. Cette situation vise à placer les patients dans une zone de calme et de sérénité : la mixité n'est pas souhaitée, à juste titre, dans ce cadre hospitalier.
- De nombreux espaces de vie sont disponibles (3 séjours, 2 cafétérias, terrasse couverte, jardin thérapeutique). Ils sont ouverts et aménagés, avec un mobilier moderne et coloré donnant une ambiance chaleureuse propice aux échanges entre patients et soignants, ainsi qu'aux activités de groupe.
- La commission de projet a intégré de nombreux représentants du secteur psychiatrique (notamment médecin chef, responsables soins, administration, sécurité), de sorte à développer le projet au plus près des besoins des utilisateurs.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=15)

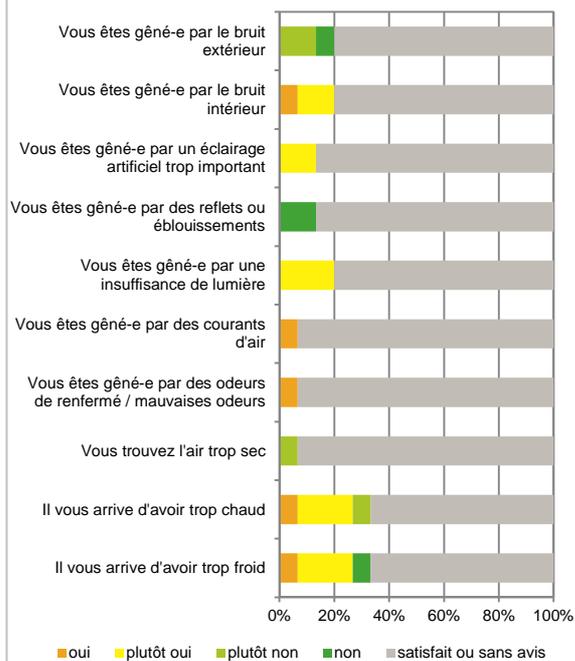


### Aménagement

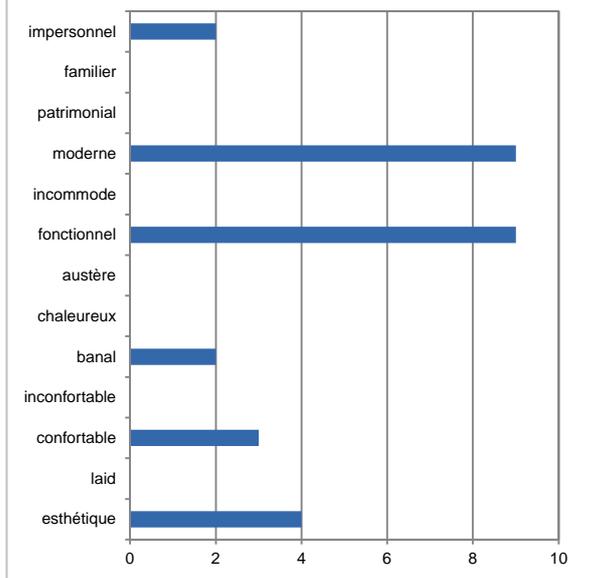
Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

- Les chambres sont spacieuses et lumineuses. Les espaces de vie sont ouverts à la fois vers l'extérieur et à l'intérieur. Les bureaux sont confortables et fonctionnels. 50% des collaborateurs sondés déclarent ressentir un attachement au bâtiment et les qualificatifs les plus souvent associés au bâtiment sont : moderne, fonctionnel et esthétique.
- Le revêtement des murs, du plafond des chambres des patients et des bureaux pour les employés est une finition en peinture. Chacun est libre de faire des aménagements personnels dans ces espaces. 80% des collaborateurs sondés se déclarent satisfaits des possibilités de personnalisation.

### Causes de l'inconfort (n=15)



### Qualificatifs : max. 3 coches par répondant



### Exploitation, viabilité

Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	○
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- Les critères de mixité des affectations et de proximité d'approvisionnement ne sont pas vraiment applicables pour un hôpital psychiatrique.
- La qualité de la desserte du site en transports publics est faible : classe D selon Swisstopo ; c'est le désavantage d'un site relativement isolé, permettant d'assurer un climat serein aux patients. Des cheminements piétons et cyclables en grave sont aménagés au sein du parc.
- Tous les aménagements nécessaires aux personnes à mobilité réduite ont été réalisés : rampes, ascenseurs et toilettes adaptées.

### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

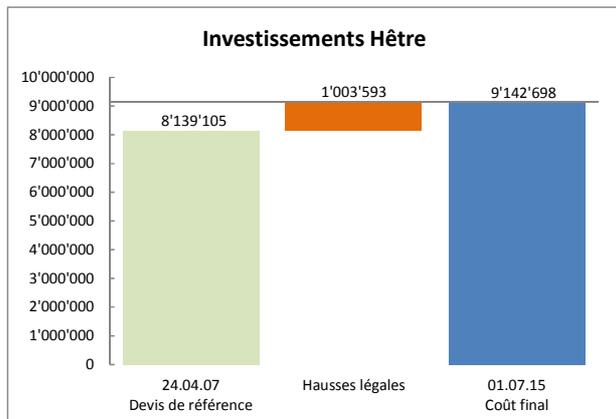
- Le bâtiment est intégré dans le site du secteur psychiatrique, qui est isolé et tranquille. La quasi-totalité des collaborateurs sondés s'y sent en sécurité.
- Toutes les surfaces utiles principales (chambres, bureaux, espaces de vie) profitent d'un apport de lumière naturelle agréable grâce à une surface vitrée bien dimensionnée et à un choix de couleurs claires pour les revêtements intérieurs. 80% des collaborateurs interrogés se déclarent satisfaits du confort visuel.
- Tous les locaux sont ventilés par un système mécanique double-flux avec récupération de chaleur, assurant un renouvellement continu et confortable de l'air. Chaque chambre est également équipée d'un ouvrant de ventilation naturelle. 70% des collaborateurs interrogés se déclarent satisfaits du confort aéraulique.
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radon est moyenne et où l'exposition au rayonnement non ionisant est faible : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Toutes les fenêtres sont équipées d'un store à lamelles extérieur motorisé protégeant les locaux du rayonnement solaire direct.
- Des cloisons avec une absorption acoustique de 57dB séparent les chambres et les bureaux entre eux. Tous les espaces de vie sont équipés de faux-plafonds acoustiques. La majorité des collaborateurs sondés est satisfaite du confort acoustique dans l'hôpital.

### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	●
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- L'amélioration apportée à la qualité des soins pour les patients et aux conditions de travail, par rapport à l'ancienne unité située à Gimel, est relevée par les médias. Ceux-ci relaient toutefois une préoccupation quant au fait que le nombre de lits disponibles n'ait pas augmenté, alors que la demande en soins liés à la psychogériatrie est croissante dans le canton.
- Les résultats du sondage auprès des collaborateurs montrent une bonne acceptation du nouveau bâtiment.
- Le gabarit du nouveau bâtiment respecte les règles d'aménagement définies dans le PPA : sa volumétrie simple et compacte s'accorde harmonieusement avec le bâtiment Eglantine-Peuplier. Le bâtiment Hêtre reprend la matérialité du bâtiment existant voisin dans un langage architectural moderne : parement en pierre naturelle et enduit à la chaux à l'ancienne de même couleur que la finition extérieure du bâtiment existant. La cage d'escalier entièrement vitrée assure la liaison fonctionnelle et architecturale entre les deux bâtiments. La matérialité et le design des protections des ouvrants de ventilation font également un rappel subtil au garde-corps des fenêtres du bâtiment existant.

## DIMENSION ECONOMIQUE



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

- Les hausses légales (hausses avant contrat : indexation des prix entre la calculation du devis de référence et la signature des contrats) justifie l'écart de 12% entre le devis de référence et le coût final du bâtiment. Le coût CFC 2 du projet réalisé est de 3'640 CHF/m<sup>2</sup>SP et correspond à la valeur supérieure usuelle pour ce type de projet. En raison d'aléas de chantier et de l'adjonction de certaines mesures techniques et sécuritaires, le devis de référence dépasse de 7% le montant initialement prévu (7.61 mios) dans le cadre de l'EMPD ; toutefois celui-ci comprenait également d'autres travaux sur le site de l'Hôpital de Prangins, pour un total 19 mios dont la cible a été globalement respectée.

- 100% du financement est assuré par l'Etat de Vaud.

### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	○

- Les charges annuelles d'entretien et de maintenance enregistrées à ce jour sont relativement faibles : 14 CHF/m<sup>2</sup>SP, à comparer avec un coût standard de 20 CHF/m<sup>2</sup>SP.

- Faute d'information, il n'est pas possible de se prononcer sur les frais d'énergie.

- Une commission d'entretien impliquant les utilisateurs permet d'identifier et de répondre en continu aux besoins d'entretien et/ou de maintenance du bâtiment.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

### Matériaux de construction

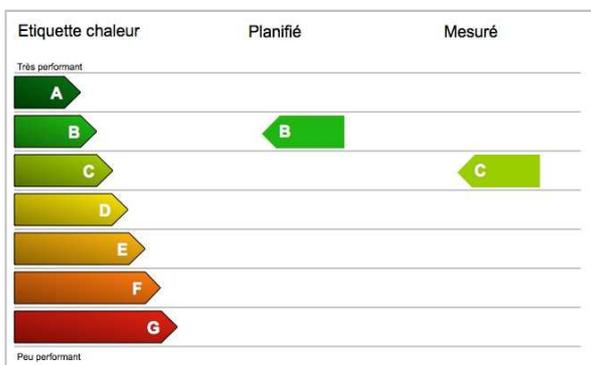
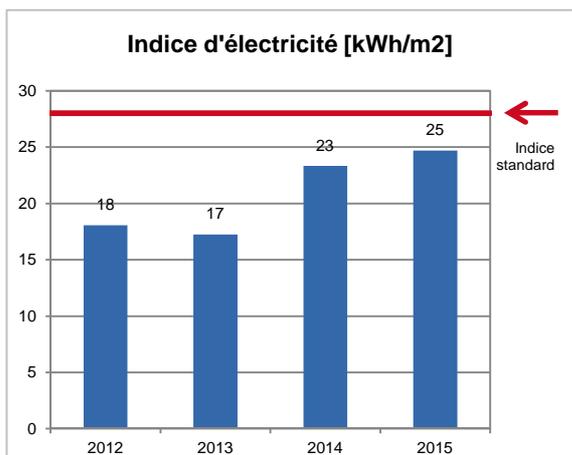
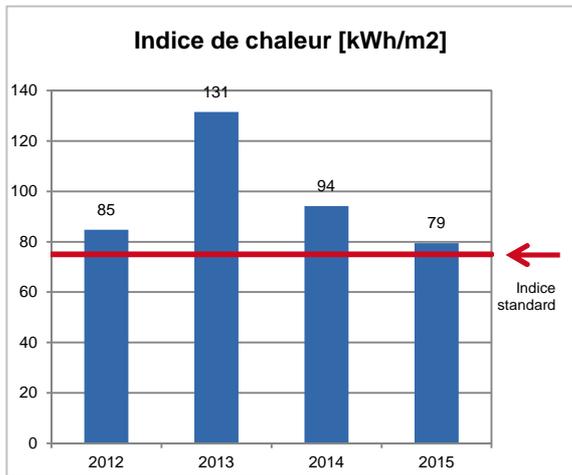
Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Le béton utilisé n'est pas d'origine recyclée. La pierre naturelle utilisée pour le parement de façade vient de Lens avec un enduit à la chaux à l'ancienne.

- Le bilan d'énergie grise du projet a été jugé relativement bon d'après le rapport SNARC utilisé dans le cadre du concours.

- Les matériaux utilisés pour les revêtements intérieurs sont conseillés par les fiches ECO-bau en 1<sup>ère</sup> ou 2<sup>e</sup> priorité : linoléum / PVC pour le sol et l'enduit, peinture de finition pour les murs et plafonds. A priori, ils ne devraient pas être source de polluants particuliers.

- Le gros œuvre est en béton, le bardage en pierre naturelle est fixé au béton avec une sous-structure. Toutes les cloisons sont facilement démontables. Les revêtements intérieurs sont le plus souvent des enduits de finition ou des faux-plafonds suspendus. Le concept constructif dans son ensemble devrait donc faciliter la déconstruction du bâtiment en fin de vie et le recyclage des matériaux.



## Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- A défaut de comptage spécifique des consommations de chaleur du bâtiment Hêtre, l'indice de chaleur est calculé sur l'ensemble Hêtre + Eglantine-Peuplier. Il est évalué en moyenne à 97 kWh/m<sup>2</sup>SRE pour un indice planifié à 75 kWh/m<sup>2</sup>, soit un écart de +29%. Sans décompte séparé, il n'est pas possible de se prononcer sur les raisons possibles de cette dérive.
- Aucune donnée sur les besoins d'énergie dévolus à l'eau chaude sanitaire n'est disponible. Néanmoins, il faut relever que le bâtiment est équipé d'environ 30 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques qui permettent de couvrir une partie de ces besoins.
- L'indice de consommation électrique du bâtiment est évalué en moyenne à 20 kWh/m<sup>2</sup>, soit 30% de moins que l'indice standard SIA 380/1 pour un hôpital. Cette performance est rendue possible grâce au système de couplage chaleur-force qui couvre une partie des besoins électriques du bâtiment (environ 40 kWh/m<sup>2</sup>SRE selon l'étude avant-projet, pas de mesure disponible).
- Le bâtiment est chauffé au moyen d'une chaudière à gaz naturel. Hormis la couverture solaire pour une partie des besoins en ECS, tous les besoins de chaleur du bâtiment sont donc couverts par une énergie fossile.

## Sol et paysage

Superficie des terrains	●
Espace extérieur	●

- Le coefficient d'utilisation du sol (CUS) maximum à respecter pour une zone parapublique est de 1.2. Etant donnée la superficie de la parcelle, le CUS légal est largement respecté pour le bâtiment Hêtre.
- Conformément au règlement du PPA, plusieurs mesures ont été mises en œuvre pour compenser l'abattage d'arbres nécessaire à la construction du bâtiment : affectation de plusieurs secteurs en prairie extensive, valorisation de l'étang, densification des haies avec arbres indigènes, aménagement de chemin piétonnier / cyclable en grave, nouvelles places de stationnement avec surface perméable.

## Infrastructure

Mobilité	●
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- 80% des collaborateurs ayant répondu au sondage déclarent se rendre en voiture à l'hôpital, ou en combinant voiture et transports publics. L'isolement du site et la faible desserte en transports publics contraignent à l'usage presque exclusif de transports individuels motorisés pour se rendre sur le site.
- De nombreux points de recyclage du PET, de l'aluminium et du papier sont visibles dans les surfaces de dégagement du bâtiment.
- Il y a un régime séparatif entre eaux usées et eaux claires. La toiture végétalisée permet de limiter et différer les eaux de ruissellement.



## Synthèse

### Points forts

L'intégration des utilisateurs dans le processus de planification du projet a été primordiale pour orienter le projet au plus près des besoins des utilisateurs. Il ressort du sondage que le nouveau bâtiment Hêtre répond pleinement aux attentes des usagers : les nouveaux locaux offrent une très bonne qualité d'accueil et de soins pour les patients, et des conditions de travail confortables pour le personnel soignant et administratif. La participation des usagers se prolonge en phase d'exploitation puisque leurs avis et/ou doléances sont relayés via des commissions d'entretien régulières.

Le bâtiment est construit comme une extension afin de favoriser les synergies fonctionnelles avec les deux autres unités hospitalières situées dans le bâtiment voisin. La matérialité du bâtiment existant est reprise par le bâtiment Hêtre dans un langage architectural moderne contribuant à une bonne intégration architecturale. Sa volumétrie et sa compacité offrent un équilibre harmonieux entre les deux bâtiments.

La construction de ce nouveau bâtiment a nécessité une modification du plan de zones par un plan partiel d'affectation (PPA). Dans le cadre de ce PPA, plusieurs mesures compensatoires ont été mises en œuvre pour maintenir et valoriser l'espace naturel et paysager exceptionnel du site.

### Points faibles

Même si les hausses légales expliquent en grande partie le dépassement du crédit d'ouvrage attribué au bâtiment, les coûts de construction sont néanmoins relativement élevés par rapport aux coûts usuels pour ce type d'ouvrage.

Il n'y a pas de comptage séparé de la consommation de chaleur entre les deux bâtiments Hêtre et Eglantine-Peuplier. La performance mesurée pour l'ensemble montre que l'indice de consommation dépasse de 50% la performance planifiée. A titre indicatif, le bâtiment a été conçu en avant-projet selon les exigences MINERGIE®, mais la performance mesurée montre que le bâtiment dépasse l'indice limite de 75%.

Le choix d'une chaudière à gaz pour couvrir les besoins de chaleur du bâtiment Hêtre et Eglantine reporte la possibilité de recourir à des énergies renouvelables à la fin de vie de la chaudière.

### Conclusion

Le nouveau bâtiment Hêtre a permis de regrouper les unités de soins psychiatriques pour les adultes et les personnes âgées sur le site de Prangins. Les qualités architecturale et fonctionnelle du bâtiment assurent une amélioration de la prise en charge des patients et fournissent un outil de travail adapté aux besoins du personnel. En revanche, les investissements consentis sont significativement supérieurs au crédit d'ouvrage prévu et les objectifs énergétiques ne sont pas atteints.



© CHUV



# Ecole supérieure de la santé (ESSanté)

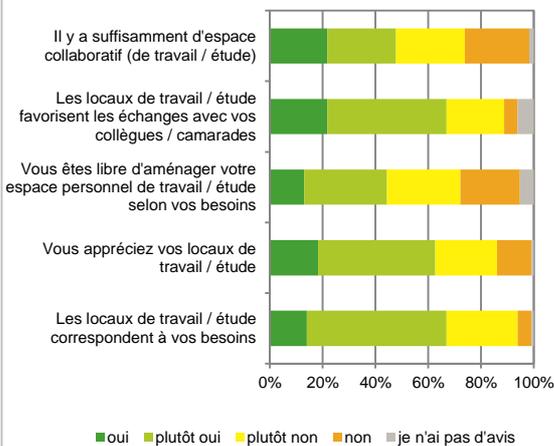
## Synthèse

Rénovation  
 Surface de Plancher : 5'732 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 7'372'350 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 5'670'847 CHF

Point fort : ●	Point moyen ou indifférent : ●	Point faible : ●	Critère non applicable : ○
----------------	--------------------------------	------------------	----------------------------

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=115)

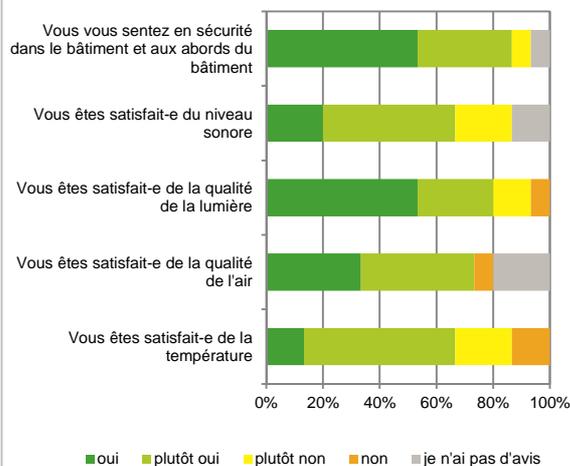


### Vie en commun

Intégration, mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

- La position de bâtiment au cœur de la vieille ville favorise l'intégration culturelle et sociale des services de l'Etat et du personnel dans la Cité. Les aménagements extérieurs montrent un bâtiment ouvert à la ville. Au début de l'exploitation, les aménagements extérieurs étaient même ouverts à la population jour et nuit. Actuellement l'accès a été restreint, principalement de nuit, pour éviter les dégradations.
- L'esprit d'ouverture des aménagements extérieurs du bâtiment a créé des espaces de rencontre et des synergies avec des manifestations culturelles cantonales (Lausanne Jardins par exemple).
- Environ la moitié des personnes sondées considèrent que les espaces communautaires disponibles correspondent à leurs besoins. Pour les personnes insatisfaites, la salle des maîtres et la cafétéria sont trop petites. L'aménagement judicieux des espaces extérieurs compense partiellement ce manque en période estivale.
- La commission de projet qui a suivi toute la planification du projet avait parmi ses membres le directeur de l'ESSanté.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=115)

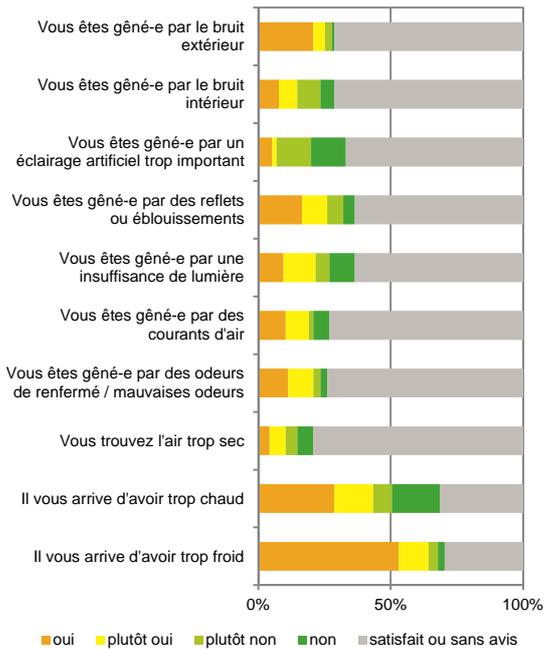


### Aménagement

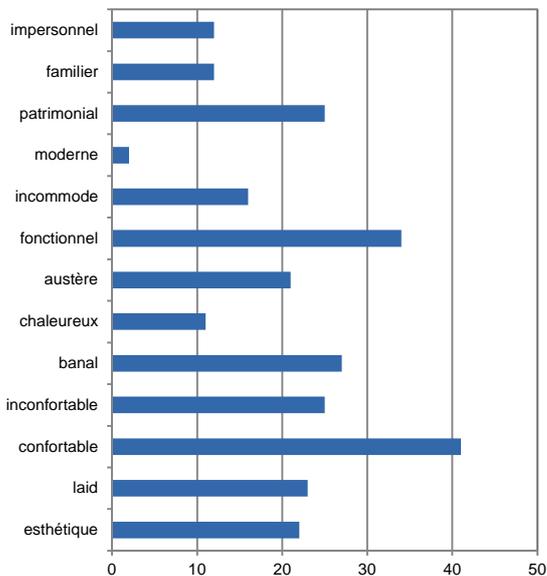
Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

- Le jeu architectural entre la préservation de toutes les composantes du passé du bâtiment (ancienne Ecole de chimie bâtiment de prestige, squat, lieu de production artistique alternative), et sa modernisation (traitement de surfaces, signalisation de design et de fonctionnalité contemporaine), donne une identité singulière au bâtiment.
- La majorité des usagers interrogés affirme ne pas ressentir d'attachement particulier à travailler dans ces locaux. Les qualificatifs les plus souvent associés au bâtiment sont « confortable, fonctionnel et banal ».
- La majorité des personnes du personnel administratif et des enseignants sont satisfaits des aménagements individuels et des possibilités de personnalisation.

### Causes de l'inconfort (n=115)



### Qualificatifs : max. 3 coches par répondant



### Exploitation, viabilité

Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- L'école se trouve sur la place du Château, au cœur du quartier de la Cité, relativement proche de toutes les commodités.
- Le site se trouve dans une zone de rencontre (zone 20) où la priorité est aux piétons. Il est bien desservi par les transports publics (classe A d'après Swisstopo). En revanche, il n'y a aucune place de stationnement pour vélos.
- Malgré la difficulté de transformer un ancien bâtiment aux standards actuels, le projet a intégré ces objectifs de manière volontariste. Les aménagements nécessaires aux personnes à mobilité réduite sont assurés (rampes, ascenseurs, larges circulations et portes d'entrées). Seule la liaison avec le bâtiment de Couvaloup est jugée insatisfaisante par les personnes concernées.

### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	●
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

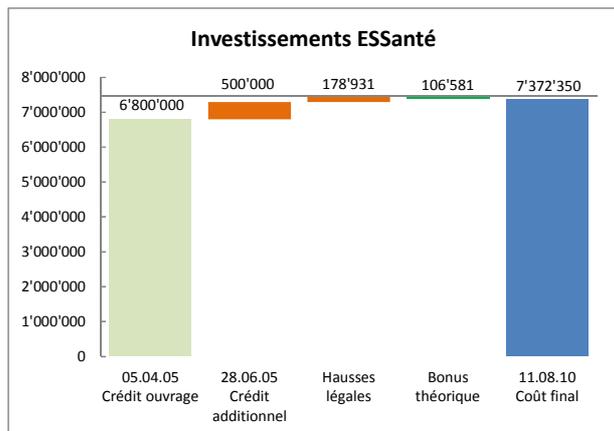
- Une grande majorité (85%) des personnes sondées se sent en sécurité.
- La surface des fenêtres est généreuse et la grande hauteur sous plafond offre une ambiance chaleureuse dans les salles de classe.
- Les locaux disposent d'ouvrants et l'air neuf est donc assuré par ventilation naturelle. Seules les chapelles et les toilettes sont ventilées mécaniquement : ventilation simple flux avec extraction de l'air vicié en toiture. Ce système est tout à fait adapté pour une affectation scolaire. La qualité de l'air est jugée satisfaisante par près de 70% des personnes interrogées.
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radons et l'exposition au rayonnement non ionisant sont faibles : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Des stores en toiles ou à lames extérieurs manuels assurent la protection solaire du bâtiment. Toutefois, la protection n'est que partielle pour les fenêtres avec un grand ouvrant supérieur cintré ; cette partie n'est pas couverte par le store. 70% des usagers se déclarent insatisfaits du confort thermique dans le bâtiment, été comme hiver.
- La protection acoustique est assurée par un panneau préfabriqué avec isolation en laine minérale et une finition en bois-ciment. Près de 70% des personnes ayant répondu au sondage se déclarent satisfaites du confort acoustique.

### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	○
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- Aucun article de presse ne permet de relayer l'opinion publique sur cette rénovation.
- Les résultats du sondage révèlent une satisfaction globale des usagers du projet de rénovation. Seul le confort thermique nécessite encore une amélioration.
- Le choix d'une stratégie de rénovation douce a limité au strict nécessaire l'intervention sur les façades ; il s'agit davantage d'une restauration (ravalement et rhabillage dans les zones dégradées). L'intégration du bâtiment au sein de l'emblématique place du Château est donc parfaitement réussie.

## DIMENSION ECONOMIQUE



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

- Le crédit additionnel de 500'000.- CHF concerne la rénovation initialement non prévue de la base des façades nord et ouest, soit celles qui sont le plus exposées aux intempéries et donc les plus dégradées. Il faut noter que ce projet de rénovation douce a remplacé un projet d'une réaffectation dispendieuse du bâtiment en collège gouvernemental de 21 Mios. L'investissement de 7.4 Mios pour la rénovation sera amorti sur 20 ans soit 570'000.-/an (intérêts compris). Ce montant est à comparer avec des charges locatives qui s'élèveraient à 630'000.-/an s'il avait fallu louer des locaux tiers, ou un investissement de 15.8 Mios pour une nouvelle construction (2800.-/m<sup>2</sup>). Ces chiffres confortent largement la stratégie de rénovation adoptée. Seul le report de la rénovation des autres façades et d'une partie des fenêtres paraît discutable.

- L'approche sobre et minimaliste qui a consisté à adapter l'affectation au bâtiment plutôt que l'inverse peut être considérée comme un cas d'école réussi, qui a permis des économies substantielles.

- La sobriété technique a contribué à l'économie générale du projet, et une grande part du budget a été dépensée auprès des entreprises locales.

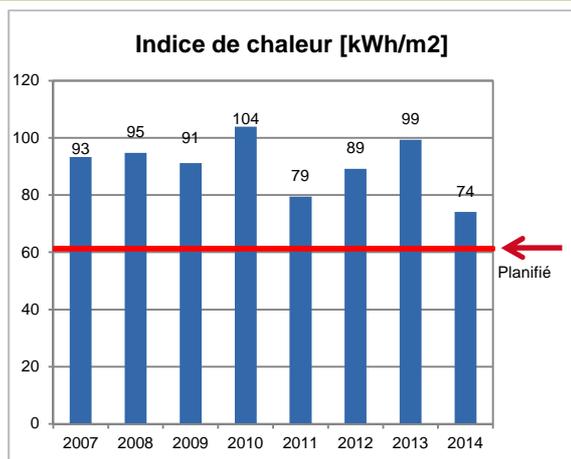
### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	●

- Avant rénovation : occupation sporadique du bâtiment sur baux de prêts à usage. La comparaison des charges avant et après travaux n'est donc pas pertinente. Toutefois les charges après rénovation sont dans les prix standard : environ 19 CHF/m<sup>2</sup> SP pour les frais d'entretien et 15 CHF/m<sup>2</sup> SP pour les frais d'énergie.

- Les coûts de rénovation s'élèvent à environ 240'000 CHF/salle de classe : c'est un coût très faible mais cohérent avec la stratégie de rénovation douce.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE



### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

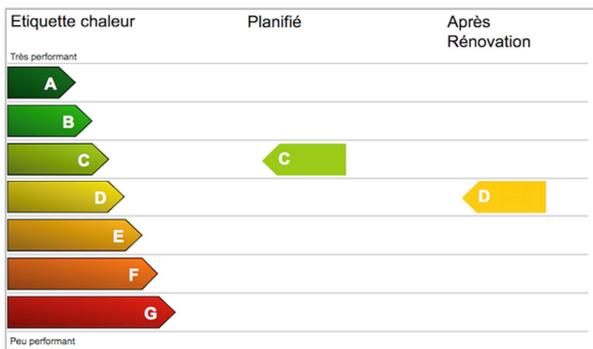
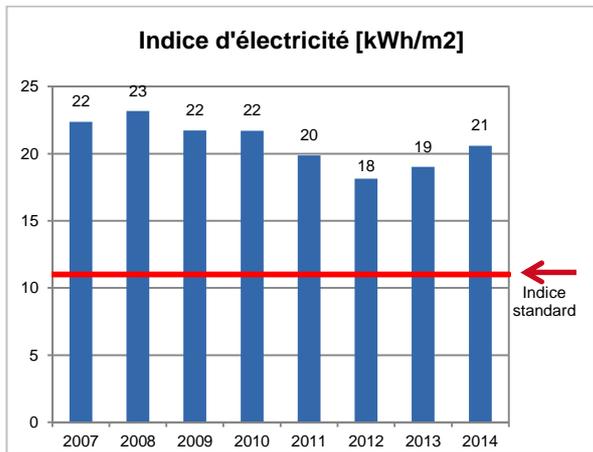
- Le taux de recyclage des déchets de chantier a atteint 85%. La plupart des matériaux ont été conservés et/ou restaurés lorsque c'était possible (revêtements de sol, radiateurs en fonte, fenêtres).

- Le bilan d'énergie grise du bâtiment n'a pas été calculé mais l'économie de moyens et de matériaux est un prérequis à un faible impact environnemental.

- A priori, aucun matériau mis en œuvre dans ce projet de rénovation n'est source de polluants particuliers.

- La distribution technique est apparente et la plupart des matériaux sont fixés mécaniquement voire librement (isolation en laine minérale dans les combles). La déconstruction et le recyclage des matériaux devraient ainsi être facilités. La réversibilité des interventions privilégiée dans ce projet est un facteur qui favorise la longévité des systèmes et permet leur adaptation dans le temps.

- Renoncer à la perfection a permis d'accepter et valoriser l'existant, économisant des quantités de matériaux et tous les impacts environnementaux liés.



### Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- En moyenne, l'indice de consommation de chaleur est de 91 kWh/m<sup>2</sup>SRE alors que la performance planifiée était de 58 kWh/m<sup>2</sup>SRE. C'est un écart significatif de +56% par rapport à l'objectif fixé.
- Aucune donnée n'est disponible concernant les besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire : aussi, il n'est pas possible de se prononcer sur ce poste. Néanmoins il faut noter que les toilettes ne sont pas équipées en eau chaude sanitaire.
- La consommation électrique est en moyenne de 21 kWh/m<sup>2</sup>SRE. Sachant que l'éclairage représente normalement le principal poste avec 7 à 15 kWh/m<sup>2</sup>SRE, cet indice paraît raisonnable.
- Le bâtiment est raccordé au réseau de chauffage à distance de Lausanne, le recours aux énergies fossiles est minoritaire (bouquet énergétique du CAD : 60% récupération de chaleur sur l'incinération d'ordures ménagères, 39% gaz et 1% bois).

### Sol et paysage

Superficie des terrains	○
Espace extérieur	●

- La superficie des terrains n'est pas un critère applicable pour une rénovation.
- Les aménagements extérieurs côté rue Saint-Martin ont été valorisés et sécurisés : nouvelle terrasse et accès protégé.
- Malgré le petit espace d'aménagements extérieurs, le projet a favorisé de manière exemplaire la biodiversité urbaine, même à une époque où cette attitude n'était ni acceptée ni acquise. L'aménagement du jardin est un bon exemple qui combine esthétique, biodiversité et économie, en plein vieille ville.

### Infrastructure

Mobilité	●
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- Les transports publics et la mobilité douce représentent 71% du bouquet modal des personnes sondées. La part des transports individuels motorisés seuls ne représente que 5%. A priori, l'impact environnemental imputable à la mobilité est donc relativement faible.
- Il y a des stations de recyclage du PET, papier et alu, voire de verre, bien visibles à chaque étage. Ils font même partie de l'expression et du code esthétique du bâtiment, contribuant à l'éducation de la population et à la promotion d'une nouvelle culture de tri et de valorisation contre le gaspillage.
- Il y a un régime séparatif entre eaux usées et eaux claires. Les toilettes sont équipées d'urinoirs sans eau.



## Synthèse

### Points forts

L'abandon du premier projet prévoyant de réaffecter le bâtiment comme un nouveau bâtiment public au sein d'une place identitaire pour les organes de l'Etat a été, a priori, motivé par un contexte de crise économique. Ce faisant, cette économie des moyens indirectement imposée a réorienté le projet vers une stratégie de rénovation douce. L'affectation scolaire initiale du bâtiment a été réhabilitée et permet de répondre à la demande croissante en formation de laborantins en chimie, biologie et médecine. De plus, la rénovation de l'ancienne Ecole de chimie a rassemblé 4 unités dispersées dans 4 lieux différents, offrant ainsi une mutualisation des ressources et des synergies possibles.

Le principe architectural, qui consiste à ne pas faire violence au bâtiment et adapter l'affectation aux possibilités que le bâtiment peut offrir, est la pièce maîtresse de la réussite de ce projet qui constitue une approche exemplaire de préservation du patrimoine, tout en le modernisant. L'astuce du choix d'un glacis, revêtement transparent, permet de suggérer, évoquer le vécu, l'histoire du bâtiment : on devine en filigrane certains graffitis, témoins de l'occupation transitoire du bâtiment par des artistes, superposée à son passé « glorieux » et classique de « bâtiment de chimie ». Ce choix n'est pas un exercice de style, mais il est inscrit dans une démarche économique de développement durable. Renoncer à la perfection devient possible avec des gestes architecturaux forts et autorise d'accepter et valoriser l'existant dans un esprit de modernité.

En conséquence de l'approche architecturale et des choix d'installations techniques sobres, la réhabilitation d'un bâtiment à l'abandon avec 1000 CHF/m<sup>2</sup>, pour un espace de travail à qui les utilisateurs donnent comme premiers qualificatifs « confortable » et « fonctionnel ».

Un effort considérable a été consenti pour réduire l'impact environnemental des matériaux : recyclage de 85% des déchets de chantier et valorisation / conservation de matériaux existants.

Les besoins de chaleur ont été considérablement réduits et le raccordement au chauffage à distance de Lausanne a permis de réduire le recours aux énergies fossiles.

### Points faibles

Le report des travaux de ravalement des façades est et sud, ainsi que la remise en état (peinture et étanchéité) d'environ 40% des fenêtres au lieu d'une rénovation complète, paraissent discutables car ces travaux pourraient s'avérer nécessaires à moyen terme.

La consommation de chaleur n'atteint pas les objectifs planifiés : l'indice de dépense de chaleur est de 91 kWh/m<sup>2</sup>SRE au lieu de 58 kWh/m<sup>2</sup>SRE. Toutefois, il faut relever que la performance mesurée respecte le standard MINERGIE® Rénovation en vigueur à l'époque du projet.

Des problèmes de confort thermique sont déplorés par les usagers été comme hiver.

### Conclusion

Un contexte économique tendu a bouleversé les priorités et réorienté le projet vers une sobriété à tous les points de vue. Le parti pris architectural respecte l'histoire du bâti et sa configuration, tout en renforçant sa nouvelle identité. La rénovation douce répond bien aux deux objectifs prioritaires du projet : augmentation de l'offre de formation en adéquation avec la demande croissante dans ce secteur, et remise en état urgente du bâtiment. Les mesures de rénovation énergétiques mises en œuvre sont pertinentes, mais la performance mesurée reste éloignée des objectifs planifiés et quelques problèmes de confort thermique subsistent encore.





# César-Roux 37

## Synthèse

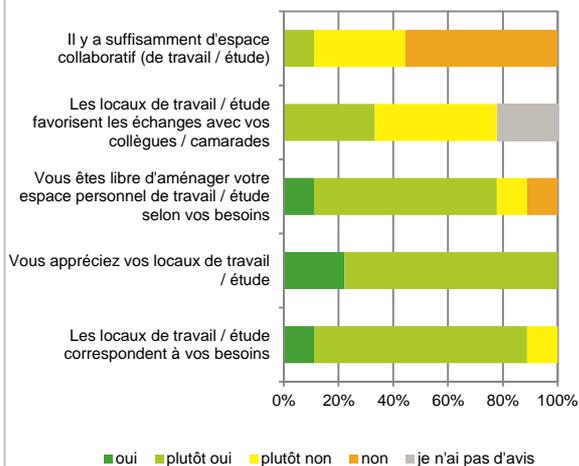
### Rénovation

Surface de plancher : 2'163 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 3'324'900 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 2'836'387 CHF

Point fort	●	Point moyen ou indifférent	●	Point faible	●	Critère non applicable	○	Critère avec jugement différencié : IGV à gauche et CCF à droite	●
------------	---	----------------------------	---	--------------	---	------------------------	---	--	---

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=9)



### Vie en commun

Intégration mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

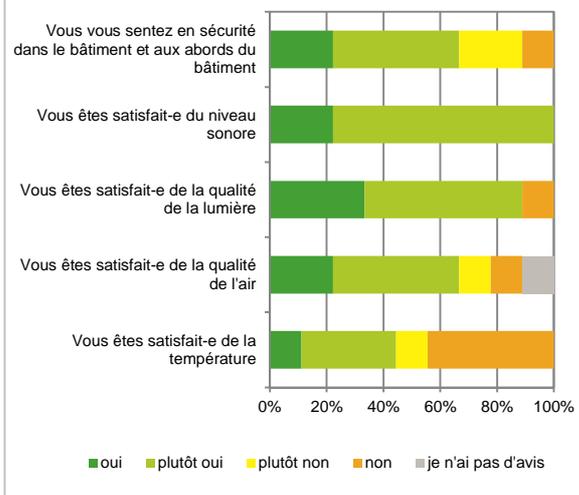
- Cohabitation difficile entre un service vétérinaire et un service administratif. Un unique monte-charge pour les deux services induit des nuisances importantes pour le Contrôle cantonal des finances (CCF) alors que le programme de départ prévoyait un ascenseur séparé.
- Doléances du manque d'espace collaboratif, de salles de conférence adaptées et d'espace adéquat pour les pauses.
- Satisfaction de l'institut Galli-Valerio (IGV) de son implication dans le processus de construction, et de la conduite des travaux gérée par le SIPaL avec l'institut en exploitation. En revanche, l'impossibilité réglementaire du CCF à intégrer le processus pour préserver son indépendance est à l'origine d'insatisfactions, qui auraient pu être évitées avec une participation active à la commission de projet.

### Aménagement

Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

- La satisfaction de la très grande majorité du personnel de l'IGV de ses locaux de travail, révélée dans le sondage, confirme les constats lors de la visite.
- Faute d'une participation « réelle » à la commission de projet, le personnel du CCF est insatisfait. Il déplore notamment une modification du programme initial (pas d'ascenseur séparé, salle de conférences située au rez, à l'extérieur du service, au lieu des combles) et un ameublement non adapté (caissons non fermés).
- L'aménagement correspond aux besoins des laboratoires.
- Malgré l'image défraîchie du bâtiment par l'extérieur, avec les façades non rénovées, un grand effort a été consenti pour l'esthétique intérieure et pour la préservation ou l'intégration d'œuvres artistiques. Ceci contribue à l'acceptation du bâtiment, surtout par l'IGV qui en occupe la plus grande partie. La fonctionnalité des locaux contribue aussi à son acceptation par l'IGV.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=9)

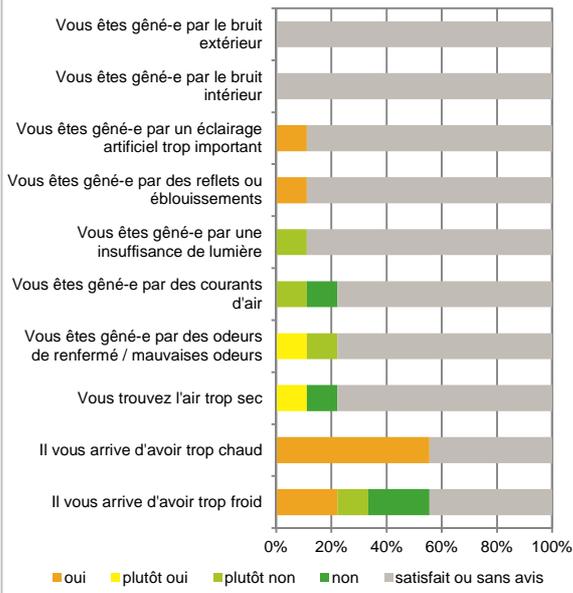


### Exploitation, viabilité

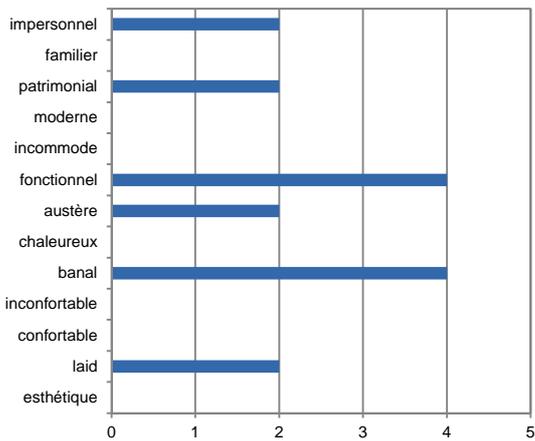
Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- Situation au centre-ville avec les commodités à proximité.
- Malgré la bonne desserte en transports publics (classe A selon Swisstopo), absence de pistes cyclables et de parcs à vélos.
- Aucun aménagement intérieur n'a été prévu pour les personnes à mobilité réduite.

### Causes de l'inconfort (n=9)



### Qualificatifs : 3 coches par répondant



### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

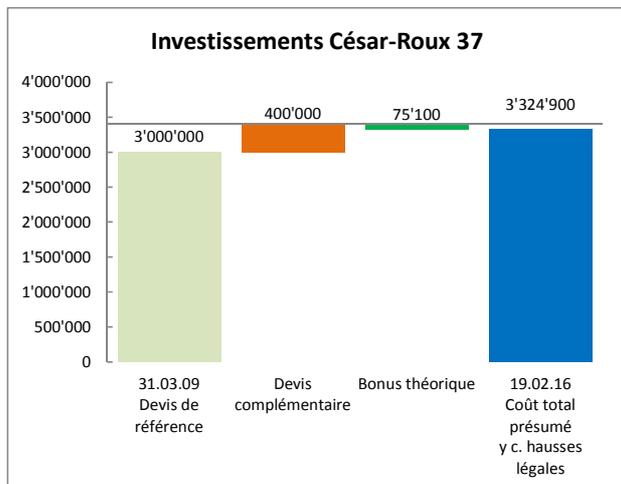
- Sentiment d'insécurité aux abords du bâtiment exprimé par le personnel du CCF.
- La majorité du personnel de l'IGV qui a répondu au questionnaire est satisfaite de l'ensemble des critères de confort.
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radon est faible et où l'exposition au rayonnement non ionisant est faible : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Un problème de protection solaire, qui n'a pas été installée au nord par souci d'économie, a été réglé après rénovation.
- Malgré l'amélioration significative de la qualité de l'air dans les laboratoires avec un système de ventilation adéquat, donnant une nette satisfaction au personnel de l'IGV, les odeurs inévitables, intrinsèques à l'activité des étages inférieurs, se propagent à l'étage du haut (notamment via le monte-charge), créant une ambiance parfois insupportable pour le personnel du CCF, en dépit des efforts consentis pour régler le problème.

### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	○
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- La grande acceptation par l'IGV contraste avec l'insatisfaction du CCF.
- Le choix d'isoler la façade par l'intérieur préserve le caractère architectural initial du bâtiment, jugé intéressant. En revanche, l'apparence défraîchie de la façade, l'absence de signalisation et l'apparence des aménagements extérieurs, nuisent à l'image du bâtiment et des services qu'il héberge.

## DIMENSION ECONOMIQUE



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

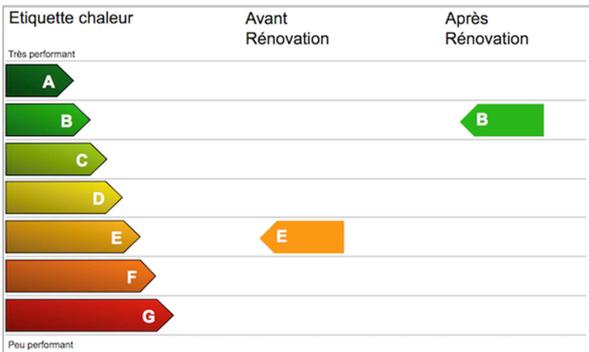
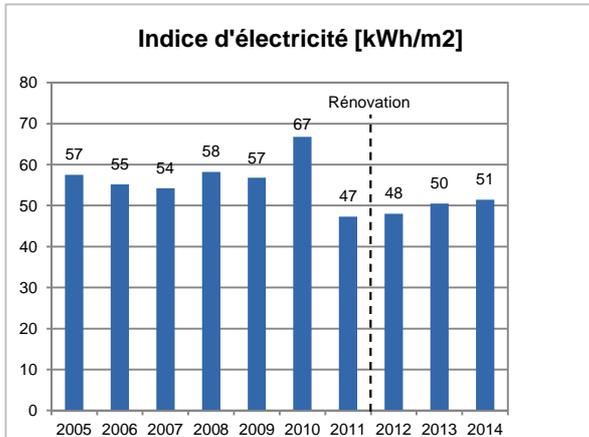
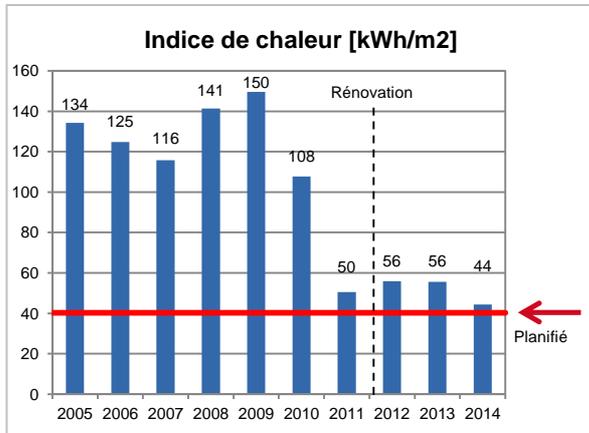
- L'investissement correspond à 62% de la valeur d'assurance. Parmi les travaux, une partie correspond à une amélioration du standard énergétique et des installations. Une partie des travaux nécessaires n'a pas pu être financée avec le budget alloué (salles de conférence, création d'ascenseur, rafraîchissement de la façade et des extérieurs).
- Les coûts des travaux réalisés correspondent aux coûts standards de rénovation. Le niveau d'équipement pour la ventilation et l'électricité du bâtiment est assez élevé, mais il est justifié par l'affectation « laboratoires ».
- Le devis de référence de 3'000'000 CHF, complété par un devis complémentaire de 400'000 CHF au sein d'un crédit-cadre de 7'160'000 CHF concernant plusieurs bâtiments, est respecté.
- L'investissement de 3'324'000 CHF a augmenté et pérennisé la valeur du bâtiment, et offre à l'état une surface de plus de 2'000 m<sup>2</sup> à un prix très compétitif.

### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	●

- Les frais de chauffage ont été réduits de manière significative, et les frais d'électricité légèrement. L'économie se chiffre à 9 CHF/m<sup>2</sup>SP, soit 9% de réduction. Les frais d'entretien ont été réduits et restent à des niveaux très bas, à 29 CHF/m<sup>2</sup>SP, mais il faut s'attendre dans l'avenir à de frais accrus pour finir les travaux non réalisés.
- Le choix d'isoler par l'intérieur n'a probablement pas réduit les coûts de rénovation, car il a imposé la rénovation totale des aménagements intérieurs et des installations techniques.
- Les travaux non réalisés ne constituent pas une réelle économie. Ils sont à faire dans un avenir proche, avec probablement un surcoût et des nuisances de travaux supplémentaires.
- La compétitivité immédiate de la rénovation ne provient pas de la réduction des frais de l'énergie (9 CHF/m<sup>2</sup>SP), mais de l'amélioration de la valeur d'usage et de la réduction des frais d'entretien sans plus-value.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE



### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Volonté de conserver des revêtements de sol, des armoires existantes, des menuiseries intérieures, là où cela a été possible.
- D'après le rapport Sméo, l'énergie grise du projet de rénovation est évaluée à 35 MJ/m<sup>2</sup>SRE, à comparer avec une limite définie à 80 MJ/m<sup>2</sup>SRE selon SIA 2040. L'impact environnemental des matériaux respecte donc l'exigence de la société à 2'000 W en la matière.
- Utilisation de peintures eco-labélisées. Malgré les efforts, il n'y a pas de garantie quant à certains polluants : solvants, mousses de remplissage et biocides notamment.
- Liaisons et fixations mécaniques pour un remplacement aisé pour plus de 50% de nouveaux éléments. Installations électriques et ventilation accessibles.

### Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- La consommation d'énergie pour la chaleur a diminué drastiquement : -60% par rapport à la situation avant rénovation. Pour l'instant, les besoins de froid du bâtiment sont nuls (il n'y a pas de système mécanique pour le rafraîchissement du climat intérieur).
- Les besoins d'eau chaude n'ont pas pu être évalués séparément, mais ils sont à priori faibles.
- La réduction de la consommation électrique est faible, malgré le remplacement complet de l'éclairage. Il est probable que les économies réalisées ont juste compensé de nouveaux équipements électriques.
- Les besoins de chaleur sont assurés par le chauffage à distance, garanti avec près de 60% du bouquet énergétique couvert par les rejets de chaleur issus de l'incinération d'ordures ménagères.
- Les coûts des travaux (CFC 1-3) étant supérieurs à 40% de la valeur ECA du bâtiment, une performance MINERGIE-ECO® à neuf devait être atteinte. Les mesures montrent que le bâtiment après rénovation respecte les exigences d'une construction neuve MINERGIE®. En revanche, même si la planification Sméo est un cadre proche des exigences ECO, il n'est pas possible de vérifier qu'elles ont été respectées.

### Sol et paysage

Superficie des terrains	○
Espace extérieur	○

- Ces critères ne sont pas applicables pour une rénovation sans intervention sur les aménagements extérieurs.

### Infrastructure

Mobilité	●
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- 4 sur les 9 collaborateurs qui ont répondu au questionnaire utilisent un transport privé motorisé pour se rendre au travail, et 2 le combinent avec les transports publics. L'objectif du plan directeur cantonal des transports est d'atteindre 70% de transports publics à Lausanne pour 2020.
- Uniquement un tri de papier est effectué dans le bâtiment.
- A priori, il y a un régime séparatif pour les eaux claires. Le bâtiment ne dispose pas de surfaces extérieures importantes.



## Synthèse

### Points forts

La rénovation de César Roux 37 peut être considérée comme un investissement compétitif qui valorise des surfaces et contribue aux objectifs du canton de densifier les centres des villes.

Les coûts des travaux se situent dans la fourchette de prix standard. L'analyse EPIQR a posteriori montre qu'avec le budget initial, le projet pouvait réaliser la remise en état et l'assainissement énergétique. Mais des transformations importantes étaient nécessaires pour répondre aux besoins d'utilisation. En conséquence du budget limité, une partie des travaux n'a pas été réalisée. Si tous les travaux étaient réalisés, les deux services hébergés dans le bâtiment auraient pu être pareillement satisfaits de leur environnement de travail.



La préservation du caractère architectural intéressant des années 50 justifie le compromis énergétique d'une isolation par l'intérieur qui réduit la consommation réelle à environ 50 kWh/m<sup>2</sup>. La performance mesurée du chauffage correspond à la performance planifiée, et même si l'objectif MINERGIE-ECO® à neuf n'a pas été formulé, le bâtiment est très proche de cette performance (exigences MINERGIE® à neuf remplies, mais respect des exigences ECO non vérifiables de manière exhaustive).

### Points faibles

Les économies d'énergie en électricité par la rénovation de l'éclairage compensent juste l'augmentation de la consommation par des nouveaux équipements, avec une consommation globale légèrement réduite.

L'absence apparemment inévitable du Contrôle cantonal des finances de la commission de projet le place dans une situation où il a dû subir des choix et des compromis auxquels il n'a pas participé, ce qui accentue son insatisfaction déjà forte due aux nuisances concernant la qualité de l'air.



### Conclusion

En définitive, un service est largement satisfait du bâtiment et l'autre non, ce qui crée un déséquilibre entre les trois piliers du développement durable : la dimension sociale est défavorable pour une partie des utilisateurs. Le budget sous-dimensionné a créé des contraintes très fortes qui ont écarté le résultat de l'optimum dans les trois dimensions. De surcroît, des travaux restent à réaliser.



# Centre des Laboratoires d'Epalinges (CLE), bâtiments C et D

## Synthèse

Rénovation

Surface de plancher : 7'810 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 32'343'924 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 27'128'112 CHF

Point fort : ●

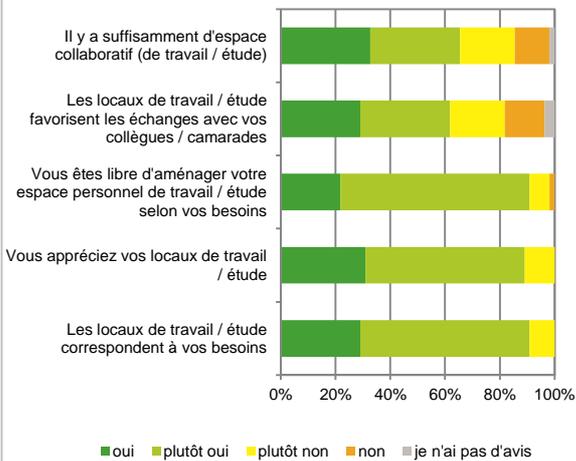
Point moyen ou indifférent : ●

Point faible : ●

Critère non applicable : ○

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=55)



### Vie en commun

Intégration, mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

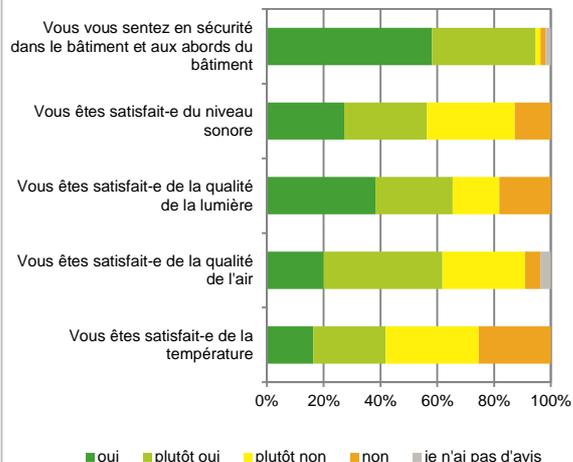
- Le regroupement des centres de recherche par thématique est apprécié par les acteurs du projet.
- Les locaux de travail donnent en majorité satisfaction aux utilisateurs et favorisent les échanges collaboratifs. En revanche, les usagers déplorent un manque d'espaces communautaires et/ou de détente. Il faut aller jusqu'à la ferme pour profiter d'un espace de restauration.
- Les commissions de projet ont permis de tenir compte au plus près des besoins fonctionnels des usagers. Les efforts de communication en amont, pendant et en aval du chantier ont facilité la conduite des travaux en maintenant l'animalerie du bâtiment D en exploitation, et le déménagement des différents centres de recherche.

### Aménagement

Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

- Les usagers ne ressentent pas d'attachement ou de fierté particulière à travailler au CLE. Néanmoins une grande majorité des sondés associe le qualificatif « fonctionnel » aux bâtiments. Ceci confirme que la rénovation répond pleinement à leurs attentes.
- Le sondage révèle que les usagers sont très satisfaits de la possibilité de personnalisation de leurs locaux de travail.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=55)

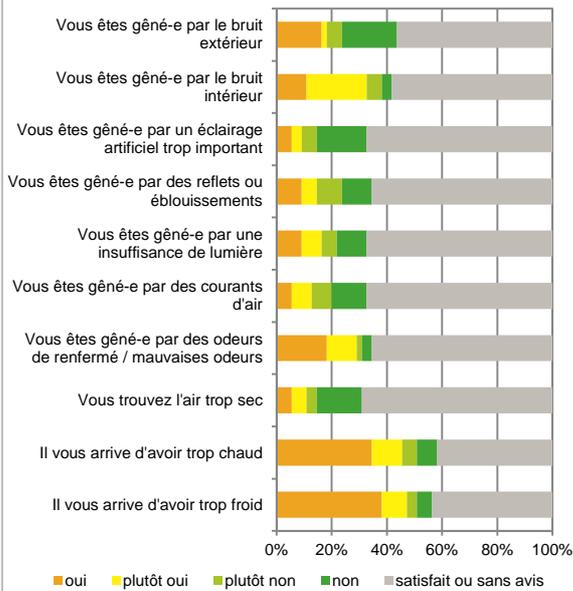


### Exploitation, viabilité

Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- Bâtiments situés dans le couronnement du grand centre lausannois ; il y a une offre satisfaisante de commerces de proximité.
- La desserte en transports publics du site est évaluée en classe A par Swisstopo. Un cheminement piéton assure l'accès aux différents bâtiments du centre. En revanche, les parcs à vélos ne sont pas accessibles.
- L'accessibilité des bâtiments pour les personnes à mobilité réduite est assurée.

### Causes de l'inconfort (n=55)

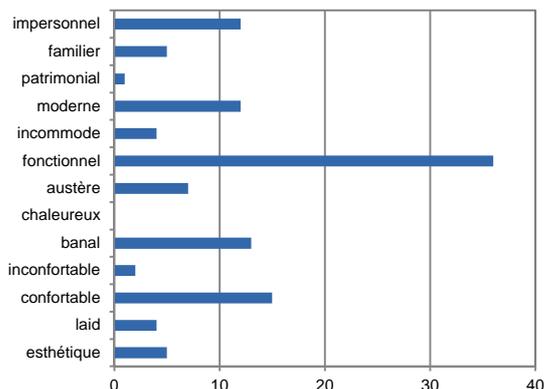


### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

- Les usagers sont satisfaits de la sécurité aux abords des bâtiments, de la qualité de la lumière et de l'air. Le renouvellement de l'air dans les laboratoires est assuré par une ventilation double-flux avec récupération de chaleur et une ventilation simple flux dans les bureaux. La large fraction vitrée des façades assure un bon apport de lumière naturelle. En revanche, la régulation de l'éclairage artificiel sur détection de présence ne paraît pas adaptée pour les surfaces d'utilisation principales (extinctions intempestives).
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radon est faible et où l'exposition au rayonnement non ionisant est faible : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Les stores à lames assurent une protection solaire a priori efficace, mais la majorité des usagers déplorent tout de même une surchauffe estivale.
- L'avis des usagers sur le confort acoustique est mitigé : des bruits intérieurs sont surtout mis en cause.

### Qualificatifs : 3 coches par répondant



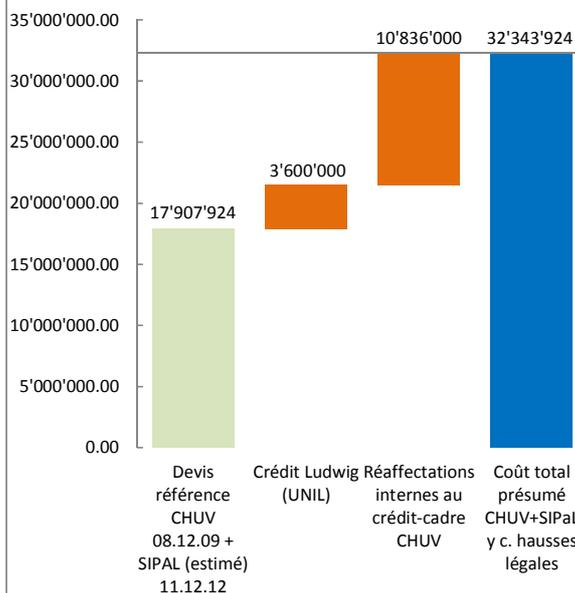
### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	○
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- Aucun article de presse ne permet de situer le niveau d'acceptation publique du projet.
- Globalement, le résultat du sondage montre que les usagers accueillent cette rénovation avec satisfaction : le regroupement des centres de recherche, la qualité des bureaux et laboratoires offrent un confort de travail. Le confort thermique et acoustique, et l'offre en espaces communautaires et de détente, sont toutefois sujets à amélioration.
- Le concept de rénovation respecte l'identité architecturale des bâtiments, et l'animation artistique intégrée dans le parement de façade la valorise : le verre sérigraphié représente les couleurs des différentes essences d'arbres du site.

## DIMENSION ECONOMIQUE

### Investissements CLE (bât. C-D)



### Coûts d'investissement

Coûts et cycle de vie	●
Financement	●

- Un crédit-cadre de 30 Mios a été voté pour financer le regroupement de différentes unités de recherche, dans la cité hospitalière d'une part, au CLE d'autre part. Le crédit alloué pour les bâtiments C et D de 10 Mios à la base a été revu à la hausse : 20.9 Mios suite à la première étude ; en parallèle, le crédit dévolu aux travaux dans la cité hospitalière a été revu à la baisse. Globalement, le décompte final provisoire montre que le crédit-cadre a été respecté avec un solde disponible de près de 1 Mio.
- Il faut noter que la rénovation de l'Institut Ludwig a été décidée en cours de projet ; l'investissement consenti s'élève à 3.6 Mios, mais ne fait pas partie du crédit-cadre de 30 Mios.
- Un crédit d'investissement d'environ 37 Mios a été accordé pour l'assainissement énergétique de huit bâtiments gros consommateurs, dont le CLE. Le crédit alloué pour la rénovation des bâtiments A à D s'élève à 12'200'000.-, dont 7'858'000.- pour les bâtiments C et D. Ce budget a été respecté avec un solde disponible final d'environ 670'000.-.
- Globalement, les crédits octroyés ont été respectés, et les investissements consentis sont justifiés tant d'un point de vue énergétique que fonctionnel. Il est à noter que le coût CFC 1-3 représente 62% de la valeur ECA des bâtiments, de ce fait, le standard MINERGIE-ECO® à neuf est applicable selon les directives énergétiques.

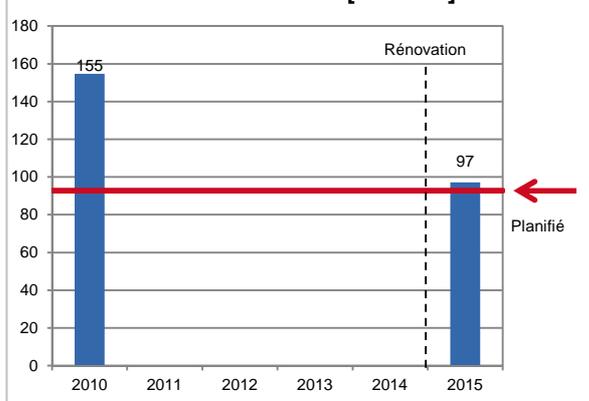
## Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	●

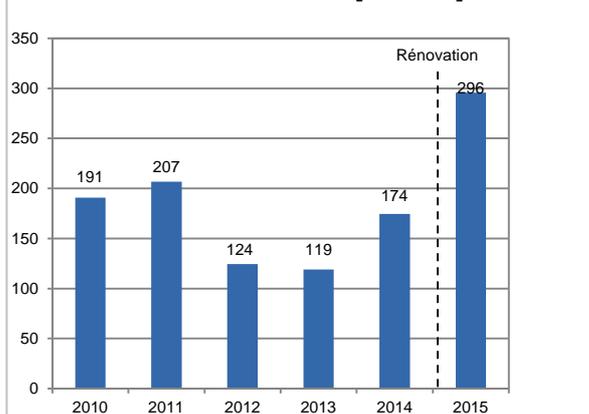
- Les charges avant travaux n'ont pas été communiquées, il n'est donc pas possible d'établir un comparatif après rénovation. Néanmoins les charges d'entretien après travaux s'élèvent à 37 CHF/m<sup>2</sup>SP, et les charges liées à l'énergie à 47 CHF/m<sup>2</sup> SP.
- Les coûts de rénovation atteignent 945 CHF/m<sup>2</sup>SP (coût CFC 2) pour l'assainissement énergétique. Les coûts imputables aux travaux de regroupement des laboratoires (coûts totaux hors transformation de Ludwig) s'élèvent à 2'530 CHF/m<sup>2</sup>, soit 9% au-dessus de la valeur planifiée lors de l'EMPD à 2'330 CHF/m<sup>2</sup>.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

### Indice de chaleur [kWh/m<sup>2</sup>]



### Indice d'électricité [kWh/m<sup>2</sup>]



## Matériaux de construction

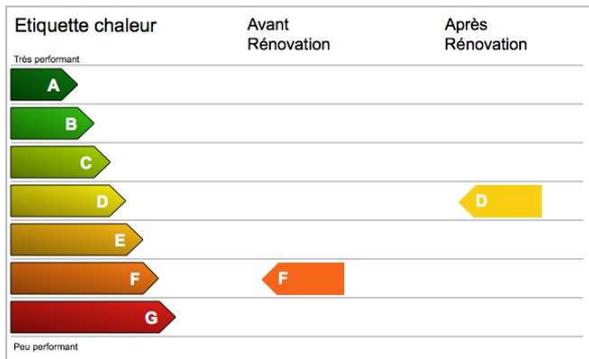
Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Ni l'outil Sméo ni les exigences du label MINERGIE-ECO® n'ont été suivies dans ce projet de rénovation, alors que les directives énergétiques de l'Etat de Vaud les imposaient.
- On peut néanmoins noter que le choix d'une façade ventilée favorise sa pérennité. Les revêtements intérieurs (murs et sols) ont été conservés lorsque leur état le permettait. De plus, les soumissions font mention explicite de l'interdiction d'usage de tout solvant.
- La distribution technique apparente, la fixation mécanique du bardage de la façade et des nouveaux faux-plafonds, favoriseront une déconstruction aisée des matériaux.

## Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- La consommation de chaleur a diminué de 37%, ce qui est très proche de l'objectif planifié. Cette estimation ne tient pas compte des besoins énergétiques de l'animalerie. Il faut tout de même noter que les indices de consommation avant et après travaux reposent sur une seule année de référence. Ces premiers résultats sont donc à confirmer dans les années à venir.
- La consommation électrique a augmenté de 35% par rapport à la consommation avant rénovation : le niveau d'équipement, la consommation des groupes froids et du système de ventilation pourraient expliquer cette hausse malgré une rénovation complète des luminaires.
- Malgré un assainissement énergétique global des bâtiments, ceux-ci demeurent des grands consommateurs au sens de la loi (consommation électrique supérieure à 0.5 GWh). L'indice de consommation électrique a même augmenté de 35% après rénovation. Les équipements spécifiques aux besoins des laboratoires expliquent a priori cette hausse. Néanmoins, un décompte détaillé des consommations électriques devrait être réalisé pour identifier les postes prépondérants et le cas échéant, procéder à des mesures correctives et/ou d'optimisation.
- Avant rénovation, les besoins de chaleur des bâtiments étaient assurés par une chaudière à mazout. Désormais, ils sont raccordés au CAD de Lausanne : le recours aux énergies fossiles a donc sensiblement diminué.



## Sol et paysage

Superficie des terrains	<input type="radio"/>
Espace extérieur	<input type="radio"/>

- Ces critères ne sont pas applicables pour une rénovation où il n'y a pas eu d'interventions sur les aménagements extérieurs.

## Infrastructure

Mobilité	<input checked="" type="radio"/>
Déchets d'exploitation	<input checked="" type="radio"/>
Eau	<input checked="" type="radio"/>

- Les transports publics et la mobilité douce représentent respectivement 40% et 11% du bouquet modal des personnes sondées. Le recours aux transports individuels motorisés représente 24% du bouquet modal. Etant donné la qualité de la desserte, le taux d'utilisation des transports publics est faible.
- La gestion des déchets sur place assure le recyclage du PET, du papier et de l'aluminium.
- Il y a un régime séparatif entre eaux usées et eaux claires. La toiture végétalisée des superstructures permet de réduire et différer les eaux de ruissellement.



## Synthèse

### Points forts

La gestion bipartite entre deux services constructeurs, le SIPaL pour l'assainissement énergétique et le CHUV pour les transformations intérieures, a été une réussite. Le chantier a dû être conduit avec l'animagerie du bâtiment D en exploitation, mais aucun incident n'est à déplorer grâce à une bonne coordination entre la direction des travaux et les usagers. Par ailleurs, il faut noter que le planning serré a pu être respecté grâce à une avance de fonds sur le crédit des laboratoires du CHUV au SIPaL en attendant l'octroi du crédit pour l'assainissement énergétique.

Les efforts de communication en amont, pendant et en aval des travaux, ont permis de faciliter l'acceptation, la participation et in fine l'installation des différents centres de recherche au CLE.

La souplesse du crédit-cadre pour le regroupement des laboratoires a été utilisée de manière pertinente pour redéfinir la part des crédits attribuée à chaque bâtiment en fonction de l'évaluation des besoins mise à jour après une première étude. Les travaux ont été réalisés en respectant la cible budgétaire du crédit-cadre pour le regroupement des laboratoires d'une part, et du crédit pour l'assainissement énergétique d'autre part.

Les locaux transformés constituent un nouvel outil de travail qui répond pleinement aux attentes des utilisateurs d'un point de vue fonctionnel : la réunion des différents centres de recherche par thématique offre de nouvelles possibilités d'échanges et un confort de collaboration impossible auparavant.

La rénovation des façades respecte l'identité du bâti existant et la renforce avec une animation artistique intégrée dans le bardage des façades : le verre sérigraphié reprend les couleurs des différentes essences d'arbres présentes sur le site.

Même si la période d'exploitation après rénovation est relativement réduite, la performance mesurée à ce jour est conforme à l'objectif planifié.

### Points faibles

Ni l'outil de planification Sméo, ni les exigences MINERGIE-ECO® n'ont été suivis dans la réalisation du projet, alors que les directives énergétiques qui s'appliquaient à ce projet les imposaient.

La consommation électrique des bâtiments a augmenté de 35%. Les bâtiments C et D du CLE restent donc des « grands consommateurs au sens de la loi sur l'énergie ». Il est impératif d'identifier les sources de cette hausse de consommation.

Si les utilisateurs sont satisfaits des nouveaux locaux d'un point de vue fonctionnel, un inconfort thermique (été comme hiver) et acoustique (bruits intérieurs) sont largement déplorés.

### Conclusion

Si la rénovation des bâtiments C et D remplit les objectifs sociaux et économiques définis, la performance énergétique donne une satisfaction partielle : les objectifs de réduction des besoins de chaleur sont atteints, en revanche la consommation électrique a augmenté de 35%. Globalement, la consommation d'énergie primaire des bâtiments a ainsi augmenté de 13%. Par ailleurs, les objectifs environnementaux ont été mal définis au départ.



© SERVICE IMMEUBLES, PATRIMOINE ET LOGISTIQUE et CHUV



# Ecole professionnelle commerciale de Lausanne (EPCL), Vallée de la Jeunesse

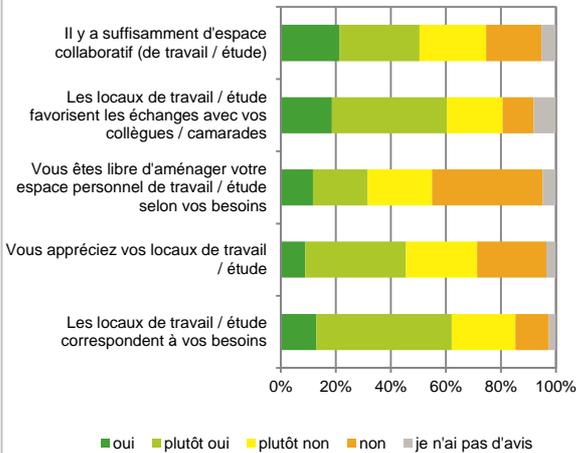
## Synthèse

Rénovation  
 Surface de plancher : 7'478 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 7'924'000 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 7'545'486 CHF

Point fort : ●	Point moyen ou indifférent : ●	Point faible : ●	Critère non applicable : ○
----------------	--------------------------------	------------------	----------------------------

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=402)

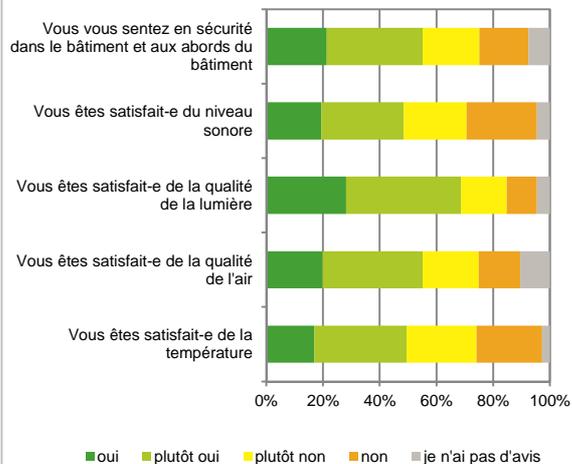


### Vie en commun

Intégration, mixité	○
Contacts sociaux	●
Participation	●

- La situation du bâtiment dans la Vallée de la Jeunesse est plutôt isolée et ne l'intègre pas au sein d'une vie de quartier. Le critère de la mixité n'est pas applicable pour une école.
- Si une courte majorité (55%) des personnes sondées se déclare satisfaite des espaces communautaires, nombre d'entre eux déplorent le manque de salles d'étude et de repos / détente, à l'intérieur comme à l'extérieur.
- Les commissions de projet ont permis de définir le programme au plus près des besoins des utilisateurs. Des efforts de communication publique ont été consentis pour informer efficacement et en toute transparence les utilisateurs du problème statique identifié en cours de projet (renforcement de la structure nécessaire suite à des tassements de terrain).

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=402)



### Aménagement

Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

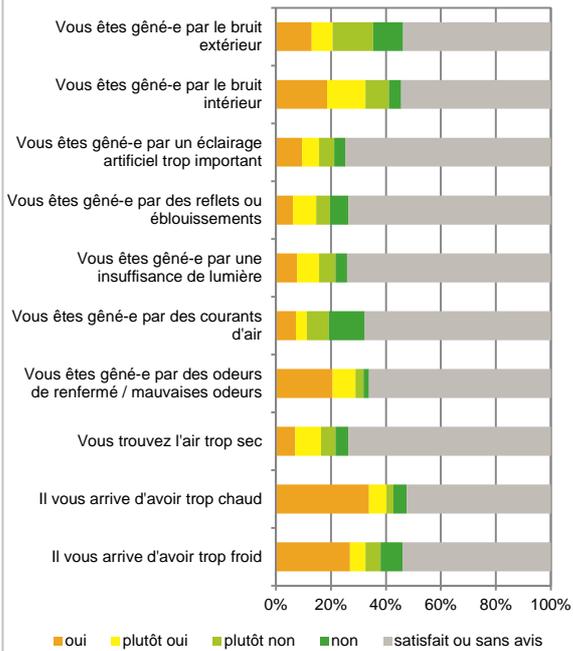
- Malgré les efforts architecturaux pour améliorer la situation initiale par rapport à la façade, la majorité des personnes sondées ne ressent ni attachement, ni fierté à travailler / étudier dans ces locaux. Les adjectifs associés au bâtiment qui ressortent le plus sont « banal, confortable et laid ». Ces éléments ont tendance à révéler un manque de sentiment d'appartenance au site, pouvant engendrer un sentiment de rejet de la part des utilisateurs. Le fait que l'intérieur du bâtiment n'ait pas été amélioré de manière significative pourrait l'expliquer.
- Les utilisateurs sont également largement insatisfaits des aménagements individuels : l'absence de casier est particulièrement regrettée.

### Exploitation, viabilité

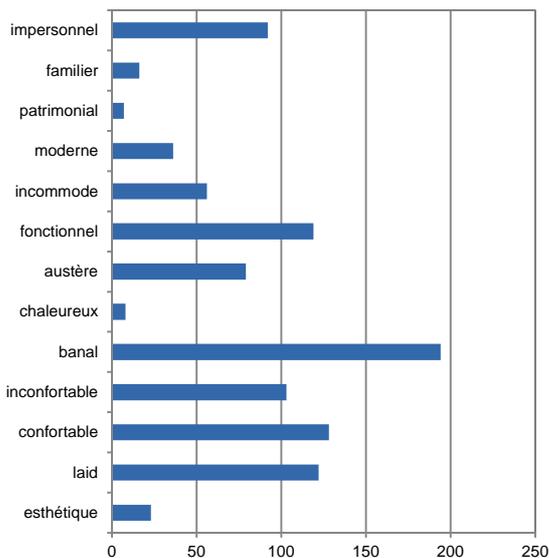
Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- Le site de l'EPCL est relativement proche du quartier de Malley où se trouvent de nombreuses commodités.
- Situés dans le parc de la Vallée de la Jeunesse, les bâtiments de l'EPCL sont desservis par des cheminements piétons et des pistes cyclables. La qualité de la desserte en transports publics est évaluée en classe B par Swisstopo, et satisfait plus de 70% des personnes interrogées.
- Les aménagements nécessaires (rampes, ascenseurs) aux personnes à mobilité réduite ont été réalisés, mais l'accessibilité effective est jugée moyenne par les personnes concernées.

### Causes de l'inconfort (n=402)



### Qualificatifs : max. 3 coches par répondant



### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

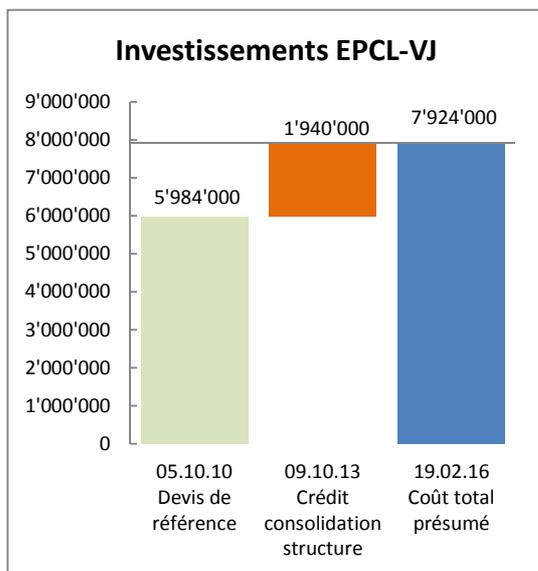
- Une faible majorité (55%) des sondés se sent en sécurité : de nombreux actes de vandalisme sont déplorés aux alentours du site.
- Les façades rénovées sont largement vitrées et offrent une lumière naturelle satisfaisante dans les salles de classe. L'ambiance lumineuse dans les surfaces de dégagement est moins appréciée : malgré la présence d'un puits de lumière, les revêtements de couleur foncée donnent un caractère sombre à ces espaces.
- Un concept de ventilation hybride a été mis en œuvre : ventilation double-flux avec des débits d'air réduits au minimum, et ventilation naturelle gérée par les utilisateurs. La qualité de l'air ne donne qu'une satisfaction mitigée : des odeurs de renfermé sont notamment rapportées à travers le sondage, ce qui est caractéristique d'un défaut de ventilation.
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radon et l'exposition au rayonnement non ionisant sont faibles : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Des stores à lames extérieures asservis au rayonnement assurent une protection solaire efficace. Néanmoins, près de la moitié des usagers se déclare insatisfaite du confort thermique dans le bâtiment, été comme hiver.
- L'isolation acoustique est assurée par des faux-plafonds en fibrociment. Un tiers des personnes sondées déplore tout de même des nuisances acoustiques intérieures.

### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	●
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- La rénovation du bâtiment est plutôt bien accueillie, selon la revue de presse. Toutefois, la gestion de l'incident statique et le renvoi de la rentrée en conséquence sont largement critiqués et ce, malgré son caractère imprévisible.
- L'assainissement énergétique du bâtiment s'est surtout traduit par une rénovation extérieure de l'enveloppe thermique. Bien que la faible modification effectuée sur les aménagements intérieurs soit justifiée (revêtements en bon état conservés), cela crée un déséquilibre dans la perception des usagers : enveloppe refaite à neuf, mais intérieur laissé en l'état. De plus, malgré une nette amélioration du confort, une part significative des usagers semble insatisfaite.
- Une animation artistique est intégrée dans la nouvelle façade du bâtiment : des milliers de haut-parleurs piézoélectriques, chacun étant unique, produisent à intervalles irréguliers et de manière aléatoire un son évoquant l'écoulement du Flon avant son voûtement. La nouvelle façade rapportée respecte le calepinage de l'ancienne façade et donc son identité. L'œuvre artistique qui y est intégrée la valorise et lui donne une dimension poétique. L'intégration du bâtiment à son environnement construit et naturel est donc très réussie.

## DIMENSION ECONOMIQUE



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

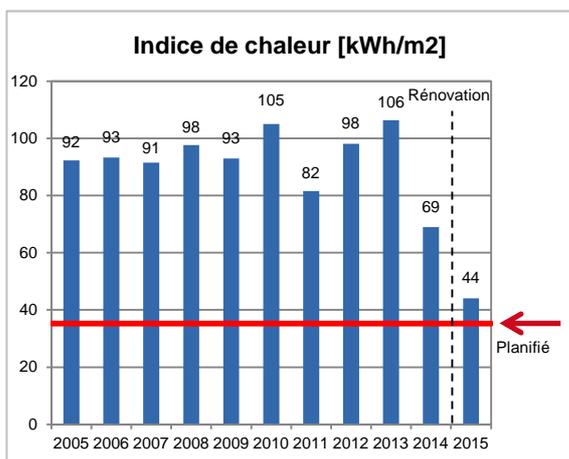
- Le crédit d'ouvrage initial a été dépassé de 32% en raison du surcoût engendré par le renforcement structurel nécessaire à garantir l'intégrité statique du bâtiment. Cet imprévu a fait l'objet d'un crédit additionnel justifié.
- Il est à noter que le coût CFC 1-3 représente 45% de la valeur ECA du bâtiment, de ce fait, le standard MINERGIE-ECO® à neuf est applicable selon les directives énergétiques.
- Le financement du projet est assuré par un crédit d'investissement pour la rénovation du bâtiment existant et une subvention fédérale du Programme Bâtiments qui soutient les mesures de rénovation énergétique.

### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	●

- Les charges d'exploitation et d'entretien ont diminué drastiquement depuis la rénovation, passant de 61 à 35 CHF/m<sup>2</sup> SP. Les frais d'énergie ont notamment diminué de plus de 90'000 CHF/an, soit une économie bien supérieure à celle projetée dans l'EMPD de 52'000 CHF/an.
- Les coûts de rénovation atteignent 1'450 CHF/m<sup>2</sup> SP et 380 CHF/m<sup>3</sup> VB. Ces coûts sont très compétitifs pour une rénovation qui satisfait aux exigences MINERGIE® à neuf.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE



### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Les façades existantes ont été conservées et doublées par l'extérieur au lieu d'être remplacées. La rénovation des aménagements intérieurs a été réduite au strict minimum : tous les revêtements en bon état ont été conservés.
- L'outil Sméo a été utilisé pour suivre la planification du projet. Ce fil rouge de la construction permet de garantir une charge en polluants minime dans le bâtiment. L'énergie grise du bâtiment a été évaluée à 82 MJ/m<sup>2</sup>, compatible avec les exigences ECO.
- La nouvelle façade rapportée est fixée mécaniquement et sa déconstruction devrait donc être aisée.

Etiquette chaleur	Avant Rénovation	Après Rénovation
Très performant		
A		
B		B
C		
D	D	
E		
F		
G		
Peu performant		

## Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	○
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- La période de retour après rénovation est encore courte, mais les premières mesures indiquent que la consommation de chaleur est très proche de la performance planifiée. La rénovation a permis de gagner 2 classes énergétiques sur l'étiquette chaleur.
- Aucune donnée n'est disponible sur les consommations d'eau chaude sanitaire (ECS). Néanmoins, les besoins usuels d'ECS pour une école sont relativement faibles. L'absence d'ECS dans les toilettes devrait également favoriser la réduction de ces besoins.
- Aucune donnée relative aux consommations électrique n'est disponible : il n'est donc pas possible d'évaluer la performance de ce poste de consommation.
- Le bâtiment est raccordé au réseau de chauffage à distance de la ville : les besoins de chaleur sont donc majoritairement couverts par les rejets de chaleur de l'incinération d'ordures ménagères.
- Le manque d'informations sur la consommation électrique du bâtiment ne permet pas encore une appréciation globale de la performance du bâtiment, car dans ce type d'intervention, la réduction des pertes de chaleur est associée à une augmentation de la consommation électrique pour les nouvelles installations techniques. La consommation électrique est donc essentielle pour pouvoir juger la performance globale.

## Sol et paysage

Superficie des terrains	○
Espace extérieur	●

- Ces critères ne sont pas applicables pour une rénovation où il n'y a pas eu d'aménagements extérieurs. On peut tout de même souligner que la réalisation d'une surélévation permet d'optimiser le coefficient d'utilisation du sol.

## Infrastructure

Mobilité	●
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- Les transports publics et la mobilité douce représentent 64% du bouquet modal des personnes sondées. La part des transports individuels motorisés représente moins de 20%. L'impact environnemental imputable à la mobilité est donc, a priori, relativement faible.
- Des stations de recyclage du PET, papier et alu sont visibles à chaque étage.
- Un régime séparatif entre eaux usées et eaux claires est présent. La toiture végétalisée permet de limiter et différer les eaux de ruissellement.



## Synthèse

### Points forts

Le bâtiment de l'EPCL est l'un des premiers CROCS (69-71) construit. Il a été intégré dans la Vallée de la Jeunesse créée lors de l'expo universelle de 1964. La surélévation et la rénovation du bâtiment respectent l'identité du bâtiment tout en augmentant le nombre de classes à disposition et en réduisant drastiquement sa consommation énergétique. L'animation artistique intégrée à la façade donne vie au bâtiment même lorsqu'il est inoccupé : le son des haut-parleurs, évoquant l'écoulement du Flon avant qu'il soit voûté, résonne à des moments aléatoires sur le site.

La planification avec l'outil Sméo a permis de s'assurer que le projet réalisé soit compatible avec les exigences de la société à 2'000 W. La performance mesurée à ce jour permet de confirmer que l'ensemble bâtiment, pavillons et surélévation atteint même une performance MINERGIE® pour des constructions neuves.

L'objectif environnemental de minimiser l'énergie grise du projet rejoint le souci d'économie financière. Sans compter la plus-value due au renforcement statique du bâtiment nécessaire, les travaux ont respecté le crédit d'ouvrage octroyé. La performance énergétique mesurée à ce jour révèle même que la diminution des frais énergétiques dépasse les prévisions définies dans l'EMPD.

### Points faibles

La sécurité et le confort général (thermique, aéraulique, acoustique) semblent encore sujets à amélioration malgré l'installation d'un système de ventilation double-flux. La rationalisation des interventions sur les aménagements intérieurs a tendance à biaiser l'appréciation des usagers : « l'enveloppe a été entièrement rénovée mais l'intérieur a été laissé en l'état ».



© SERVICE IMMEUBLES, PATRIMOINE ET LOGISTIQUE

### Conclusion

Malgré un premier retour chiffré très positif sur les performances environnementales et économiques du bâtiment après rénovation, et les efforts architecturaux et artistiques pour améliorer la situation initiale, le bâtiment semble mal accepté par les usagers en raison des problèmes de confort, de sécurité et une mauvaise appréciation des aménagements intérieurs. Sans la consommation électrique du bâtiment, il est encore difficile de juger sa performance énergétique globale, mais on peut d'ores et déjà souligner la réduction drastique des besoins de chaleur.



Source Photo : Estia



Source Photo : Estia



# Centre d'enseignement professionnel de Vevey (CEPV)

## Synthèse

Rénovation  
 Surface de plancher : 12'062 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux : 8'045'580 CHF  
 Bâtiment – CFC2 : 7'169'707 CHF

Point fort : ●

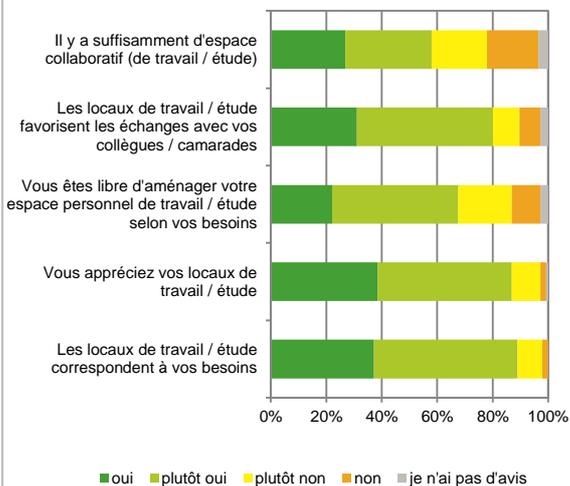
Point moyen ou indifférent : ●

Point faible : ●

Critère non applicable : ○

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=145)



### Vie en commun

Intégration mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

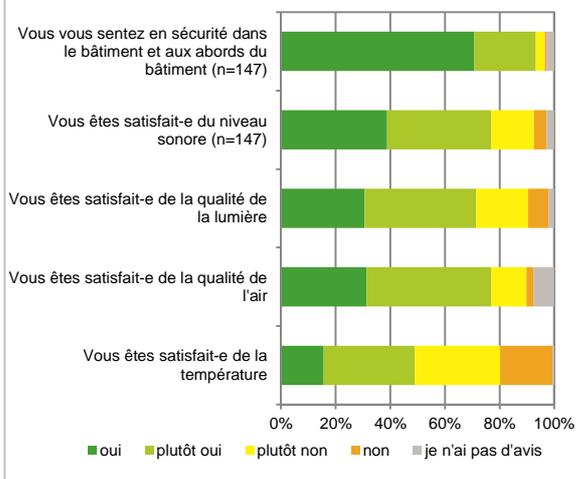
- La rénovation du bâtiment, avec l'aménagement d'un rez-de-chaussée attractif et fonctionnel pour les expositions, a renforcé la position de l'école dans la vie culturelle et sociale de la ville.
- La transformation de l'espace d'exposition et l'extension de la cafétéria a permis de créer un nouvel espace de rencontre et de partage.
- Les commissions de projet ont intégré les représentants des utilisateurs tout au long du processus de développement du projet. L'implication de l'architecte chargé de la maintenance du bâtiment a par ailleurs permis d'orienter le projet de rénovation sur des enjeux prioritaires. En outre, les travaux ont été dirigés sans problèmes tout en maintenant l'exploitation de l'école grâce à une sensibilisation et une implication fortes des usagers.

### Aménagement

Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

- La rénovation du bâtiment a parfaitement respecté et mis en valeur l'identité architecturale du bâtiment.
- L'école bénéficie d'une réputation et une aura dans le monde de la photographie, qui dépassent largement les frontières du pays. Plus de 70% des personnes sondées expriment une fierté d'étudier / travailler dans cette école.
- La grande majorité des occupants sont satisfaits de la qualité des locaux de travail.
- Environ deux tiers des usagers sont satisfaits des possibilités d'aménagement des espaces personnels.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=147)

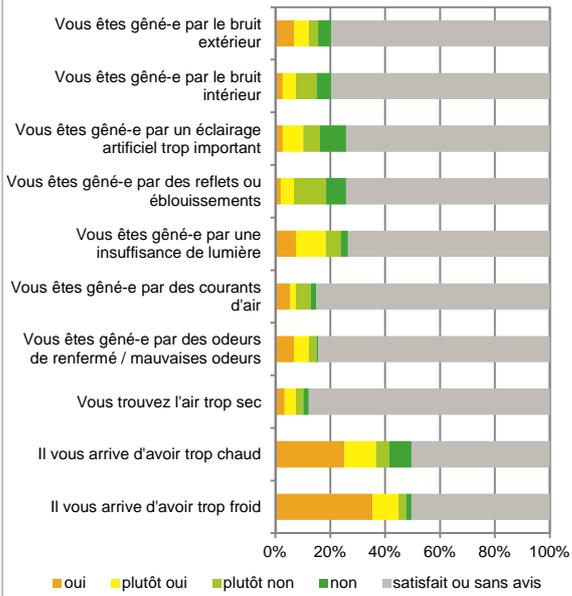


### Exploitation, viabilité

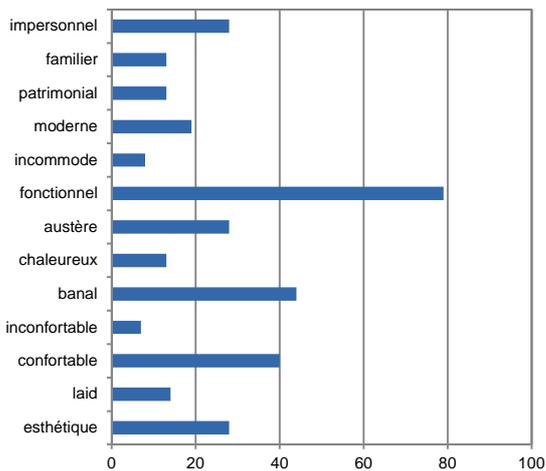
Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- L'école est située en milieu urbain proche de toutes commodités.
- La qualité de la desserte en transports publics est évaluée en classe A (très bonne) selon Swisstopo. Plus de 70% des personnes sondées sont satisfaites de la desserte en transports publics.
- Les aménagements nécessaires pour l'accessibilité des personnes à mobilité réduite ont été prévus : rampes et ascenseurs à disposition.

### Causes de l'inconfort (n=147)



### Qualificatifs : 3 coches par répondant



### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

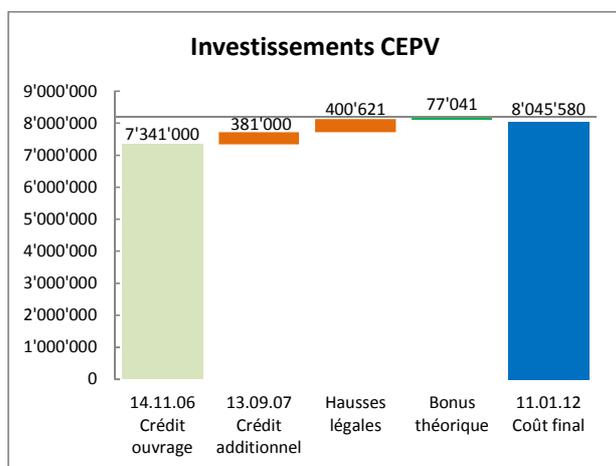
- La grande majorité des usagers expriment une satisfaction quant à la sécurité, la qualité de la lumière, la qualité de l'air et le niveau sonore. La mise en place d'une ventilation double-flux dans les locaux borgnes et à forte densité a notamment permis une nette amélioration du confort. En parallèle, le principe de ventilation naturelle dans les salles de classe a été maintenu en tirant parti de la conservation des fenêtres basculantes.
- Le site se trouve dans une zone où la concentration en radon est moyenne et où l'exposition au rayonnement non ionisant est faible : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Le confort thermique est le seul point critique : les usagers déplorent une sensation de froid en hiver lors des périodes de relance du chauffage en début de semaine, et des problèmes de surchauffe estivale. Néanmoins, un des problèmes majeurs d'inconfort venant d'infiltrations d'air au niveau de l'entrée et de la façade-rideau du rez a été corrigé par la mise en place d'une porte à tambour et une réfection complète de la façade-rideau anciennement en simple vitrage.

### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	●
Acceptation des usagers	●
Intégration au tissu bâti existant	●

- La revue de presse relative au projet de rénovation rapporte une opération de rénovation réussie, et met notamment en avant les efforts de tri sélectif.
- Les résultats du sondage auprès des usagers révèlent une satisfaction globale du projet de rénovation, et confirment une nette amélioration de la qualité des espaces de travail avec une mention spéciale pour la requalification de l'espace d'exposition qui constitue la « vitrine » de l'école.
- Le parti pris du projet a anticipé un recensement patrimonial du bâtiment, qui représente la référence la plus importante de son époque de construction à Vevey, en favorisant la préservation de la substance bâtie.

## DIMENSION ECONOMIQUE



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

- Depuis son acquisition par l'Etat en 1992, le bâtiment est maintenu grâce à des interventions par étapes. La présente rénovation, avec un coût final de 8 millions, constitue une grande étape où le projet a réglé de nombreux problèmes qui empêchaient un fonctionnement serein de l'école (problèmes de confort grave, dysfonctionnement de la cafétéria, dégradation et dysfonctionnement des fenêtres). La plus grande part des travaux concerne la rénovation des fenêtres et une partie des installations techniques. La conservation des menuiseries fait partie d'une approche générale et originale de « conservation » qui a permis des économies importantes de moyens, et une remise à niveau tout à fait correcte.
- Compte tenu des hausses légales, ainsi que d'un crédit additionnel (d'environ 5% du crédit d'ouvrage) afin d'assurer un renforcement parasismique de la structure, le coût final respecte le budget. Le financement a été assumé à 100% par l'Etat de Vaud.
- La solution privilégiée consistant en une rénovation douce (fenêtres et une partie des installations techniques), bien qu'intéressante du point de vue des investissements, avec des crédits très serrés, oblige à certains compromis qui sont difficiles à justifier auprès des utilisateurs (groupes sanitaires vétustes, quelques simples vitrages et vieilles fenêtres dans les circulations).

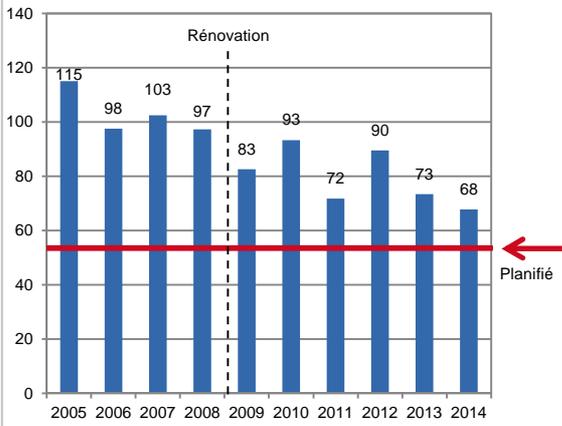
### Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	●

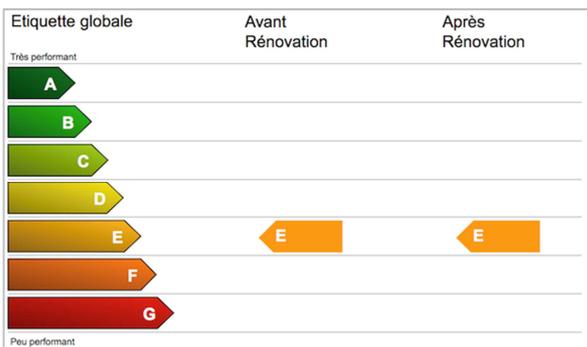
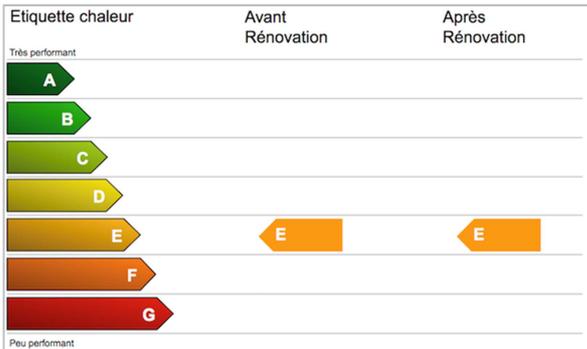
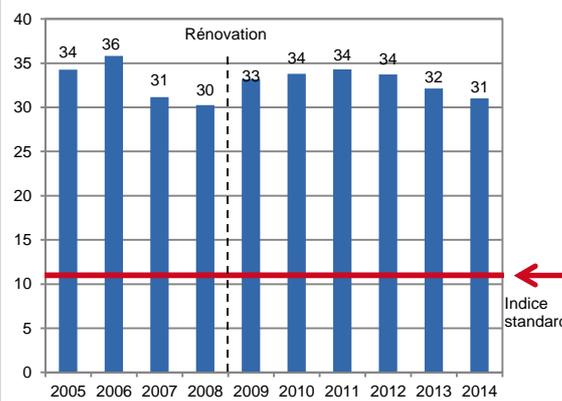
- L'augmentation des charges après rénovation est due principalement aux frais de nettoyage et à l'entretien des installations techniques. Cependant, le coût de 11 CHF/m<sup>2</sup> des charges d'entretien après rénovation demeure très bas.
- Les charges liées à l'énergie augmentent également, bien que la valeur après rénovation de 15 CHF/m<sup>2</sup> reste faible : bien que les besoins d'énergie spécifiques du bâtiment aient diminué après rénovation, le renchérissement du prix du gaz couplé à l'augmentation de surface chauffée explique cette augmentation.
- Les coûts de rénovation se situent dans la gamme des prix standard de rénovation, mais l'ingéniosité du projet réside dans le choix et la priorisation de travaux. Pour un coût de 155'000 CHF par classe, le projet a réglé les problèmes principaux du bâtiment, dans une optique de rénovation par étapes (à comparer avec des coûts entre 350'000 et 800'000 par classe pour des rénovations approfondies). Cette approche conserve les éléments du bâtiment dans leur durée de vie maximale, générant des économies globales.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

**Indice de chaleur [kWh/m<sup>2</sup>]**



**Indice d'électricité [kWh/m<sup>2</sup>]**



### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	●
Polluants	●
Déconstruction	●

- Le cœur de la rénovation réside dans le parti pris de la réutilisation des cadres de fenêtres plutôt que leur remplacement, permettant de limiter l'énergie grise. Ce parti pris original et innovant a été consolidé sur la base d'une analyse de cycle de vie comparant différentes stratégies d'intervention.
- Le désamiantage au rez-de-chaussée a permis de dépolluer cet espace.
- Les quelques aménagements intérieurs ont donné la priorité à des matériaux simples, avec une mise en œuvre facilitant la dépose (faux-plafonds acoustiques fixés mécaniquement, notamment).

### Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- L'objectif planifié était d'atteindre un indice de chaleur après rénovation de 54 kWh/m<sup>2</sup>SRE. L'indice moyen mesuré entre 2009 et 2014 atteint 80 kWh/m<sup>2</sup>SRE, soit environ 20% de plus que la performance planifiée. Cependant, l'indice a tout de même diminué de 23% par rapport à la situation avant rénovation, avec une nette amélioration du confort.
- N'ayant pas de données concernant la consommation d'eau chaude sanitaire, il est impossible de se prononcer sur ce poste. Toutefois, s'agissant d'une école, ce poste de consommation n'est pas déterminant.
- L'indice de consommation électrique demeure stable après rénovation, malgré la mise en œuvre d'une ventilation double-flux.
- Le bâtiment est raccordé à la chaufferie du collège de la Veveyse où la production de chaleur est assurée par des chaudières bicombustibles gaz-mazout (priorité au gaz), la part de couverture des énergies renouvelables est donc nulle.

### Sol et paysage

Superficie des terrains	○
Espace extérieur	●

- S'agissant d'une rénovation, le critère relatif à l'optimisation de l'utilisation du sol n'est pas applicable.
- Les espaces extérieurs de la cafétéria ont été aménagés de sorte à limiter les intrusions intempestives de ces espaces, tout en gardant un esprit d'ouverture vers l'espace public du parc. Les autres aménagements extérieurs avec une vue privilégiée vers le lac, donnant satisfaction avant rénovation, sont restés inchangés.

### Infrastructure

Mobilité	●
Déchets d'exploitation	●
Eau	●

- Avec un bouquet modal faisant la part belle aux modes doux et/ou aux transports publics (68%), les impacts environnementaux relatifs à la mobilité induite restent modestes.
- Un tri sélectif complet est assuré sur le site : papier, PET et alu, et la plupart des déchets issus des ateliers.
- A priori, un régime séparatif entre eaux claires et usées est assuré.



## Synthèse

### Points forts :

L'intégration de l'architecte en charge de l'entretien du bâtiment dès la phase d'appels d'offres a facilité l'identification des enjeux prioritaires tant du point de vue énergétique (rénovation des fenêtres et du système de ventilation) que fonctionnel (transformation-extension du rez supérieur).

Une approche d'analyse de cycle de vie a orienté et justifié de manière rationnelle les stratégies d'intervention : les fenêtres ont été préservées et rénovées plutôt que remplacées, en récupérant la plus grande partie de leur énergie grise (vitrage extérieur, store, cadre du dormant, mécanisme de fermeture) dans une réalisation originale et exemplaire qui a valorisé les compétences, le savoir-faire et l'esprit d'innovation d'artisans menuisiers locaux. Les aménagements intérieurs ont privilégié des matériaux non polluants et facilement démontables.

La transformation-extension du rez supérieur a nettement amélioré l'espace de restauration. L'espace d'exposition a été réhabilité et modernisé, en offrant des volumes généreux et esthétiques avec une grande flexibilité d'aménagement, et devient un vecteur de communication publique à la hauteur des attentes du CEPV.

Ce faisant, cette transformation favorise le sentiment de fierté et d'identification des usagers au bâtiment.

L'installation d'une ventilation double-flux dans les locaux borgnes et à forte densité a amélioré la qualité de l'air dans le bâtiment.

Les façades étant en bon état et ne constituant pas un poste majeur de déperditions thermiques, cela justifiait, d'un point de vue énergétique, le parti pris d'une rénovation douce préservant l'identité architecturale d'un bâtiment emblématique de son époque de construction. Le bâtiment a été rénové et modernisé dans un esprit de préservation et de valorisation de ses qualités architecturales, avec une sensibilité forte et exemplaire anticipant son recensement architectural.

Les représentants des usagers ont participé au développement du projet tout au long de sa planification. Cette forte implication des usagers en amont a notamment permis de faciliter la conduite de chantier, tout en maintenant l'exploitation du bâtiment.

Enfin, le tri sélectif est omniprésent dans le bâtiment et va jusqu'au recyclage des matériaux utilisés dans le cadre des ateliers, contribuant non seulement à diminuer l'impact des déchets mais aussi à éduquer les jeunes usagers.

### Points faibles :

Malgré la rénovation et la nette amélioration par rapport à la situation initiale, le confort thermique n'est pas encore assuré : environ la moitié des personnes interrogées rapportent des problèmes de sensation de froid et de surchauffe. La sensation de froid pourrait être améliorée par une meilleure gestion de la relance du chauffage.

Si le crédit d'ouvrage a été respecté dans une marge de +10% et les coûts de l'intervention de cette étape restent très bas, certains travaux urgents restent à réaliser : rénovation du système sanitaire, des fenêtres d'origine en simple vitrage dans les circulations, réfection de la couverture des toitures (si elle était faite avant insufflation de la ouate de cellulose, son étanchéité serait garantie et des infiltrations d'eau évitées).

Depuis la rénovation, l'indice de chaleur a diminué de 23% de chaleur mais cette performance dépasse de 20% la performance planifiée. L'objectif, fixé dans l'EMPD de juin 2006, de respecter le standard MINERGIE® Rénovation de l'époque, n'a pas été respecté.

Le maintien du raccordement à la chaufferie du collège de la Veveyse alimentée par des chaudières bicom bustibles (gaz et mazout) implique que le taux de couverture des besoins de chaleur du CEPV par des énergies renouvelables est nul.

### Conclusions

Au même titre que l'ancienne Ecole de chimie, le CEPV a fait l'objet d'une rénovation douce dont le budget relativement restreint a été investi avec une stratégie d'intervention qui respecte le patrimoine bâti emblématique des années 70. Stratégie justifiée d'un point de vue environnemental sur la base d'analyse de cycle de vie. Le bâtiment après rénovation remplit aujourd'hui pleinement les attentes des usagers.

Malgré la nette amélioration par rapport à la situation avant rénovation, des problèmes de confort thermique persistent. Des travaux prioritaires et/ou urgents sont encore à réaliser (réfection de la couverture en cuivre et rénovation du système sanitaire). De plus, les objectifs de performance énergétique n'ont pas été atteints. Une étude d'optimisation pourrait aider à identifier les raisons de ces défauts et orienter les mesures de maintenance pour les corriger.



© SERVICE IMMEUBLES, PATRIMOINE ET LOGISTIQUE



# Simplon 43

## Synthèse

Rénovation

Surface de plancher : 2'085 m<sup>2</sup>

Coût des travaux : 6'742'303 CHF

Bâtiment – CFC2 : 4'198'726 CHF

Point fort : ●

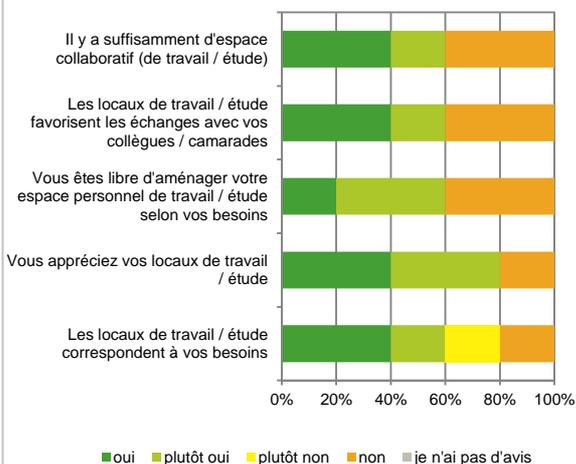
Point moyen ou indifférent : ●

Point faible : ●

Critère non applicable : ○

## DIMENSION SOCIALE

### Locaux de travail (n=5)



### Vie en commun

Intégration, mixité	●
Contacts sociaux	●
Participation	●

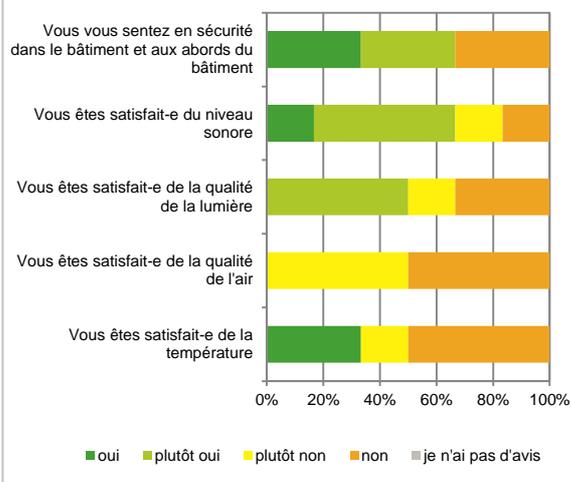
- L'établissement pénitentier est intégré dans le quartier sous-gare au cœur de Lausanne. Sa situation est un catalyseur d'intégration sociale pour des personnes privées de liberté en semi-détention et évite les écueils de stigmatisation du milieu carcéral. De grands efforts de communication ont été déployés pour informer et rassurer la population du quartier sur la réaffectation de ce bâtiment ; de ce fait, il est aujourd'hui bien accepté par le voisinage.
- Des espaces communautaires favorisent les échanges entre détenus : salle informatique dans le hall, cafétéria, salle fumeur et salle de jeux / musculation au sous-sol. De plus, un responsable est désigné à chaque étage pour gérer le nettoyage des communs, favorisant ainsi la vie en communauté.
- Le directeur de la prison de Bois-Mermet faisait partie de la commission de projet et chaque aspect du projet a été discuté avec les utilisateurs.

### Aménagement

Identité du lieu, appartenance	●
Aménagements individuels, personnalisation	●

- Rien dans l'aménagement intérieur n'évoque le milieu carcéral. Une polychromie intérieure donne une ambiance colorée et chaleureuse dans les surfaces de dégagement : chaque couloir d'étage possède une couleur différente. Les chambres des détenus sont sobres, confortables et spacieuses. Tout est fait pour ressentir qu'il s'agit plus d'un séjour transitoire avant le retour dans la société que d'une dernière étape de détention.
- Malgré l'espace restreint pour les employés du service, il est tout à fait possible de faire des aménagements individuels pour faciliter le travail ou pour mieux s'approprier l'espace.

### Bien-être, confort, santé et sécurité (n=6)

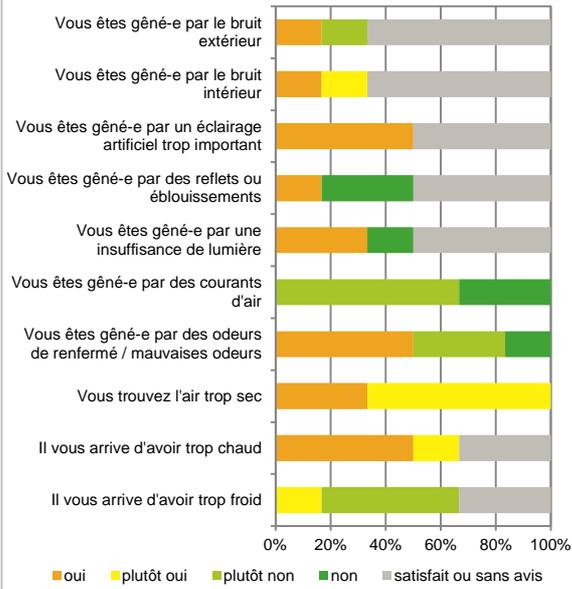


### Exploitation, viabilité

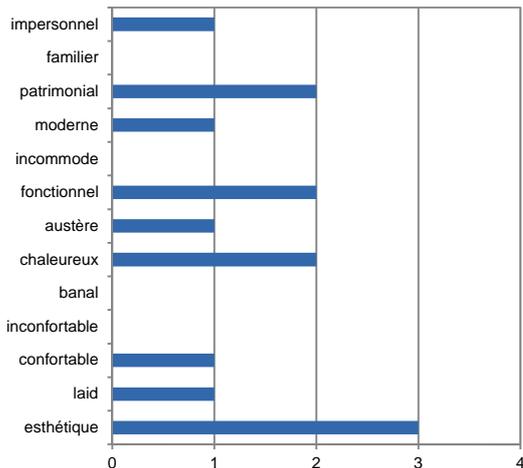
Proximité d'approvisionnement, affectation mixte	●
Mobilité douce	●
Accessibilité et utilisabilité par tous	●

- L'établissement est en plein cœur de Lausanne, proche de toutes commodités.
- La qualité de desserte en transports publics est évaluée en classe A par Swisstopo.
- Le bâtiment est facilement accessible à pied depuis les différentes lignes de transports publics à proximité. En revanche, il n'y a pas de pistes cyclables ni de places de stationnement pour vélos.
- Les aménagements pour les personnes à mobilité réduite ont été réalisés (ascenseur et toilettes notamment). L'accessibilité réelle n'a pas été testée mais l'entrée via le sous-sol et une arrivée par le local containers paraît peu commode.

### Causes de l'inconfort (n=6)



### Qualificatifs : 3 coches par répondant



### Sécurité et confort

Sécurité	●
Lumière	●
Qualité de l'air	●
Rayonnements	○
Protection thermique estivale	●
Bruits et vibrations	●

- Aucun incident majeur de sécurité n'est à déplorer pour l'instant, ni dans l'enceinte de la prison ni aux alentours.
- Les fenêtres existantes ont été doublées par l'intérieur, de sorte à respecter les mesures de protection du patrimoine. La transmission lumineuse à travers la fenêtre s'en trouve réduite mais l'ambiance lumineuse est agréable grâce au choix des revêtements des murs et aux plafonds clairs (placo-plâtre blanc). Un large puits de lumière éclaire également de façon naturelle la cage d'escalier.
- Le renouvellement de l'air est assuré par un système de ventilation double-flux avec récupération de chaleur et deux monoblocs séparés : un pour les chambres et bureaux, un pour la cuisine et la cafétéria. Malgré le système mécanique, la satisfaction de la qualité de l'air n'est pas assurée. L'air trop sec pourrait être causé par un débit d'air nominal trop important.
- Le bâtiment se trouve dans une zone où la concentration en radon et l'exposition au rayonnement non ionisant sont faibles : aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire.
- Les volets extérieurs en bois conservés constituent une protection solaire satisfaisante, mais le blocage des fenêtres ne permet pas une évacuation de chaleur suffisante, ce qui provoque un inconfort estival important.

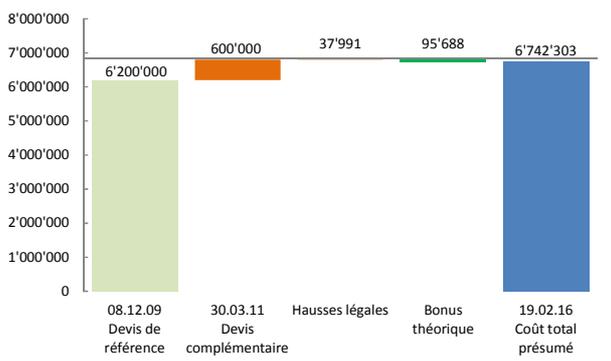
### Acceptation sociale du bâtiment

Acceptation publique	●
Acceptation des usagers	○
Intégration au tissu bâti existant	●

- Si la relocalisation des immigrés, occupants du bâtiment lors de son affectation antérieure, est critiquée dans les médias, en revanche les efforts d'information auprès du voisinage, pour anticiper et gérer les craintes générées par l'arrivée de l'établissement pénitentiaire dans le quartier, sont salués.
- Il paraît délicat de se prononcer sur l'acceptation du bâtiment par ses usagers car le sondage soumis souffre d'un défaut de représentativité (6 réponses : 5 collaborateurs sur 17, + un seul détenu).
- Le bâtiment est classé en note 3 au recensement architectural, la rénovation intérieure respecte le patrimoine bâti, et la transformation de l'entrée avec la présence d'un grillage métallique prolongé en marquise suggère subtilement la nouvelle affectation du bâtiment. L'intégration du bâtiment est donc discrète et réussie.

## DIMENSION ECONOMIQUE

### Investissements Simplon 43



### Coûts d'investissement

Coût et cycle de vie	●
Financement	●

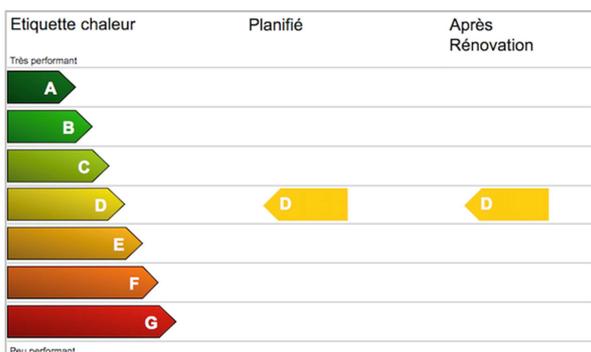
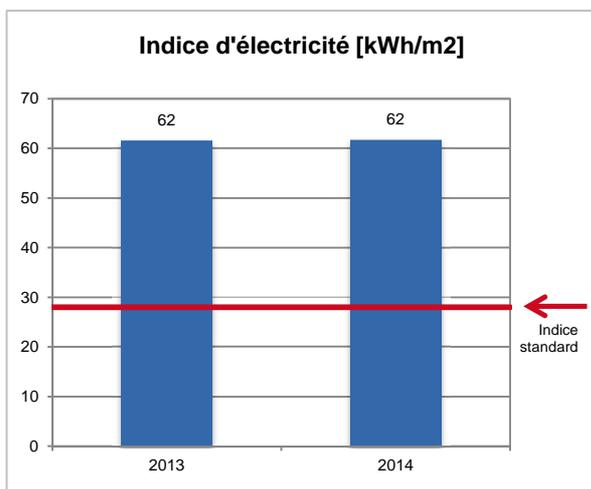
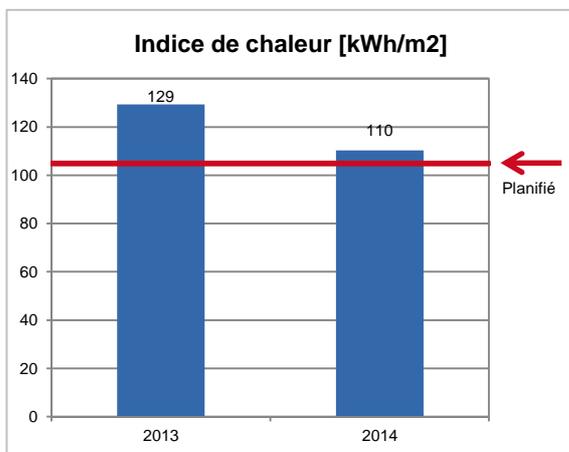
- Compte tenu d'un crédit additionnel justifié, destiné à des travaux de renforcement statique et de désamiantage dont la nécessité a été identifiée en cours de chantier, le budget est respecté. L'investissement sera amorti sur une période de 25 ans pour un montant de 318'000 CHF/an (intérêts compris). Il faut noter qu'une partie de l'amortissement sera assurée par la libération des charges locatives et d'exploitation des établissements des « Escaliers du Marché » et du « Tulipier » à Morges : respectivement 90'000 CHF/an dès 2011, et 139'000 CHF/an dès 2017.
- Il est à noter que le coût CFC 1-3 représente 83% de la valeur ECA du bâtiment, de ce fait, le standard MINERGIE-ECO® à neuf est applicable selon les directives énergétiques.
- Le financement du projet est assuré à 78% par l'Etat de Vaud et à 22% par une subvention de la Confédération.

## Frais d'exploitation et d'entretien

Exploitation et entretien	●
Rénovation	●

- Les charges avant et après rénovation ne sont pas comparables car l'affectation du bâtiment a changé d'une part, et le bâtiment n'était pas la propriété de l'Etat de Vaud d'autre part. Néanmoins, les charges enregistrées depuis la rénovation sont dans les prix usuels : environ 20 CHF/m<sup>2</sup>SP pour les frais d'entretien et de maintenance, et 16 CHF/m<sup>2</sup>SP pour les frais d'énergie. En valeur absolue, les charges sont inférieures à celles prévues lors de l'EMPD : environ 80'000 CHF/an au lieu de 110'000 CHF/an. Ce paramètre favorise également l'amortissement des investissements.
- Les coûts de la rénovation réalisée CFC 2-3 s'élèvent à 2'000 CHF/m<sup>2</sup>SP, soit un prix spécifique de 14% inférieur à celui planifié à 2'300 CHF/m<sup>2</sup>SP.

## DIMENSION ENVIRONNEMENTALE



### Matériaux de construction

Disponibilité des matières premières	●
Impacts environnementaux	○
Polluants	●
Déconstruction	●

- Le doublage des fenêtres plutôt que leur remplacement, la conservation et/ou valorisation de matériaux (encadrements de portes en bois et parquet notamment) sont des choix favorables à la préservation des ressources matérielles.
- Le bilan d'énergie grise du projet n'a pas été calculé, mais étant donné l'évaluation du critère précédent, les impacts environnementaux des matériaux devraient être relativement faibles.
- A priori, les principaux matériaux utilisés dans le cadre de la rénovation ne sont pas sources de polluants : revêtements des murs et plafonds en placo-plâtre, parquet en bois non collé, isolation des combles en ouate de cellulose et laine minérale.
- La fixation de la plupart des matériaux est mécanique voire libre (isolant dans les combles) ; ce principe devrait favoriser le démontage des matériaux et leur recyclage.

### Energie d'exploitation

Besoins de chaleur et/ou de froid	●
Besoins d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	○
Besoins d'électricité	●
Couverture des besoins en énergie renouvelable	●

- L'indice de consommation de chaleur s'élève en moyenne entre 2013 et 2014 à 120 kWh/m<sup>2</sup>SRE, soit 14% supérieur à celui planifié à 105 kWh/m<sup>2</sup>SRE. L'affectation « énergétique » du bâtiment peut être assimilée à du logement et il est impossible de contrôler le comportement des résidents. En l'occurrence, les vannes thermostatiques sont toutes réglées au maximum et les fenêtres sont souvent ouvertes, même en hiver. Ceci pourrait expliquer la divergence entre les performances planifiées et mesurées.
- La consommation d'énergie imputable à l'eau chaude sanitaire n'est pas relevée. Néanmoins, des panneaux solaires thermiques en toiture couvrent une partie de ces besoins.
- L'indice de consommation électrique est très stable sur la période de mesure et s'élève à 62 kWh/m<sup>2</sup>SRE, soit plus de 2 fois supérieur à l'indice standard SIA 380/1 pour des logements collectifs. L'absence de comptage séparé des différents postes de consommation électrique rend délicate la détermination de l'origine de cette consommation élevée. La ventilation et/ou la présence d'une cuisine collective pourraient être à l'origine de cette surconsommation.
- La chaudière à mazout existante a été mise en service en 2000. De ce fait, il a été décidé de la conserver.

Etiquette chaleur	Planifié	Après rénovation
Très performant		
A		
B		
C	C	
D		
E		E
F		
G		
Peu performant		

## Sol et paysage

Superficie des terrains	<input type="radio"/>
Espace extérieur	<input checked="" type="radio"/>

- Le critère relatif à la superficie des terrains n'est pas applicable pour une rénovation.
- Un petit aménagement extérieur a été réalisé : l'élévation d'un muret pour séparation avec le bâtiment voisin, et le pourtour du bâtiment qui a été recouvert d'une surface de gravier perméable.

## Infrastructure

Mobilité	<input type="radio"/>
Déchets d'exploitation	<input checked="" type="radio"/>
Eau	<input checked="" type="radio"/>

- Faute d'un nombre significatif de réponses au sondage, il n'est pas possible de se prononcer sur le bouquet modal des usagers. A titre informatif, les employés ayant répondu au sondage déclarent venir en voiture en raison du caractère variable des plannings et heures de travail. A priori, les détenus devraient tous recourir aux transports publics et la mobilité douce.
- Il y a des stations de recyclage du PET et du papier bien visibles.
- Il y a un régime séparatif entre eaux usées et eaux claires. Aucune autre mesure spécifique n'a été identifiée pour réduire la consommation d'eau potable et le volume d'eau usée.



## Synthèse

### Points forts

L'aspect social est au cœur du projet puisque l'établissement assure l'hébergement de prisonniers purgeant des peines légères en semi-détention et en travail externe. L'aménagement intérieur chaleureux et moderne n'évoque en rien un milieu carcéral, mais davantage un immeuble de logements collectifs traditionnels, ce qui participe au sentiment d'une réintégration en douceur dans la société. La vie communautaire est encouragée par des espaces de détente et une responsabilisation des détenus pour prendre en charge les tâches de la vie courante. La localisation du site en plein centre lausannois est également très pertinente : elle facilite l'accès à l'établissement et favorise l'intégration des détenus à la vie de quartier. Les efforts de communication en amont ont favorisé l'acceptation de la nouvelle affectation pénitentiaire du bâtiment par le voisinage. En définitive, tout est fait pour que les détenus se sentent plus en semi-liberté qu'en semi détention.

La rénovation intérieure des locaux a permis de respecter le patrimoine bâti, et l'intégration architecturale du bâtiment est ainsi discrète et réussie. Seule la grille métallique qui habille l'entrée suggère avec subtilité la nouvelle affectation du bâtiment.

Le projet de rénovation a respecté le crédit d'ouvrage dans une marge de +6% si l'on ne prend pas en compte un crédit additionnel justifié (renforcement de la structure et désamiantage). Les coûts spécifiques du bâtiment CFC 2-3 ainsi que les frais d'exploitation et d'entretien sont même inférieurs aux valeurs projetées lors de l'EMPD.

Les mesures d'isolation ont été planifiées partout où cela était possible d'un point de vue technique et patrimonial : pignon sud sans modénatures, plancher des combles, plafond sous-sol et doublage des fenêtres historiques. Conservation de l'existant partout où c'est possible (cage d'escalier, encadrements de porte notamment).



### Points faibles

Les performances énergétiques mesurées à ce jour sont inférieures aux performances planifiées : +14% en chaleur et + 120% en électricité. Par ailleurs, selon les directives énergétiques en vigueur, le bâtiment aurait dû satisfaire aux exigences du label MINERGIE-ECO® à neuf. Toutefois étant donné les contraintes patrimoniales, le périmètre d'intervention sur les mesures énergétiques était déjà largement volontariste.

Le concept de mesure et de comptage n'est pas adapté car il ne permet pas d'analyser les origines de ces dérives énergétiques. Le manque de suivi ne permet pas d'expliquer les divergences importantes et les performances faibles, malgré l'installation d'un système de ventilation double flux et des panneaux solaires en toiture.



### Conclusion

Simplon 43 est un bon exemple d'opération foncière favorisant un Etat propriétaire et libérant des charges locatives. Le bâtiment offre un environnement idéal pour la réhabilitation de personnes en semi-détention en plein cœur de Lausanne. Les performances énergétiques sont en revanche sujettes à optimisation.



## 5. RÉPONSES AUX QUESTIONS D'AUDIT, CONSTATATIONS ET RECOMMANDATIONS

Les conclusions présentées ci-après reposent sur l'ensemble des travaux d'audit :

- analyse du système normatif vaudois à l'aune des recommandations fédérales (§ 3.1),
- analyse de la conformité des 10 bâtiments aux directives énergétiques (§ 3.2),
- analyse des 10 bâtiments selon les critères d'audit (Chap. 4).

### 5.1. LES DIRECTIVES, NORMES ET OUTILS PRENNENT-ILS SUFFISAMMENT EN COMPTE LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ?

**Le système normatif du canton de Vaud couvre de manière satisfaisante les critères de construction durable tels que définis au niveau fédéral** selon la recommandation 2013/1 de la KBOB (Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics).

La **loi sur l'énergie (article 10)** et son **règlement d'application (article 24)** mentionnent le devoir d'exemplarité des bâtiments de l'Etat. Ces bases légales prennent en compte la dimension sociale à travers les exigences de confort, la dimension environnementale à travers les exigences relatives au recours aux énergies renouvelables, et précisent des objectifs quant à la performance énergétique des bâtiments. Ces points sont repris dans les **directives énergétiques**.

Le **plan directeur cantonal** définit les règles d'aménagement du territoire à respecter pour tout nouveau projet de construction, notamment pour les zones d'affectation publique. Par ailleurs la mesure F53 rappelle également le devoir d'exemplarité de l'Etat de Vaud en termes de consommations d'énergies, de recours aux énergies renouvelables et d'usage de matériaux écologiques.

La **directive n°23 du SAGEFI** indique dans son annexe 1 que les exposés des motifs et projets de décrets (EMPD) d'investissement doivent indiquer les conséquences des projets d'ouvrage de l'Etat sur le développement durable.

La **directive relative aux conditions générales pour l'exécution de travaux** précise que les entreprises adjudicataires d'un marché public devront justifier les dispositions prises en matière de développement durable dans la conduite du chantier (protection de l'eau, l'air, le bruit et la gestion des déchets notamment).

Les **directives énergétiques 2007**, à elles seules, répondent à tous les critères à prendre en compte pour le développement durable, car elles imposent notamment l'utilisation de l'outil Sméo dans la planification des projets de construction et/ou rénovation de l'Etat. Or, cet outil

permet d'étudier de manière exhaustive les aspects du développement durable d'une construction sur tout son cycle de vie, de sa genèse à sa démolition.

## 5.2. L'EXAMEN D'UNE SÉLECTION DE DIX BÂTIMENTS EMBLÉMATIQUES MONTRE-T-IL QUE LE SYSTÈME NORMATIF EST BIEN APPLIQUÉ ?

**L'Etat de Vaud s'est montré pionnier dans la mise en œuvre du développement durable dans les bâtiments. Ses directives énergétiques, qui couvrent l'ensemble des critères du développement durable, sont appliquées avec pragmatisme et une certaine souplesse.**

Les services constructeurs du canton ont une longueur d'avance tant sur le secteur de l'immobilier romand que sur le cadre légal normatif. Bien que le CeRN de Bursins ait été réalisé en 2003 (cf. graphique au §3.2.1), il est conforme aux directives énergétiques actuelles qui tendent vers la société à 2'000W. Ceci démontre l'engagement de l'Etat à remplir son devoir d'exemplarité avant même qu'il soit stipulé dans les lois.

L'esprit d'innovation est présent dans plusieurs solutions constructives réalisées. On peut notamment relever :

- la récupération de l'essentiel de la substance des fenêtres du CEPV afin de limiter l'énergie grise et de préserver l'architecture du bâtiment et le savoir-faire local ;
- la récupération du béton de l'ancien bâtiment du CeRN sur place était un principe inédit dans le canton à l'époque ;
- les solutions techniques sobres au COFOP-CHARTEM se démarquent des solutions dites « standard » des différents labels.

<b>Constatation n°1</b>	Les services constructeurs de l'Etat se sont montrés pionniers en matière de développement durable. Les bâtiments audités, échelonnés sur la décennie écoulée, démontrent cet esprit d'innovation.
<b>Recommandation n°1</b>	Poursuivre avec la même ambition initiale l'engagement pour la recherche de solutions innovantes dans l'esprit du développement durable.

En 2003, lorsque le premier bâtiment audité a été réalisé, les premières **directives énergétiques** apparaissaient à peine et les services constructeurs du canton cherchaient encore comment appliquer le développement durable dans la construction. MINERGIE® faisait ses premiers pas, la société à 2'000W se limitait aux cercles de quelques intellectuels des écoles polytechniques. Il n'y avait pas de repères pour juger si l'énergie grise d'un bâtiment était faible ou élevée. Les chefs de projet n'étaient pas formés.

Dans la décennie qui est examinée dans le cadre de cet audit, les directives énergétiques ont évolué à deux reprises (2007 suite à l'adoption de la LVLene ; 2016 -publication à venir- suite à la révision de la LVLene). Ces directives sont devenues plus précises, plus ambitieuses, plus complètes et plus exigeantes, dans le but de faire tendre les performances des bâtiments vers celles des exigences de la société à 2'000W. Les services constructeurs du canton ont contribué à leur évolution et ont facilité leur application en développant les outils nécessaires (Sméo, TENER, participation à la définition du label MINERGIE-ECO®).

Néanmoins, un certain nombre d'articles des directives énergétiques ne sont pas suivis à la lettre, et les outils peinent à s'imposer (Sméo) ou à être utilisés de manière rigoureuse (suivi et optimisation des performances). De manière générale, l'application du cadre légal demeure avant tout pragmatique.

En règle générale, le premier acte de la transition énergétique a été réalisé dans l'esprit du développement durable. Les directives énergétiques ont été suivies de manière constructive, dans une logique économique cohérente, pour répondre avec succès aux besoins des utilisateurs, avec une architecture contemporaine de qualité.

Le deuxième acte de la transition énergétique, qui s'ouvre avec les nouvelles exigences en vigueur et qui se complétera avec le règlement d'application du nouveau MOPEC (en 2017) et la généralisation des exigences MINERGIE-P-ECO® et de la société à 2'000W, demandera plus d'efforts et plus de rigueur pour répondre aux objectifs. Ceci peut être un risque pouvant peser sur les autres dimensions du développement durable, ou un défi pour trouver des compromis cohérents.

<b>Constatation n°2</b>	Le cadre normatif est en mouvement et le canton de Vaud l'applique de manière pragmatique, en gardant une certaine liberté d'interprétation (MINERGIE-ECO® ou équivalent par exemple) afin de respecter à la fois les budgets, les délais d'exécution, de répondre aux exigences des utilisateurs et aux objectifs énergétiques exemplaires.
<b>Recommandation n°2</b>	Intégrer les exigences très ambitieuses de la société à 2'000W avec le même esprit de pragmatisme que les premières exigences MINERGIE®, tout en restant vigilant sur les dimensions économique et sociale. Faire évoluer les outils Sméo (ou autres outils de la construction durable), TENER (ou autres instruments de suivi) pour mieux répondre au nouveau cadre. Veiller à leur application systématique pour maîtriser et vérifier la réalisation des objectifs dans toutes les phases du cycle de vie du bâtiment.

Depuis 2003, les directives énergétiques comportent des **lignes directrices de conception et d'exploitation** ; à partir de 2007, elles renforcent les exigences concernant l'enveloppe et préconisent l'application de Sméo, qui comprend les trois dimensions du développement durable. Les 4 bâtiments de l'audit soumis aux directives 2003 respectent la majorité de ces lignes directrices, le CeRN étant le plus exemplaire (4/4 critères respectés) ; les dérogations observées dans les trois autres bâtiments sont justifiées, sauf pour le bâtiment Hêtre qui est le moins conforme. Dans le cadre des 6 bâtiments concernés par les directives 2007, ces lignes

directrices renforcées sont partiellement respectées : si le choix des agents énergétiques est en général pertinent, en revanche l'outil Sméo n'a été utilisé que pour 2 projets et de manière partielle, les objectifs relatifs à la qualité de l'enveloppe thermique sont souvent mal définis, les exigences MINERGIE-ECO® à neuf n'ont été respectées que dans l'une des 4 rénovations (la seule où elle n'était pas exigée).

Depuis 2003, les directives énergétiques comportent des **lignes directrices de processus** ; à partir de 2007, celles-ci préconisent l'utilisation de l'outil TENER pour assurer le suivi des consommations énergétiques des bâtiments. Les 10 bâtiments de l'audit respectent partiellement ces lignes directrices : si la réception des ouvrages et le suivi des consommations sont bien assurés, en revanche il n'y a pas de rapport d'optimisation au terme d'un suivi de 2 ans en début de phase d'exploitation, sauf pour l'EPCL-VJ où ce rapport est en cours de production ; par ailleurs, le critère de la consultation du Groupe Energie ne semble raisonnablement pas applicable.

Les directives 2007 introduisent des **objectifs qualitatifs** et **financiers** spécifiques aux projets de construction. Dans le cadre des 6 bâtiments concernés, les **objectifs qualitatifs** sont majoritairement atteints (p.ex. le respect des exigences MINERGIE-ECO® par les 2 bâtiments neufs COFOP-CHARTEM et Géopolis, la sobriété technique des 6 bâtiments, l'étiquette énergétique selon SIA D2013 sauf pour Géopolis), et les **objectifs financiers** également.

La vérification de l'application du cadre normatif montre ainsi que les directives énergétiques ne sont que partiellement respectées. L'outil Sméo n'est que peu, voire pas du tout utilisé pour les bâtiments soumis aux directives énergétiques 2007 alors que cet outil permet de mener un contrôle exhaustif des critères de développement durable applicables à un bâtiment et de vérifier en continu la conformité du projet aux objectifs définis à toutes les phases du cycle de vie du bâtiment, de sa genèse à sa déconstruction.

L'exigence portant sur les rénovations lourdes (coûts CFC 1-3 > 40% de la valeur ECA) leur imposant de viser le label MINERGIE-ECO® pour une construction neuve n'est pas pris en compte dans le cahier des charges du projet. Il faut néanmoins relever que cet objectif très ambitieux n'est pas toujours compatible avec des contraintes patrimoniales (Simplon 43 et César-Roux 37 notamment). A titre indicatif, le graphique suivant positionne les bâtiments audités par rapport au standard MINERGIE® (indice limite à neuf pour les constructions neuves et les rénovations lourdes pour lesquelles il s'applique, indice limite pour une transformation pour les autres rénovations ; selon indices en vigueur lors de la mise à l'enquête des projets). On constate que pour la moitié des bâtiments audités, la performance mesurée ne respecte pas l'indice limite MINERGIE®.

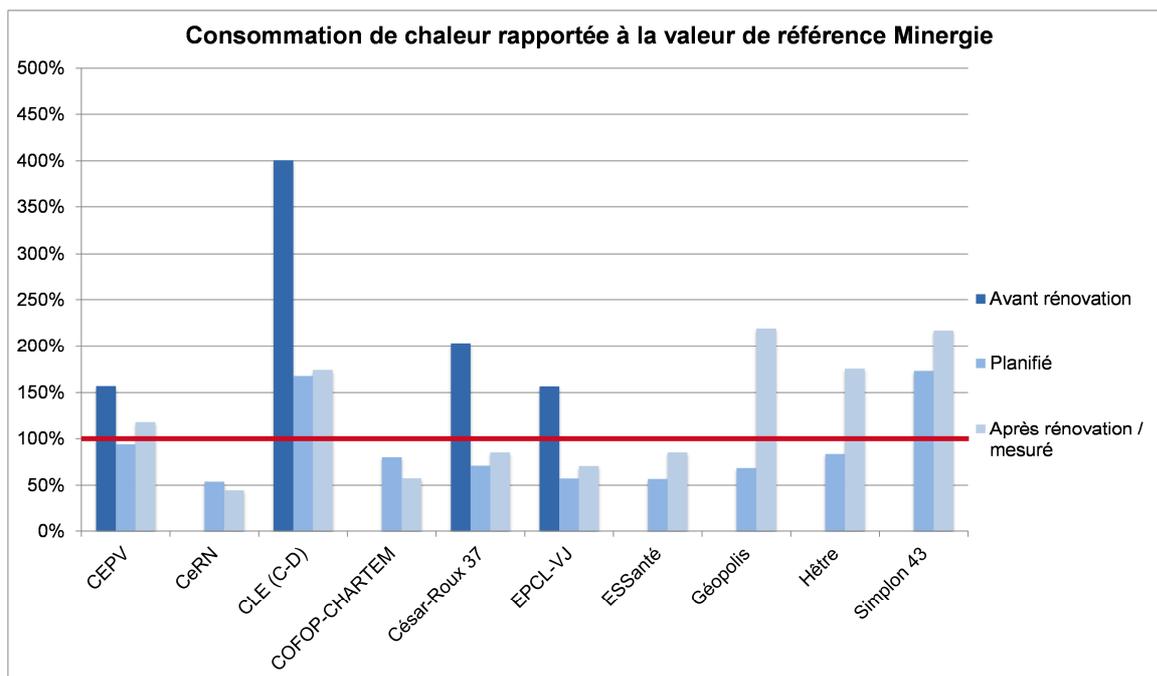


Figure 9 (source : Cour des comptes à partir des données récoltées au SIPaL, CHUV, UNIL)

Il faut par ailleurs relever que la forme et le contenu des directives sont relativement lourds et que certains objectifs ne sont pas toujours pertinents (objectifs financiers), redondants (étiquette énergétique et calcul de l'énergie primaire), voire difficilement réalisables en pratique (consultation du Groupe Energie). Or ces directives sont en révision actuellement.

<b>Constatation n°3</b>	Les directives énergétiques, qui découlent de la loi et du règlement sur l'énergie et visent à appliquer les critères du développement durable, sont partiellement respectées. Par exemple, les critères relatifs au choix des agents énergétiques, à la sobriété technique, à l'étiquette énergétique et au suivi des installations sont bien appliqués. En revanche, on peut regretter l'application peu systématique de l'outil Sméo, des objectifs relatifs à la qualité de l'enveloppe thermique mal définis, et l'absence de rapport d'optimisation deux ans après le début de la phase d'exploitation.
<b>Recommandation n°3</b>	Simplifier le contenu des directives énergétiques pour ne retenir que l'essentiel. Prévoir l'utilisation de l'outil Sméo dès la phase de concours jusqu'à la phase d'exploitation, et un contrôle continu de la conformité du projet aux phases clés de planification (mise à l'enquête, soumissions, réalisation et exploitation) par une section interne au service constructeur responsable.

### 5.3. L'EXAMEN D'UNE SÉLECTION DE DIX BÂTIMENTS EMBLÉMATIQUES MONTRE-T-IL QU'ILS SATISFONT AUX TROIS DIMENSIONS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ?

**La Cour a constaté un bon équilibre dans la prise en compte des trois dimensions du développement durable.**

Il y a une certaine harmonie et une cohérence globale entre la responsabilité environnementale, la sobriété économique et la vitalité sociale dans presque tous les bâtiments audités.

La qualité de vie des patients et l'esthétique du bâtiment Hêtre, par exemple, sont en cohérence avec l'efficacité de l'outil de travail du personnel soignant dans un bâtiment. L'esprit d'économie au COFOP-CHARTEM ou à César-Roux 37 démontre que la haute performance énergétique n'implique pas forcément un surcoût de la construction. La qualité architecturale du CeRN et sa qualité d'intégration sont en cohérence avec les autres dimensions du développement durable : l'efficacité de l'outil de travail, la très haute performance énergétique, et la qualité environnementale du projet. La poésie de la façade de l'EPCL-VJ n'est pas en contradiction avec les coûts compétitifs de l'opération et le haut standard énergétique atteint après rénovation.

L'architecture peut être un vecteur d'insertion sociale dans un établissement pénitentiaire situé en plein centre-ville à côté de la gare, rénové dans une gamme de coûts standards, tout en garantissant des besoins énergétiques relativement faibles et le respect du patrimoine bâti.

Même lorsqu'il y a des compromis difficiles à arbitrer entre un budget limité et des exigences de protection du patrimoine, comme dans les cas du CEPV ou de l'ESSanté, il a été possible de trancher tout en gardant en bon équilibre entre économie, social et environnement.

Cet équilibre trouvé pour la première phase de la transition énergétique repose sur une approche pragmatique et économique, sur la recherche de compromis, sur la recherche d'une sobriété technique, quitte à renoncer à certains objectifs énergétiques.

Les nouvelles directives énergétiques à paraître, découlant de la révision 2014 de la LVLEne et du RLVEne, imposeront notamment le standard MINERGIE-P-ECO® ou performance équivalente pour toutes les constructions neuves. Les conséquences techniques et économiques de ce nouvel objectif pourraient exclure la majorité des compromis trouvés dans les projets examinés sur les aspects économiques et sociaux. Nous observons dans certains projets (Géopolis et CLE notamment) un niveau de technicité très élevé. Les nouvelles normes MINERGIE-P®, mais aussi les exigences de sécurité, imposent des solutions techniques excluant la ventilation naturelle et généralisant la dépendance du bâtiment aux installations techniques. Comme il apparaît dans le constat n°13, il y a un risque avéré que l'augmentation de la consommation électrique des bâtiments excède alors la réduction de leur consommation en chaleur.

**Constatation  
n°4**

Les trois dimensions du développement durable ont été prises en compte de manière équilibrée par l'Etat de Vaud. Il n'est pas certain que ce sera le cas avec les nouvelles exigences énergétiques découlant de la dernière

	révision du RLVLene, et des nouvelles directives en cours de révision.
<b>Recommandation n°4</b>	<p>Rester vigilant aux objectifs des trois piliers du développement durable dans l'application des nouvelles exigences réglementaires, et garder la possibilité de compromis et de flexibilité pour préserver cet équilibre jusqu'à ce qu'un nombre significatif de bâtiments soumis à ces nouvelles directives soient réalisés. Ne pas exclure les solutions passives et techniquement sobres avant d'avoir le recul suffisant par rapport aux performances et aux coûts réels, y compris la maintenance et la rénovation de bâtiments dont le programme nécessite un équipement technique important (laboratoires par exemple). Assumer le surcoût potentiel de 10-15% du label MINERGIE-P-ECO® ou équivalent imposé dans les nouvelles directives. Sans cela, la qualité de la construction et les autres aspects du développement durable pourraient en souffrir.</p>

## 5.4. DIX BÂTIMENTS : DIMENSION SOCIALE

**Globalement, dans le cadre d'un référentiel qui est encore informel, les bâtiments sélectionnés répondent pleinement à plus de 70% des critères sociaux, et présentent des points faibles pour seulement 10% environ des critères sociaux.**

Bien que certains aspects de la dimension sociale, comme le confort, soient formulés de manière rigoureuse avec des objectifs prédéfinis clairs (label ECO et planification Sméo), l'essentiel dépend de la nature du projet, de son environnement et des besoins des utilisateurs auxquels le projet doit répondre. La nature qualitative et l'unicité des situations rendent la modélisation des aspects sociaux difficile, voire impossible.

Les indicateurs de réussite des projets sur le plan social sont la satisfaction des utilisateurs, la place que le service ou l'activité dans le bâtiment prend dans la collectivité, le regard de la population sur le bâtiment. Il est donc plus difficile d'évaluer si les objectifs sociaux ont été atteints. Pour ce faire, il est indispensable d'interroger les utilisateurs.

Les réponses des utilisateurs aux sondages ont montré globalement un haut degré de satisfaction, mais ils ont aussi pointé certains problèmes non identifiés.

En absence d'un référentiel explicite et formel, la commission de projet est l'entité qui permet de formuler les objectifs et suivre leur réalisation. C'est un outil efficace qui a fonctionné dans la majorité des cas.

Le concours d'architecture est un autre instrument à travers lequel les objectifs sociaux ont été formulés, dans son cahier de charges ; les jurys évaluent ainsi le potentiel des projets en amont. Dans les grands projets, d'autres acteurs que les architectes, les utilisateurs ou la commune sont intégrés (sociologues, anthropologues, urbanistes). Pour les petits projets, comme ces aspects sont plus flous, leur prise en compte dépend de la sensibilité et des compétences des architectes qui développent le projet.

Malgré la difficulté à expliciter les avantages sociaux des projets, le rôle de l'architecture et l'apport de la commission de projet sont indéniables dans la réussite de trois projets à très fort caractère social. Le bâtiment Hêtre de l'hôpital de Prangins, les halles du COFOP-CHARTEM et l'établissement pénitencier de la rue du Simplon sont des exemples remarquables où l'architecture constitue un facteur de développement durable dans la maîtrise d'un problème social.

<b>Constatation n°5</b>	Le référentiel pour les aspects sociaux est informel.
<b>Recommandation n°5</b>	Développer des instruments de gestion et de suivi des projets ou enrichir et faire évoluer ceux qui existent (concours, Sméo, labels de construction durable), pour mieux expliciter et objectiver les aspects sociaux en amont et en phase de développement du projet. Décrire ces enjeux de manière explicite dans les cahiers de charges, pas seulement des concours mais aussi dans les EMPD de plus petits projets. Veiller à ne pas se limiter qu'aux enjeux sociaux qui concernent les acteurs présents dans la commission de projet.

La planification des projets prévoit presque systématiquement une commission de projet comptant parmi ses membres des représentants des futurs utilisateurs. Le programme et l'orientation du projet sont donc toujours définis au plus près de leurs besoins.

Il faut relever le cas particulier de César-Roux 37 pour lequel le principe de participation du CCF dans le processus de conception n'a pas été appliqué en raison d'une obligation d'indépendance. Géopolis fait également exception à la règle car à l'époque de la planification du projet, c'est le comité directeur du BUD qui était en charge de la conduite de projet en qualité de représentant du maître de l'ouvrage. Or, ce comité ne comptait aucun représentant des deux facultés destinées à être regroupées au sein de Géopolis. La suppression du BUD et la mise en place du COPIL des constructions universitaires dès 2014 ont permis de régler ce problème.

<b>Constatation n°6</b>	Les besoins des futurs utilisateurs sont bien pris en compte en amont.
<b>Recommandation n°6</b>	Définir systématiquement une commission de projet intégrant tous les groupes-cibles des futurs utilisateurs.

Si les besoins des futurs utilisateurs sont bien pris en compte en amont, la satisfaction de ces besoins n'est pas vérifiée en aval, c'est-à-dire en phase d'exploitation des bâtiments. Tout comme il paraît essentiel de confronter la performance énergétique planifiée avec la performance énergétique mesurée des bâtiments, l'appréciation du confort des utilisateurs et l'adéquation des locaux à leurs besoins devrait être aussi vérifiée afin de procéder, le cas échéant, à des mesures correctives.

Les résultats du sondage auprès des utilisateurs des bâtiments présentent certains retours qui justifieraient des mesures d'amélioration (confort estival pour le CeRN, confort aéraulique pour César-Roux 37 et Géopolis notamment). De plus, les besoins des utilisateurs ou les utilisateurs eux-mêmes étant susceptibles de changer au cours du temps, il est nécessaire de procéder à cette vérification régulièrement.

<b>Constatation n°7</b>	Les besoins des utilisateurs ne sont pas pris en compte en aval.
<b>Recommandation n°7</b>	Vérifier la satisfaction des utilisateurs au moyen d'un sondage à une fréquence à convenir. Prévoir par défaut un aménagement intérieur assurant une flexibilité pour répondre éventuellement à de nouveaux besoins.

La plupart des dix bâtiments audités, qu'ils soient climatisés ou pas, présentent des problèmes de surchauffe estivale, à l'exception notable des halles du COFOP-CHARTEM qui ne sont ni climatisées ni ventilées avec système de ventilation double-flux avec récupération de chaleur.

Selon les normes en vigueur, et a fortiori selon le label ECO lorsqu'il était applicable, les bâtiments auraient dû garantir le confort thermique des utilisateurs été comme hiver. Le haut niveau d'isolation, l'étanchéité à l'air élevée, les faibles débits de ventilation, et les gains solaires importants dus à une forte fraction vitrée, ne garantissent pas assez d'éléments dissipatifs pour refroidir les bâtiments en été autrement que par l'ouverture des fenêtres jour et nuit. Ceci est une nouvelle problématique qui apparaît avec les bâtiments de haut standard énergétique.

La réussite du COFOP-CHARTEM sans climatisation montre qu'une application stricte des principes de la physique du bâtiment peut garantir un bon confort estival sans utiliser d'énergie supplémentaire.

Dans les autres bâtiments, le fort à très fort taux d'insatisfaction, concernant la température intérieure et les possibilités de réglages perçues par les usagers, montre que le confort estival n'est pas suffisamment pris en compte par les planificateurs. Il y a aussi un manque de recul sur les bâtiments très isolés, et les constats du questionnaire peuvent contribuer à ajuster l'approche et le contrôle de cet aspect en phase de projet.

<b>Constatation n°8</b>	Le confort réel n'est pas toujours conforme aux objectifs.
-----------------------------	--

<b>Recommandation n°8</b>	Eviter les bâtiments fermés et être strict sur les conditions de protection estivale : exiger notamment une stratégie de ventilation nocturne lorsqu'elle est possible. Eviter les bâtiments trop vitrés (plus de 50%) et s'ils sont choisis, exiger des mesures de protection estivale renforcées (masse thermique, ventilation naturelle traversante généreuse). Être plus vigilant en rénovation, car la marge de solutions est plus restreinte. Intégrer dans les outils de suivi (gestion technique du bâtiment à distance, TENER) non seulement des compteurs d'énergie mais aussi quelques sondes mesurant la température et la qualité de l'air (sondes CO <sub>2</sub> , CO, COV, radon ou humidité selon la pertinence par rapport à la situation).
-------------------------------	---

L'article 36 de la loi sur les activités culturelles de 1978 précise qu'un montant proportionnel au coût des travaux de construction ou de rénovation est dévolu à l'animation artistique de l'édifice. Or deux bâtiments audités ne comportent pas d'animation artistique : Géopolis et Simplon 43.

Lorsque l'animation artistique est bien intégrée à l'architecture, elle peut renforcer l'identité du bâtiment, et parfois même lui donner une résonance poétique (haut-parleurs de l'EPCL-VJ évoquant l'écoulement du Flon). Elle peut aussi prendre la forme d'un aménagement extérieur comme le jardin chromatique du COFOP-CHARTEM<sup>19</sup> qui est également un bel exemple d'animation artistique intégrant les étudiants dans le processus de sa création et de son entretien.

<b>Constatation n°9</b>	L'animation artistique est une réelle opportunité de valoriser le bâtiment.
<b>Recommandation n°9</b>	Prévoir une animation artistique conformément aux bases légales s'y rapportant.

## 5.5. DIX BÂTIMENTS : DIMENSION ÉCONOMIQUE

**Globalement, les bâtiments sélectionnés répondent pleinement à 75% des critères économiques, et présentent des points faibles pour seulement 3% des critères économiques.**

Tous les bâtiments audités présentent des coûts additionnels par rapport aux crédits d'ouvrage initiaux (cf. graphique ci-après). Ces coûts additionnels sont toujours justifiés : hausses légales<sup>20</sup>, circonstances extraordinaires (faillite de l'entreprise totale pour Géopolis), coûts

<sup>19</sup> Le jardin chromatique a été réalisé grâce au pour-cent culturel du crédit COFOP, alors que le pour-cent culturel du crédit CHARTEM a permis la réalisation d'une signalétique extérieure originale.

<sup>20</sup> Hausses dues au renchérissement des coûts de construction entre le devis de référence et l'accomplissement des travaux.

supplémentaires pour l'équipement de laboratoires à César-Roux 37, inclusion de l'institut Ludwig dans les travaux du CLE, imprévus en cours de chantier (renforcement structurel pour l'EPCL-VJ et le CEPV, renforcement structurel et désamiantage au Simplon 43).

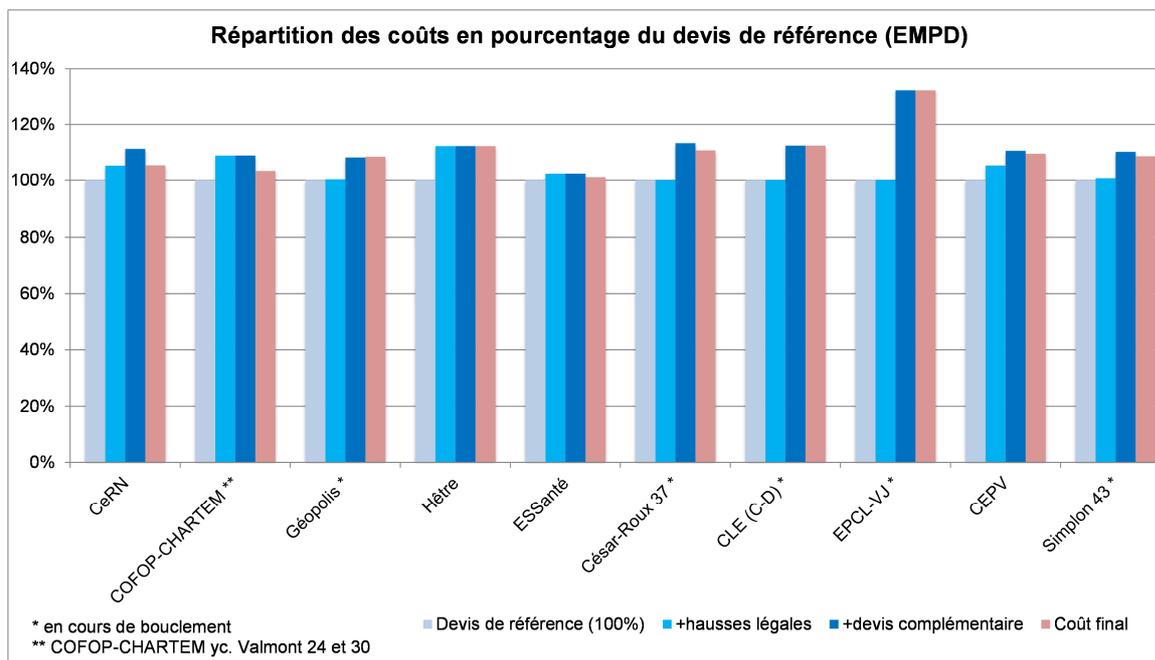


Figure 10 (source : Cour des comptes à partir des données récoltées au SIPaL, CHUV, UNIL)

<b>Constatation n°10</b>	Par rapport aux crédits d'ouvrage, des coûts additionnels justifiés ont été encourus.
<b>Recommandation n°10</b>	Consolider le montant du crédit d'ouvrage demandé sur la base d'études préalables comprenant l'étude de la structure existante, et d'un devis de référence établi avec précision.

Les coûts de construction des bâtiments neufs ont été comparés avec des bâtiments similaires récents, ou sur la base de ratios. Ils se trouvent tous dans une fourchette de  $\pm 10\%$ . Même dans les cas où les coûts se trouvent au-dessus des standards, ces faibles écarts sont liés à des choix particuliers architecturaux esthétiques et non environnementaux, énergétiques ou techniques.

En rénovation, le coût des travaux réalisés (CFC 2 uniquement) a été comparé avec les coûts standards de la méthode EPIQR+ qui représentent des coûts de référence moyens. Dans tous les cas, les coûts réalisés sont aussi dans une fourchette de  $\pm 15\%$ , soit dans la marge de la précision des coûts de référence.

Nous pouvons donc déduire que l'exemplarité de l'Etat en matière énergétique n'a pas coûté plus cher que les coûts usuels.

Les coûts de transformation sont plus difficiles à évaluer pour les travaux spéciaux (par exemple la transformation profonde intérieure du bâtiment pénitencier à la rue du Simplon, ou la remise

en état des laboratoires du CLE, très fortement liées à l'utilisation). Dans les deux cas, ces transformations sont justifiées pour répondre aux besoins de l'usage.

Pour les bâtiments rénovés, l'ampleur de la rénovation est un facteur déterminant pour l'économie du projet. La réalisation de rénovations économiques repose en partie sur la liberté d'interprétation et/ou d'application des directives énergétiques en vigueur. Le cas des rénovations lourdes pose particulièrement problème : dès lors que le coût du projet CFC 1-3 dépasse 40% de la valeur ECA du bâtiment, le standard MINERGIE-ECO® pour une construction neuve doit être respecté (directives énergétiques 2007). Cette exigence implique le plus souvent une rénovation globale, et pousse de facto à élargir le périmètre d'intervention prévu à la base.

En appliquant strictement les exigences 2007 relatives aux rénovations lourdes, des projets économiques comme CEPV et ESSanté n'auraient pas été possibles. Lorsque les budgets sont limités, il y a un risque de pousser vers des compromis difficiles afin de satisfaire ces exigences, comme pour César-Roux 37 où certains aménagements intérieurs nécessaires et le rafraîchissement des façades n'ont pas été réalisés, ou pour l'EPCL-VJ avec la réalisation d'une enveloppe de très haut standard énergétique mais sans aucune intervention sur les aménagements intérieurs.

Les nouvelles dispositions réglementaires imposent le label MINERGIE-P-ECO® pour les constructions neuves et le respect des valeurs cibles en rénovation : c'est un facteur indéniable de renchérissement de la construction, surtout en rénovation. Exiger ce très haut standard énergétique, sans offrir les moyens financiers ad hoc, représente un risque important.

<b>Constatation n°11</b>	Les exigences des directives énergétiques 2007 n'ont pas été un facteur déterminant de renchérissement de la construction. Toutefois, les nouvelles exigences MINERGIE-P-ECO® ou performance équivalente pour les nouvelles constructions et le respect des valeurs cibles en rénovation impliquent un risque de renchérissement.
<b>Recommandation n°11</b>	Evaluer le coût des travaux de manière précise et tenir compte des éventuels surcoûts liés aux standards énergétiques exemplaires visés. Poursuivre l'effort permettant d'absorber ces surcoûts par des compromis intelligents dans le cadre de budgets raisonnables.

Tous les EMPD prévoient une section indiquant les conséquences sur le budget de fonctionnement de l'Etat, parfois y compris sur les charges d'exploitation du bâtiment concerné. Les données, lorsqu'elles sont disponibles et comparables, ont permis de confronter les charges annuelles planifiées dans l'EMPD (y compris entretien et maintenance), avec les charges enregistrées depuis la mise en service du bâtiment suite à sa construction ou sa rénovation. Le graphique ci-dessous montre que les charges réelles sont plus faibles que les charges prévisionnelles (pour les bâtiments où les données sont disponibles).

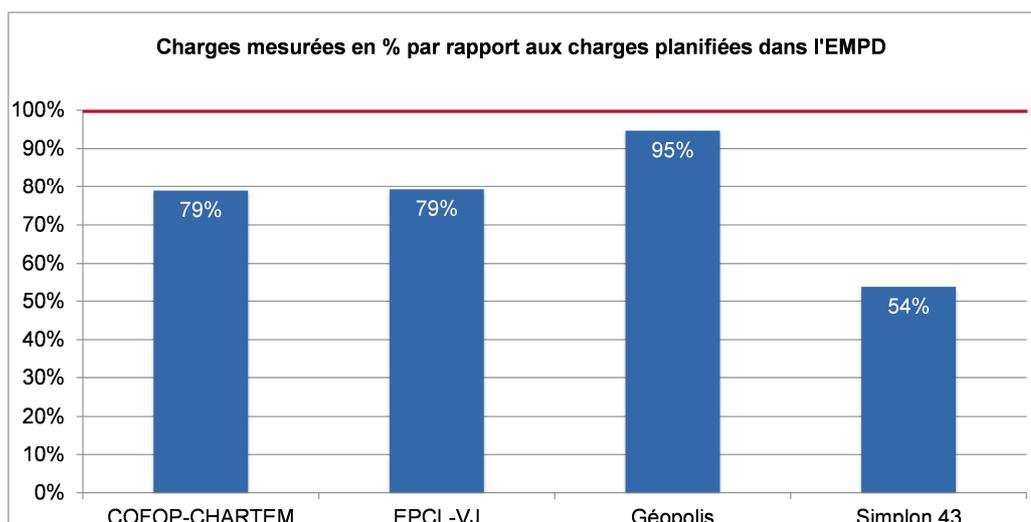


Figure 11 (source : Cour des comptes à partir des données récoltées au SIPaL, CHUV, UNIL)

Ce résultat général est cohérent avec un suivi des charges sur les premières années d'exploitation d'un bâtiment neuf, ou sur les premières années qui suivent une rénovation globale : les besoins de maintenance sont logiquement plus faibles. Cela démontre néanmoins une certaine maîtrise dans l'évaluation des charges prévisionnelles de ces bâtiments.

En ce qui concerne spécifiquement les charges énergétiques, leur évolution dépend de la conformité du projet réalisé aux objectifs énergétiques planifiés ; ce point est abordé dans le constat n°13.

<b>Constatation</b>	Les charges d'entretien et de maintenance sont maîtrisées.
<b>Recommandation</b>	Pas de recommandation.

## 5.6. DIX BÂTIMENTS : DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

**Globalement, les bâtiments sélectionnés répondent pleinement à 70% des critères environnementaux, et présentent des points faibles pour seulement 9% des critères environnementaux.**

De manière générale, des objectifs de performance énergétique sont formulés pour minimiser les besoins de chaleur pour le chauffage, mais peu voire pas du tout pour les autres postes de consommation : eau froide, énergie pour l'eau chaude sanitaire, et électricité (éclairage, installations techniques, équipements).

Par ailleurs, dans la plupart des bâtiments, le concept de comptage est insuffisant : pas de décompte séparé par bâtiments, pas de décompte différencié par poste pour l'électricité, pas de comptage de l'eau chaude sanitaire. Or dans l'absolu, le concept de comptage devrait permettre de contrôler et suivre tous les postes de consommation d'eau, de chaleur et d'électricité de sorte à identifier d'éventuelles dérives et les corriger.

Aucun bâtiment n'a fait l'objet d'un rapport d'optimisation (hormis l'EPCL-VJ qui est en cours de rédaction) permettant de vérifier le bon fonctionnement des installations d'une part, et surtout de confronter la performance énergétique planifiée avec la performance mesurée. Or comme le montrent les graphiques ci-après, si certains bâtiments ont des performances conformes à celles planifiées, voire meilleures, la plupart des bâtiments nécessiteraient des mesures d'optimisation.

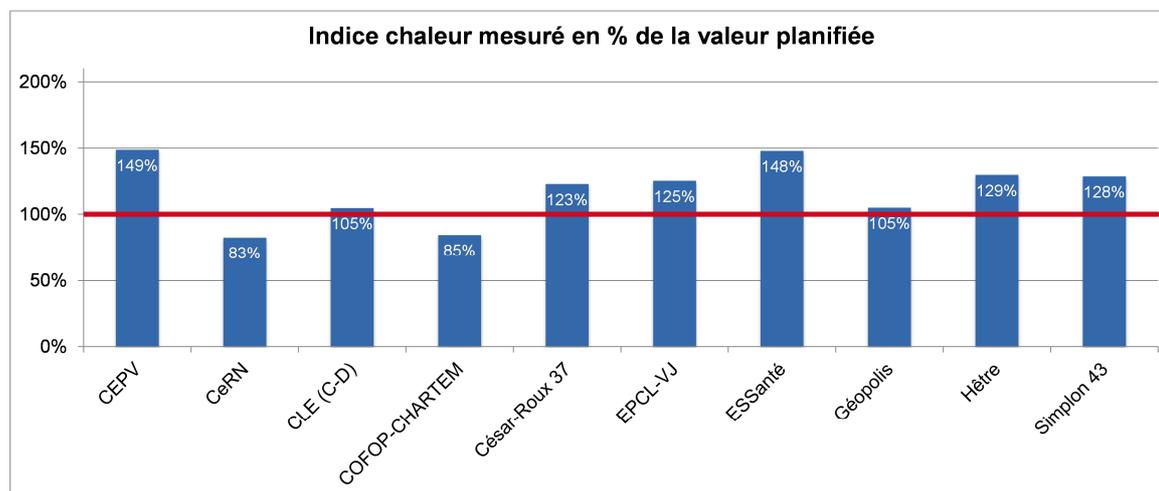


Figure 12 (source : Cour des comptes à partir des données récoltées au SIPaL, CHUV, UNIL)

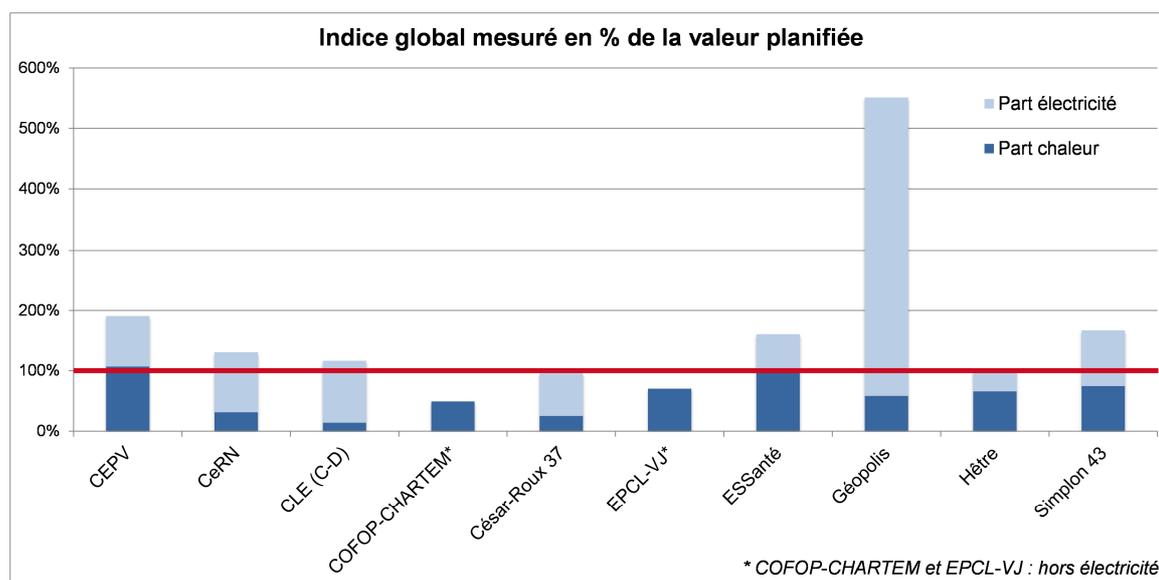


Figure 13 (source : Cour des comptes à partir des données récoltées au SIPaL, CHUV, UNIL)

**Constatation n°12**

Dans la plupart des bâtiments, le concept de comptage est insuffisant, notamment dans le cas des rénovations partielles. La performance énergétique planifiée est exemplaire, mais limitée à la consommation d'énergie pour la chaleur, et non vérifiée en phase d'exploitation.

<b>Recommandation n°12</b>	Formuler des objectifs énergétiques pour tous les postes de consommations et prévoir un concept de comptage cohérent pour confronter performances planifiée et réelle.
----------------------------	--

L'objectif global des directives énergétiques est de tendre vers la société à 2'000W d'ici à 2050. Les graphiques ci-dessous positionnent la performance des bâtiments audités pour l'énergie d'exploitation selon deux indicateurs environnementaux (énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre), par rapport aux valeurs cibles. On constate que les performances mesurées sont encore très éloignées des objectifs de la société à 2'000W. Dans les bâtiments ayant un haut niveau de technicité (CLE bât. C-D, César-Roux 37, Géopolis, Simplon 43) nous pouvons observer une consommation électrique bien plus importante que celle pour la chaleur. Avec les informations disponibles, il est difficile d'identifier si elle est liée au bâtiment ou à l'utilisation. Nous avons aussi observé une augmentation de la consommation électrique après travaux malgré les efforts sur l'éclairage.

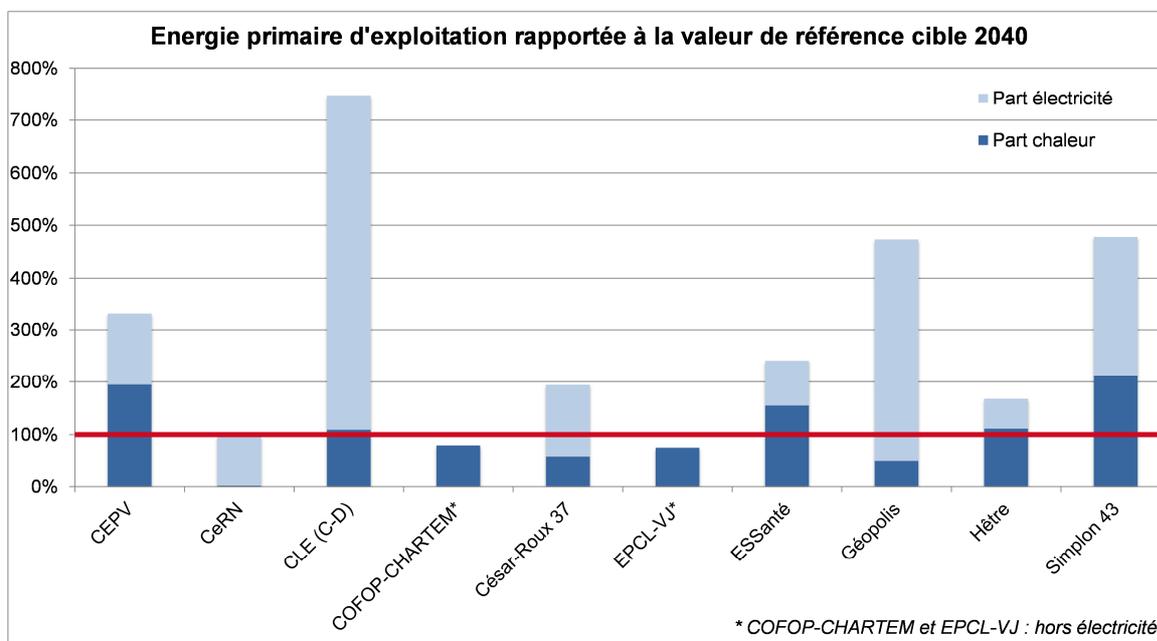


Figure 14 (source : Cour des comptes à partir des données récoltées au SIPaL, CHUV, UNIL)

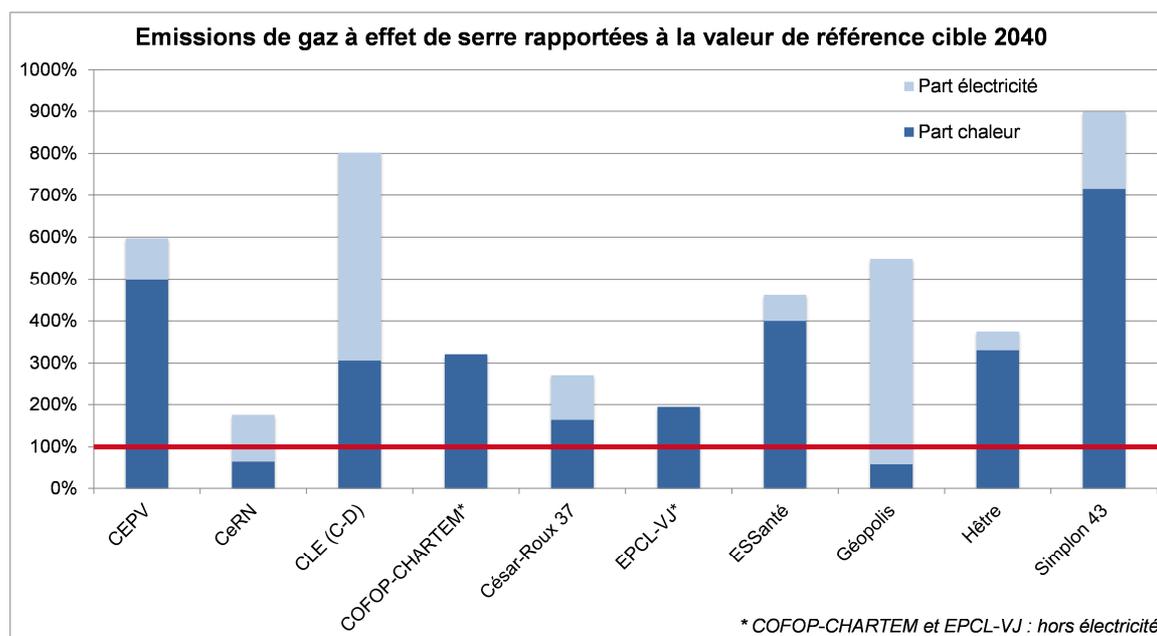


Figure 15 (source : Cour des comptes à partir des données récoltées au SIPaL, CHUV, UNIL)

Par ailleurs, le périmètre d'étude de la société à 2'000W comprend l'évaluation de l'énergie grise et de l'impact de la mobilité induite. Or, ces thèmes d'étude ne sont que peu (calcul de l'énergie grise pour les deux seuls projets suivis par Sméo : César-Roux 37 et EPCL-VJ), voire pas du tout abordés.

<b>Constatation n°13</b>	Le chemin vers la société à 2'000W est encore long. L'augmentation de la consommation électrique risque de compromettre cet objectif.
<b>Recommandation n°13</b>	Projeter un scénario compatible avec la société à 2'000W en phase d'avant-projet et chiffrer la plus-value à réaliser un tel scénario par rapport à un scénario respectant « uniquement » les directives énergétiques, pour motiver la demande de crédit d'investissement. Formuler des objectifs concrets et chiffrés pour la consommation électrique, tant pour le bâtiment que pour le fonctionnement, et mesurer la performance réelle.

## 6. OBSERVATIONS DES ENTITÉS AUDITÉES



Service Immeubles,  
Patrimoine et  
Logistique

Direction

Place de la Riponne 10  
1014 Lausanne

Cour des comptes  
Madame Eliane Rey, présidente  
Monsieur Frédéric Grognuz, vice-président  
Rue de Langallerie 11  
1014 Lausanne

Lausanne, le 10 mai 2016

### Développement durable dans les bâtiments de l'Etat de Vaud - Projet de rapport d'audit - Remarques du SIPaL

Madame la Présidente,  
Monsieur le Vice-Président,

Nous avons bien reçu votre projet de rapport d'audit sur le Développement durable du 13 avril dernier et vous en remercions.

Nous relevons avec satisfaction que vous mettez en exergue la démarche pionnière entreprise par notre service dès le début des années 2000, bien avant que la première Loi sur l'Energie n'existe dans le Canton. Nous identifions par vos constatations et recommandations que vous proposez que cette démarche se poursuive et prenne racine dans l'ensemble des projets publics.

Votre analyse révèle néanmoins trois faiblesses sur les projets audités, faiblesses dont nous sommes conscients.

La première concerne la certification Minergie-Eco de nos projets (rénovation des bâtiments de Lausanne Simplon 43, Lausanne César-Roux 37 et Epalinges CLE), que nous aurions dû réaliser selon les Directives Energétiques de 2007. Cela n'a pas été le cas, pour le motif suivant.

Les expériences tirées des projets Arsenal de Morges et BAC à Moudon, pour lesquels la certification Minergie-Eco n'a pas pu être obtenue en raison de futilités, nous ont incités à nous démarquer de la certification « à tout prix ». Etant donné que l'article 24 du Règlement d'application de la Loi vaudoise sur l'Energie, qui prône l'exemplarité des constructions de l'Etat, n'exigeait pas formellement cette certification, le SIPaL a pris le chemin de la recherche de performances équivalentes au standard Minergie-Eco, par anticipation du nouvel article 24 adopté par le Conseil d'Etat en 2014. Ainsi, de manière consciente, nous étions en marge des Directives énergétiques 2007, pour éviter du formalisme excessif, mais en phase avec la vision future.



La deuxième faiblesse concerne l'optimisation de nos réalisations. Cette dernière n'a pas été effectuée, faute de ressources. Cette prestation étant importante, nous mettrons tout en œuvre pour l'accomplir.

La troisième faiblesse concerne les coûts externes (impact environnemental de la consommation d'énergie), qui auraient dû être pris en compte selon la norme SIA 480. Tel n'a pas été le cas parce que ces coûts sont implicitement pris en compte par l'outil Sméo. Dès lors, comme vous le relevez à juste titre, la pertinence de cet objectif financier est discutable.

En vous remerciant de l'attention que vous porterez à la présente nous vous prions d'agréer, Madame la Présidente, Monsieur le Vice-Président, nos salutations les meilleures.

Service Immeubles, Patrimoine et Logistique

Philippe Pont  
Chef de service

Yves Golay  
Chef Ingénierie &  
Développement durable

**Copie**

- M. Michel Staffoni, Secrétaire général du DFIRE.



Cour des comptes  
Madame Eliane Rey  
Présidente  
Monsieur Frédéric Grognuz  
Vice-président  
Rue de Langallerie 11  
1014 Lausanne

Lausanne, le 9 mai 2016

### **Développement durable dans les bâtiments de l'Etat de Vaud : remarques au projet de rapport d'audit**

Madame la Présidente, Monsieur le Vice-président

Nous vous remercions d'avoir transmis à notre service Unibat le projet de rapport de la Cour des comptes concernant le développement durable dans les bâtiments de l'Etat de Vaud.

Comme indiqué dans votre courrier du 13 avril 2016, nous vous faisons part de nos remarques dans le document ci-joint. Nous vous serions reconnaissants de bien vouloir intégrer celles-ci dans le document final.

Un point nous paraît devoir être mis en exergue : le Bureau de construction de l'Université à Dorigny (BUD) n'était pas un organe de l'UNIL, mais une entité instituée par décret par le Conseil d'Etat et rattachée directement à celui-ci. Le BUD était constitué de personnes externes à l'organisation de l'Université de Lausanne, mandatées par l'Etat de Vaud. Cette précision nous paraît indispensable à la bonne compréhension de votre rapport et nous aimerions que votre rapport soit plus explicite sur ce fait.

Il est également à noter que cette situation a désormais radicalement changé, puisque la maîtrise d'ouvrage est maintenant placée, en vertu du règlement adopté par le Conseil d'Etat le 8 octobre 2014, sous la responsabilité du COPIL tripartite des constructions universitaires (DGES, SIPaL, UNIL). Les reproches qui pouvaient être formulés au BUD en matière de communication avec les utilisateurs n'ont plus lieu d'être dans la présente organisation. Ceci n'apparaît pas non plus dans votre rapport et change sensiblement la lecture qu'on peut avoir aujourd'hui de l'histoire de la construction du bâtiment Géopolis.

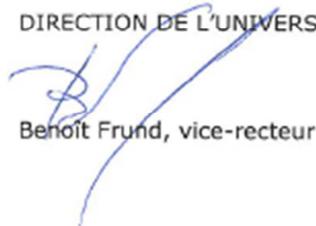
Direction

Tel.+41 21 692 23 10 | Fax.+41 21 692 20 15 | benoit.frund@unil.ch

Par ailleurs, pour l'avenir et afin d'assurer un traitement cohérent et rapide des demandes de la Cour des comptes, nous vous saurions obligés de bien vouloir correspondre avec la Direction de l'UNIL et non avec ses services directement.

En vous priant de prendre bonne note de ce qui précède et en vous remerciant d'avance des modifications que vous voudrez bien apporter à votre rapport, nous vous présentons, Madame la Présidente, Monsieur le Vice-président, nos salutations distinguées.

DIRECTION DE L'UNIVERSITÉ



Benoît Frund, vice-recteur

Annexe ment.

Copies : - Mme Chantal Ostorero, présidente du COPIIL des constructions universitaires  
- M. Yann Jeannin, directeur du service Unibat

**Remarques de l'Unil à propos du projet de rapport n°37  
de la Cour des comptes intitulé  
« Audit du développement durable  
dans les bâtiments de l'Etat de Vaud »**

**Destinataires :** COUR DES COMPTES, Mme Eliane Rey et M. Frédéric Grognez

**Date :** 12 MAI 2016

**1) Page 31 – Chapitre 3.2.3 – Pilote**

A notre sens, il n'y pas de raison que le thème « Pilote » ne s'applique qu'aux bâtiments neufs et pas également aux autres bâtiments faisant l'objet de projets de rénovation. Par ailleurs, la technicité du bâtiment Géopolis rend très difficile les mesures innovantes pour l'amélioration des performances.

**2) Page 36 – chapitre 4 – Figure 8 –point 1.1.3 Participation**

La conduite du projet Géopolis s'est en effet déroulée sans commission de projet intégrant les utilisateurs. Toutefois, les besoins des utilisateurs étaient transmis au BUD, qui les relayait à l'entreprise totale Baumag. Ce fonctionnement n'existe plus aujourd'hui, car l'UNIL est maintenant pleinement intégrée au processus de construction dans le cadre du COPIL des constructions universitaires. Il est important de relever que c'est le modèle d'organisation en entreprise totale qui posait essentiellement problème. Il n'y avait alors pas de commission de construction et l'accès au chantier a été petit à petit interdit aux membres de l'UNIL.

**3) Page 36 – chapitre 4 – Figure 8 – Point 1.4.3 Qualité de l'air**

Les utilisateurs jugent l'air trop sec. Ce sentiment est sûrement faussé par l'impossibilité, pour les usagers, d'ouvrir les fenêtres. Les mesures faites régulièrement depuis la mise en service démontrent que l'air est de qualité et conforme aux directives et réglementations.

**4) Page 36 – chapitre 4 – Figure 8 – Point 1.4.6 Bruit et vibrations**

Les nuisances constatées sont liées aux grands locaux publics qui résonnent beaucoup. Ces inconvénients sonores ne sont pas liés à la proximité de l'autoroute. Le texte n'est pas suffisamment clair sur ce point à notre avis et laisse penser que les nuisances viennent de la circulation à proximité du bâtiment.

**5) Page 37 – chapitre 4 – Synthèse – alinéa 3**

Les services de l'UNIL ont effectué de nombreuses modifications et planifient différentes interventions ces prochains mois, afin de diminuer les consommations électriques. A l'heure où nous écrivons (mai 2016), ces efforts ont déjà été récompensés et ont permis de diminuer de manière significative la consommation.

**6) Page 100 – Chapitre 5.6 – Constatation n°12**

Une centaine de compteurs sont installés dans le bâtiment Géopolis afin de mesurer et analyser une grande quantité d'informations. Ces installations permettent d'améliorer régulièrement la consommation des différentes énergies.

Direction

|||||

Tél.+41 21 692 23 10 | Fax.+41 21 692 20 15 | benoit.fraud@unil.ch

**7) Page 101 – Chapitre 5.6 – Constatation n°12**

Il est bon de préciser que la consommation électrique importante de Géopolis est due en grande partie à des problèmes de conception, liés à la faillite de l'entreprise générale. De nombreuses modifications ont été apportées ces derniers mois pour diminuer avec succès cette consommation.

YJe/BFr/12.05.16

## ANNEXES

Annexe I : Bibliographie .....	111
Annexe II : La Cour des comptes en bref .....	112

## ANNEXE I : BIBLIOGRAPHIE

- Gerber U.-T., Perret Y., Opan E., Robra J. : 2014, Bericht der Pilotphase SNBS, Réseau Construction durable Suisse
- Groupe Energie de l'Etat de Vaud : 2011, Rapport du Groupe Energie, SIPAL
- Khoury J. : 2014, Rénovation énergétique des bâtiments résidentiels collectifs : état des lieux, retours d'expérience et potentiels du parc genevois, thèse de doctorat, Université de Genève
- Roulet Y., Liman U. : 2009, Sméo – Fil rouge pour la construction durable, Jalons n°6, Etat de Vaud
- Rütter-Fischbacher U., Caspar V., Leu A. : 2010, Gestion immobilière durable – Identifier les risques pour se donner les chances de les prévenir, KBOB
- SIPAL : 2011, La stratégie immobilière de l'Etat de Vaud : lignes directrices à l'horizon 2020, SIPAL
- Zraggen J-M. : 2010, Bâtiments résidentiels locatifs à haute performance énergétique : objectifs et réalités, thèse de doctorat, Université Genève

## ANNEXE II : LA COUR DES COMPTES EN BREF

La Cour des comptes du canton de Vaud est une Autorité indépendante qui a pour mission de contrôler l'utilisation de tout argent public, sous l'angle de la performance en s'assurant principalement du respect des principes d'économie, d'efficacité, d'efficience et de durabilité, et subsidiairement du respect des principes de légalité et de régularité (art. 2 LCComptes).

Les **attributions** de la Cour sont les suivantes (art. 4 LCComptes) :

- vérification de la bonne utilisation des fonds des entités soumises à son champ de contrôle ;
- vérification de l'évaluation de la gestion des risques des entités soumises à son champ de contrôle ;
- contrôle des subventions accordées par l'Etat ou les communes.

La Cour **se saisit elle-même** des objets qu'elle entend traiter à l'exception des mandats spéciaux que le Grand Conseil et le Conseil d'Etat peuvent lui attribuer (art. 21 et ss LCComptes). Quiconque peut également proposer un mandat spécial à la Cour qui peut y donner suite ou non.

Le **champ de contrôle** de la Cour s'étend aux entités suivantes (art. 3 LCComptes):

- le Grand Conseil et son Secrétariat général ;
- le Conseil d'Etat et son administration ainsi que les entités qui lui sont rattachées;
- le Tribunal cantonal ainsi que les tribunaux et autres offices qui lui sont rattachés ;
- les communes, ainsi que les ententes, associations, fédérations et agglomérations de communes ;
- les personnes morales de droit public ;
- les personnes physiques et morales auxquelles l'Etat ou une commune délègue l'exécution d'une tâche publique ou accorde, directement ou indirectement, une subvention au sens des articles 7 et 12 de la loi sur les subventions ou une autre contribution au sens de l'article 8, alinéa 1, lettres a,c,d,f,g de la loi sur les subventions.

Les **rapports** de la Cour consignent ses constatations et recommandations. Ils comprennent également les remarques de l'entité auditée, les éventuelles remarques subséquentes de la Cour et, le cas échéant, les avis minoritaires de la Cour. L'entité contrôlée doit indiquer à la Cour **quelles suites** elle donne aux recommandations de la Cour.

La Cour **publie ses rapports** pour autant qu'aucun intérêt prépondérant, public ou privé, ne s'y oppose. Ils sont consultables sur le site internet de la Cour : [www.vd.ch/cdc](http://www.vd.ch/cdc).

**Vous pouvez apporter votre contribution au bon usage de l'argent public en contactant la Cour des comptes.** Toute personne peut communiquer à la Cour des signalements en rapport avec des faits entrant dans ses attributions. Il suffit de vous adresser à :

Cour des comptes du canton de Vaud  
Rue de Langallerie 11, 1014 Lausanne  
Téléphone : +41 (0) 21 316 58 00 Fax : +41 (0) 21 316 58 01  
Courriel : [info.cour-des-comptes@vd.ch](mailto:info.cour-des-comptes@vd.ch)