

Bâtiments à faibles émissions de gaz à effet de serre

Gestion de projet, de la définition des objectifs à la
réalisation - un guide pour les maîtres d'ouvrages



Mentions légales

Éditeur et conception

Association ecobau
Röntgenstrasse 44
8005 Zürich
www.ecobau.ch

Ecobau simplifie la planification et la construction durables. Nous proposons à cet effet des ouvrages de référence, des listes de contrôle et des outils de travail pratiques à utiliser. Nous intégrons nos normes dans les labels de construction Minergie-ECO et SNBS. Nous certifions les matériaux et les éléments de construction selon des critères écologiques et de santé, afin de simplifier le choix des produits pour les maîtres d'ouvrage, les architectes et les planificateurs spécialisés.

Rédaction

Severin Lenel, expert senior, association ecobau
Sébastien Piguet, directeur romand, association ecobau (traduction française)

Groupe d'accompagnement

Elena Berta, service de construction écologique, ville de Zurich
Marloes Fischer, Circular Hub GmbH, Zurich
Urs-Thomas Gerber, sustain4you gmbh, Münchenbuchsee
Kurt Knöpfel, chef du département des bâtiments, Office immobiliers du canton Appenzell AR
Stefan Oeschger, JOM Architekten GmbH, Zurich
Marianne Stähler, directrice, association ecobau

Téléchargement et copyright

Ce document est disponible en téléchargement : <http://www.ecobau.ch/fr/instruments/energie-grise---co2>

L'impression, la reproduction et la publication sont autorisées.

© ecobau - tous droits réservés.

Nous vous sommes reconnaissants de communiquer à ecobau les erreurs constatées, les souhaits d'adaptation ou les compléments utiles.

Chronique des changements

Version	Modifications	Date
2025/V1-0	Document créé	01.09.2025

Table des matières

1	Introduction	4
1.1	A quoi sert ce document ?	4
1.2	Pourquoi est-il si important de limiter les EGES ?	4
1.3	Quel cadre d'analyse choisir ?	5
1.4	Quelles sont les valeurs limites et cibles pour les EGES ?	6
1.5	Quels sont les chemins qui mènent au but ?	7
1.6	Comment procéder ?	8
2	Tâches des participants selon les phases SIA	9
	Aperçu des tâches par phases SIA 112	9
1	Définition des objectifs	11
11	Enoncé des besoins, approche méthodologique	11
2	Études préliminaires	12
21	Définition du projet de construction, étude de faisabilité	12
22	Procédure de choix de mandataires	13
3	Étude du projet	16
31	Avant-projet	16
32	Projet de l'ouvrage	17
33	Procédure d'autorisation	17
4	Appel d'offres	18
41	Appel d'offres, comparaison des offres, propositions d'adjudication	18
5	Réalisation	19
51	Projet d'exécution	19
52	Exécution de l'ouvrage	19
53	Mise en service, achèvement	20
3	Annexe	21
	Annexe 1 : Estimation approximative des EGES pour la construction et l'exploitation	21
	Annexe 2 : Estimation des EGES pour la construction et l'exploitation	22
	Annexe 3 : Outils pour le calcul des EGES	31
	Annexe 4 : Erreurs fréquentes dans l'écobilan d'un bâtiment	32
	Annexe 5 : Quantités de matériaux primaires ou secondaires nécessaires	33
	Annexe 6 : Délai d'approvisionnement en matériaux locaux	34
	Annexe 7 : Mesures d'optimisation pour la construction et l'exploitation	35
	Annexe 8 : Exemple de présentation des résultats de l'écobilan des bâtiments	37
	Annexe 9 : Modèle de textes et outils pour les participants aux procédures de sélection	38

1 Introduction

1.1 A quoi sert ce document ?

Les maîtres d'ouvrage publics doivent jouer un rôle de modèle en matière de "bonne gouvernance" - également en ce qui concerne la construction durable. La loi sur la protection du climat¹ fixe d'une part les émissions de gaz à effet de serre (EGES) comme unité de mesure, et définit d'autre part l'objectif net zéro d'ici 2050. L'administration fédérale doit l'atteindre d'ici 2040, tandis que les cantons et les entreprises détenues par la Confédération s'y efforcent. Pour atteindre cet objectif, un changement profond des processus de planification, de fabrication des matériaux et de construction est nécessaire. Comme cela recèle une part d'inconnu, susceptible de freiner les bonnes volontés, ecobau a créé ce guide pratique pour la planification et la réalisation de bâtiments à faibles EGES. Il a pour but de rassembler le savoir-faire existant pour les maîtres d'ouvrage publics et privés. Cela leur permet de fixer des objectifs réalistes pour des projets de rénovation, d'extension ou de construction et d'avoir aussi de bonnes chances de les atteindre.

1.2 Pourquoi est-il si important de limiter les EGES ?

Les émissions de gaz à effet de serre - en particulier de dioxyde de carbone - sont la cause principale du changement climatique. C'est pourquoi la Confédération et les cantons, ainsi que de nombreuses villes et communes, ont fixé un horizon temporel pour la réduction des émissions à un niveau net nul². La mise en œuvre des mesures nécessaires à cet effet est toutefois encore en partie incertaine ; tous les domaines de la vie et de nombreux acteurs sont potentiellement concernés. Jusqu'à présent, les mesures concernaient surtout la consommation d'énergie d'exploitation des bâtiments et des véhicules. Désormais, l'attention se porte également sur les émissions grises, c'est-à-dire les nuisances environnementales causées par l'extraction des matières premières, leur transformation et la fabrication des produits finis. Le secteur de la construction est à l'origine d'une grande partie des EGES qui y sont liés.

C'est pourquoi le Conseil fédéral fixera des valeurs limites pour les émissions grises sur la base de la loi révisée sur la protection de l'environnement (LPE, art. 35j). Le modèle de règlement des cantons en matière d'énergie (MoPEC 2025), en cours d'élaboration, contiendra également de telles valeurs limites. Ces prescriptions s'appliqueront à tous les maîtres d'ouvrages. La loi sur la protection de l'environnement exige en outre un rôle d'exemplarité des maîtres d'ouvrage publics dans ce domaine.

¹ LCo du 30.09.2022, RS 814.310, en vigueur depuis le 1.1.2024

² "Zéro (émissions) net" signifie que les émissions non évitables sont compensées par des émissions négatives.

1.3 Quel cadre d'analyse choisir ?

Aujourd'hui, les EGES sont générées tout au long du cycle de vie d'un ouvrage - depuis sa construction, son exploitation, son entretien et les mesures constructives jusqu'à sa déconstruction et la réutilisation ou l'élimination des éléments de construction. Dans l'intérêt de la protection du climat, il faut donc toujours considérer l'ensemble du cycle de vie. Alors qu'il y a une ou deux décennies encore, l'exploitation des bâtiments à l'aide de sources d'énergie essentiellement fossiles conduisait à mettre l'accent sur une exploitation efficace sur le plan énergétique pour une construction respectueuse de l'environnement, le passage aux énergies renouvelables a entraîné un déplacement considérable des priorités. Aujourd'hui, dans la plupart des bâtiments modernes ou rénovés, la majeure partie des EGES est générée lors de la phase de construction ou de rénovation.

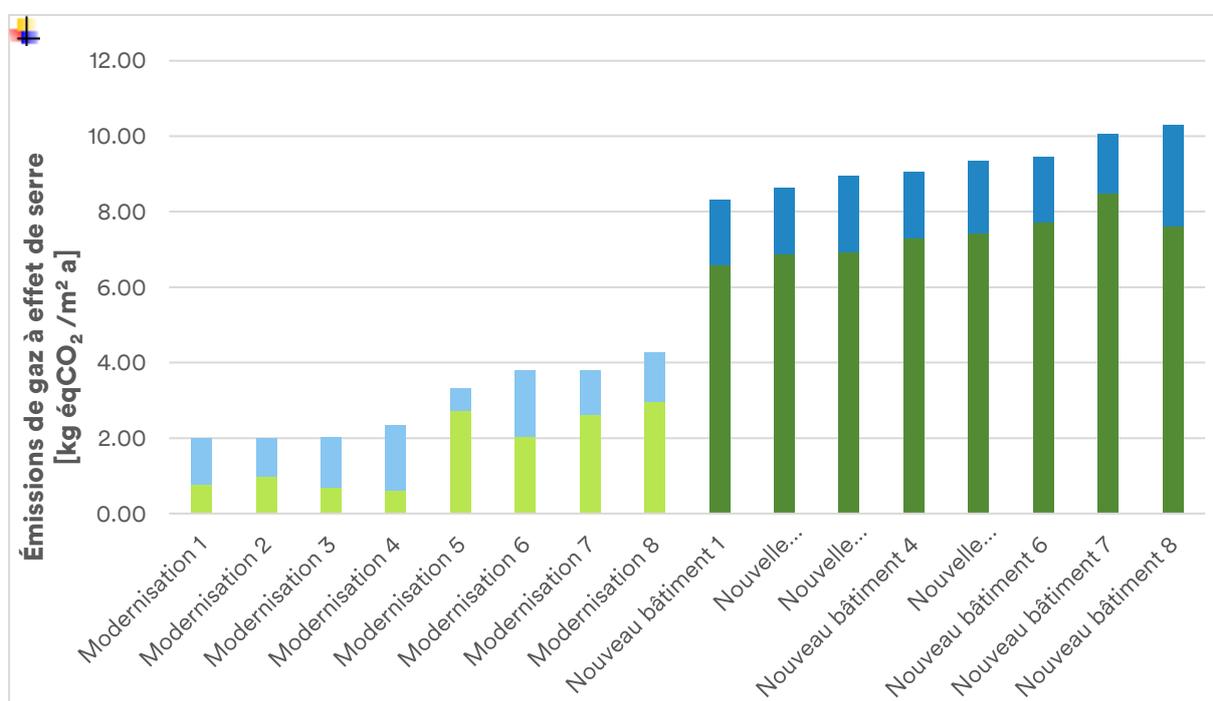


Figure 1 : EGES pour la construction d'ensembles résidentiels (rénovations et nouvelles constructions). En vert : éléments de construction, en bleu : technique du bâtiment. Même en tenant compte de l'exploitation, il en résulte des émissions plus faibles pour les rénovations, car la plupart des bâtiments existants fonctionnent avec des énergies renouvelables. Source : intep sg gmbh

Dans les méthodes de calcul³ largement utilisées aujourd'hui pour les EGES, seules les émissions grises liées à la production et à l'élimination sont prises en compte. Le carbone stocké dans le bois ou la laine de mouton, par exemple, n'est donc pas pris en compte, mais il est indiqué séparément dans de nombreux outils. La raison en est que le carbone devrait rester dans l'ouvrage ou dans les éléments de construction réutilisés ultérieurement pendant une très longue période pour avoir un impact sur le climat. Comme cela ne peut pas (encore) être garanti à l'heure actuelle, aucune prise en compte n'a lieu.

Ecobau recommande d'exploiter au mieux, dès aujourd'hui, le potentiel de ralentissement du changement climatique offert par de tels "puits de carbone".

³ Cahier technique SIA 2032:2023

1.4 Quelles sont les valeurs limites et cibles pour les EGES ?

Il existe dans le monde entier une multitude de labels, de standards, de normes ou de lois qui fixent des valeurs limites pour les EGES des bâtiments. Dans ce guide, nous nous limitons aux instruments qui ont une certaine diffusion en Suisse :

Label/standard	Habitation				Administration				École [#]				
	VL 1*		VL 2*		VL 1*		VL 2*		VL 1*		VL 2*		
	Neuf	Rén.	Neuf	Rén.	Neuf	Rén.	Neuf	Rén.	Neuf	Rén.	Neuf	Rén.	
Minergie			12.4				13.6					12.4	
Minergie-ECO ⁴	8	OS ⁵	10	OS	8	OS	11	OS	8	OS	11	OS	
SNBS ⁶	8	OS	10	OS	8	OS	11	OS	8	OS	11	OS	
Voie efficacité énergétique SIA ⁷	9	5			9	6			9	6			
Voie du climat SIA ⁸	7	7	11	9	8	8	12	10	7	7	11	9	

Tableau 1 : Valeurs limites des EGES construction dans les labels et normes suisses. *VL 1 : valeur limite inférieure ou valeur indicative ambitieuse, *VL 2 : valeur limite supérieure ou valeur indicative de base.

[#]École : école obligatoire selon SIA 390/1. En gris : pas de valeur limite. Neuf : nouvelle construction, Rén. : rénovation. Sources : Minergie, NNBS, SIA.

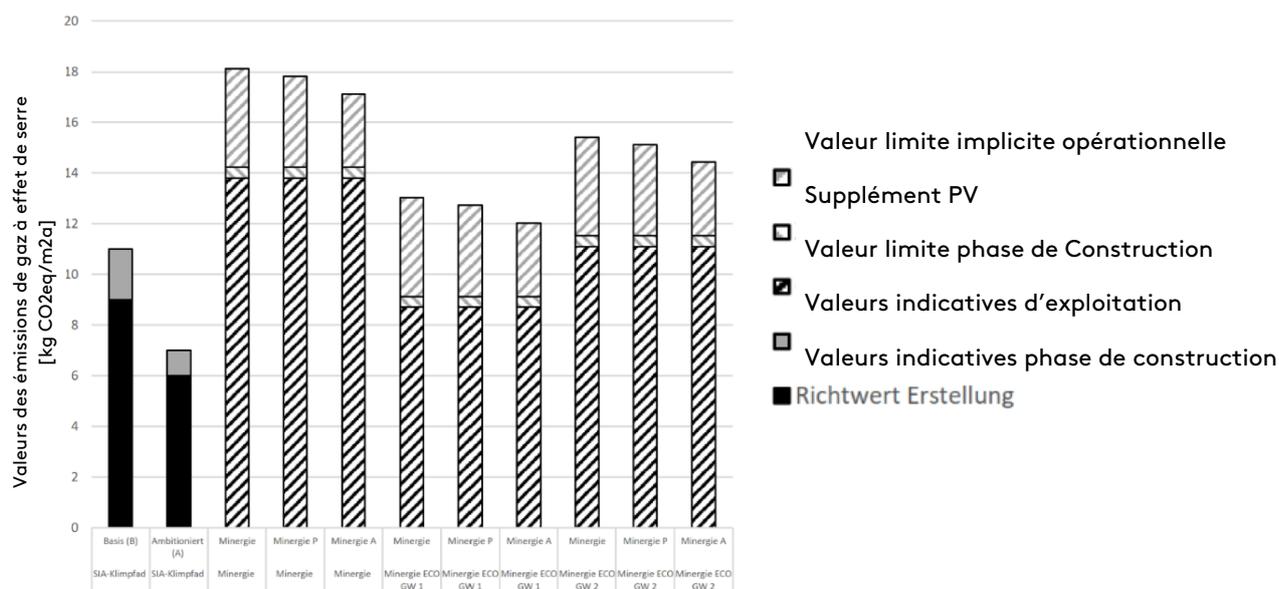


Figure 2 : Comparaison des valeurs limites ou indicatives pour la construction et l'exploitation, à l'exemple d'un bâtiment d'habitation neuf. Source : Émissions nettes zéro de gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment ; Office fédéral de l'énergie, 2024.

⁴ Valeur limite de base, adaptée à chaque projet en fonction des surfaces non chauffées et des installations de production d'énergie renouvelable.

⁵ Valeur limite spécifique à l'objet, calculée sur la base de la profondeur d'intervention et du type et de la quantité d'éléments de construction traités.

⁶ Des points sont attribués en fonction des valeurs seuils atteintes. Les valeurs seuils se basent sur les valeurs limites de Minergie-ECO.

⁷ Cahier technique SIA 2040:2017. Il n'y est défini qu'une valeur indicative non contraignante pour la construction, car la valeur cible contraignante (valeur limite) se rapporte à la construction, à l'exploitation et à la mobilité réunies.

⁸ SIA 390/1:2025 "La voie du climat - Bilan des gaz à effet de serre sur le cycle de vie des bâtiments". Valeurs uniquement pour la construction et l'exploitation, sans la mobilité. VC1 correspond à "Ambitieux", VC2 à "Base". École : sans les universités.

1.5 Quels sont les chemins qui mènent au but ?

Il existe différentes manières de commander des bâtiments à faibles EGES :

- Certification par un label de durabilité avec des objectifs d'émissions pour la production
C'est la variante la plus facile à mettre en œuvre. On s'oriente vers les directives d'un label de durabilité connu et on utilise les méthodes ou les outils qui y sont décrits. La plupart des projets peuvent être certifiés ; en cas de doute, il convient de prendre contact avec l'organisme de certification compétent. Les exigences en matière d'émissions découlent du label choisi, et sont plus ou moins strictes.
- Certification avec un label de durabilité, mais avec une valeur limite d'émission plus stricte, fixée par le maître d'ouvrage
Ceux qui souhaitent des directives plus strictes en matière des EGES lors de la construction, mais qui veulent tout de même profiter des avantages d'un label de durabilité, peuvent définir des valeurs limites plus strictes au sein des exigences de certification. Cette variante est également facile à mettre en œuvre, car il est possible de recourir aux méthodes et aux outils existants des labels.
- Alignement sur les valeurs limites d'émission d'un label (sans certification) ou d'une norme de durabilité
Cette variante convient aux projets pour lesquels on souhaite s'orienter vers un label, mais qui ne visent pas de certification (ou pour lesquels celle-ci n'est pas possible). Il est important que le label définisse déjà des valeurs limites d'émission adaptées. Celles-ci sont plus ou moins exigeantes selon le label ou la norme.
- Alignement sur les valeurs limites d'émission d'un label (sans certification) ou d'une norme de durabilité mais avec une valeur limite d'émission plus stricte, fixée par le maître d'ouvrage
Si un label ne propose pas de valeurs limites adaptées, mais que l'on souhaite tout de même s'y référer, il est possible de définir ses propres valeurs limites. Cette solution permet de fixer des exigences plus élevées.
- Définition d'une valeur limite d'émission sur mesure (sans référence à un label de durabilité)
Ceux qui souhaitent se concentrer exclusivement sur les EGES peuvent travailler tout à fait indépendamment des labels. Il faut toutefois définir précisément la procédure de calcul et de justification. On peut s'inspirer des labels existants.

La voie à suivre dépend de plusieurs facteurs :

- la nature et l'organisation du projet
- les objectifs et les exigences du maître d'ouvrage
- les directives de la Confédération, du canton ou de la commune (par exemple les objectifs climatiques légaux)
- L'expérience et l'expertise des personnes impliquées

C'est pourquoi il est important de bien s'informer sur les conditions facteurs mentionnés ci-dessus. Ecobau recommande de choisir en priorité, si possible, la deuxième variante et, sinon, la première. En effet, cela permet de prendre en compte non seulement les EGES, mais aussi de nombreux autres aspects de construction durable - ce qui donne un résultat équilibré. En outre, un certificat permet de prouver de manière crédible le rôle d'exemple, et les méthodes ainsi que les outils existants peuvent être utilisés.

1.6 Comment procéder ?

Les chapitres suivants décrivent une procédure possible par étapes. La structure par phases de projets utilisée se base sur la norme SIA 102. La commande, la planification, la mise en œuvre et l'exploitation de bâtiments à faible EGES sont toujours des tâches d'équipe. Les responsabilités sont attribuées à chaque tâche au moyen des abréviations suivantes :

- RMO : Représentation du maître d'ouvrage, respectivement du propriétaire ⁹
- EAI : équipe d'architectes et d'ingénieurs (plus précisément, la fonction qui pilote cette équipe: la direction générale du projet, assumée en général par l'architecte dans les projets de bâtiments)
- SCD : Spécialiste en construction durable (voir également [la liste](#) des partenaires spécialisés ecobau)

Bien que ce document s'adresse principalement aux représentants des maîtres d'ouvrage, il doit également servir de guide aux architectes, ingénieurs et autres planificateurs spécialisés, car ils sont tenus de défendre les intérêts des maîtres d'ouvrage dans le cadre des projets.

Les tableaux en annexe présentent des valeurs cibles concrètes pour les émissions de GES lors de la construction et de l'exploitation. Elles ont été déterminées par ecobau avec soin, mais leur application se fait sous la propre responsabilité de l'utilisateur.

Les étapes de travail décrites ci-dessous sont structurées en fonction de l'objectif, d'une proposition de procédure et du résultat.

⁹ Pour que ce guide reste simple, on a supposé que le RMO réunissait les rôles de représentation du maître d'ouvrage et du propriétaire. Si l'organisation du projet est différente, les compétences et/ou les tâches doivent être réparties différemment en conséquence.

2 Tâches des participants selon les phases SIA

Aperçu des tâches par phases SIA 112

Phase SIA	Tâche	Res.	
1	Définition des objectifs		
11	Enoncé des besoins, approche méthodologique	A Estimation des EGES pour les solutions étudiées	RMO
		B Estimation des éventuels impacts sur les coûts	RMO
		C Estimation des éventuelles conséquences en termes de délais	RMO
		D Définition du niveau d'exigence en matière d'EGES	RMO
2	Études préliminaires		
21	Définition du projet de construction, étude de faisabilité	A Définition de l'objectif quantitatif	RMO
		B Calcul approximatif des EGES pour les solutions étudiées	RMO
		C Estimation des éventuelles augmentations ou réductions de coûts	RMO
		D Estimation des éventuelles conséquences en termes de délais	RMO
		E Clarification des ressources matérielles disponibles sur site ou à proximité	RMO
		F Anticipation des matériaux nécessaires	RMO
		G Anticipation des éléments de construction de réemploi	RMO
22	Procédure de choix de mandataires	A Communication de l'objectif et de la stratégie en matière d'EGES	RMO
		B Mise à disposition des participants d'exemples de mesures d'optimisation	RMO
		C Garantie de l'évaluation des projets par un spécialiste approprié	RMO
		D Calcul de l'EGES des projets présélectionnés	SCD
		E S'assurer que seul les projets remplissant les objectifs visés soient primés	SCD
		F Appréciation des projets en termes d'EGES dans le rapport du jury	SCD
		G Communication des points à améliorer dans le projet gagnant	SCD
3	Étude du projet		
31	Avant-projet	A Mise en œuvre des points d'amélioration identifiés par le jury	EAI
		B Mise à jour et vérification des calculs des EGES durant l'avant-projet	EAI
		C Mesures d'optimisation supplémentaires durant l'avant projet	EAI
32	Projet de l'ouvrage	A Intégration des mesures d'optimisation dans le projet de l'ouvrage	EAI
		B Mise à jour et vérification du calcul des EGES dans le projet de l'ouvrage	EAI
		C Mesures d'optimisation supplémentaires dans le projet de l'ouvrage	EAI
33	Demande d'autorisation	A Préparation des documents nécessaires à la subvention	EAI
		B Demande de subventions	RMO
4	Appel d'offres		
41	Appels et comparaison des offres, adjudication	A Objectifs, choix des produits et règles en cas de non respect du contrat	RMO
		B Vérification des soumissions par un spécialiste	SCD
		C Mise à jour et vérification du calcul des EGES à la fin de l'appel d'offres	EAI

Phase SIA		Tâche	Res.
5	Réalisation		
51	Projet d'exécution	A Mesures d'optimisation supplémentaires dans le projet d'exécution	EAI
		B Contrôle de la conformité du projet d'exécution avec le projet de l'ouvrage	EAI
		C Mise à jour et vérification du calcul des EGES du projet d'exécution	EAI
52	Exécution de l'ouvrage	A Contrôle de la conformité de l'exécution avec le projet d'exécution	EAI
		B Mise à jour et vérification du calcul des EGES en cours d'exécution	EAI
53	Mise en service, achèvement	A Compilation de la documentation	EAI
		B Déposer les compléments après travaux à la demande de subvention	RMO
		C Entretien final et revue de processus	RMO

Tableau 2 : Aperçu des tâches des commanditaires et des personnes qu'ils ont mandatées selon les phases SIA 112. Dans la colonne "Res." figure à chaque fois la personne principalement responsable.

1 Définition des objectifs

11 Enoncé des besoins, approche méthodologique

Au début du processus, les conditions-cadres ainsi que les besoins sont examinés et définis, les solutions possibles (p. ex. extension sur site A, transformation sur site B) sont esquissées avec estimation des coûts et délais, et une décision est prise quant à la stratégie à suivre.

Dès cette phase, il convient de définir l'objectif d'un bâtiment à faibles émissions de gaz à effet de serre (EGES) et d'intégrer les conséquences possibles dans le choix de la stratégie. En règle générale, les stratégies de conservation des bâtiments, parties de bâtiments ou éléments de construction existants sont avantageux en termes d'EGES. Il convient donc de s'assurer que ce type de stratégies soit également examinés. Concrètement, il est recommandé d'appliquer les mesures suivantes:

- **11.A Estimation des EGES pour les solutions étudiées (RMO)**
Le Tableau 3 de l'annexe 1 donne des valeurs moyennes et sert d'orientation approximative afin que des exigences réalistes puissent être fixées dans les étapes suivantes.
Délivrable : valeur d'orientation pour les EGES attendues lors de la construction et de l'exploitation.
- **11.B Estimation des éventuels impacts sur les coûts (RMO)**
En principe, la construction à EGES réduites ne coûte pas plus cher, mais cela dépend fortement de la stratégie choisie. Renoncer aux surfaces en sous-sol, aux revêtements, à la haute technologie, réduire les surfaces de locaux, etc. entraîne des coûts d'investissement plus faibles, tandis qu'une construction en bois, un plafond nervuré ou un béton optimisé en termes de CO₂ entraîne généralement des coûts d'investissement plus élevés. Malheureusement, il n'existe guère de chiffres fiables à ce sujet. On peut estimer grosso modo que, selon la stratégie, les impacts sur les coûts se situent entre 0% (bas) et 10% (haut). En cas de doute, il convient de faire appel à un économiste de la construction.
Délivrable : estimation grossière de l'impact sur les coûts par la réduction des EGES.
- **11.C Estimation des éventuelles conséquences en termes de délais (RMO)**
L'utilisation importante de matières premières renouvelables et la réutilisation de composants, en particulier, peuvent avoir un impact sur les délais. Si de telles stratégies doivent être mises en œuvre, elles doivent être prises en compte dans le planning. Cela n'implique pas nécessairement une durée de projet plus longue si l'approvisionnement est initié à temps.
Délivrable : planning approximatif.
- **11.D Définition du niveau d'exigence en matière d'EGES (RMO)**
Le niveau d'exigence doit correspondre à l'expérience des intervenants, à leurs ambitions et au budget du projet. Trois niveaux sont décrits dans les tableaux des annexes 2 et 3. Le niveau « élevé » correspond au minimum d'émissions techniquement réalisable aujourd'hui. Il implique des restrictions en conception et construction, ainsi que des coûts et délais accrus. Il est donc recommandé de vérifier au préalable la faisabilité de cette voie ambitieuse. Le niveau « moyen » génère des émissions nettement inférieures à la pratique actuelle (sous la valeur limite 1 de Minergie-ECO) et reste aisément réalisable. Le niveau « bas » se situe entre les valeurs limites 1 et 2 de Minergie-ECO et convient aussi à des équipes peu expérimentées.
Délivrable : niveau d'exigence fixé.

2 Études préliminaires

21 Définition du projet de construction, étude de faisabilité

La solution retenue lors de la phase précédente est analysée plus en détail dans cette phase. Pour ce faire, des solutions sont esquissées et leur faisabilité est étudiée. En outre, l'organisation, les conditions cadres, les coûts et les délais du projet doivent être précisés. Un cahier des charges du projet doit être établi. Finalement, la décision de poursuivre le projet doit être prise. Une fois de plus, certaines tâches de cette phase contribuent à la construction à faible EGES :

- 21.A Définition de l'objectif quantitatif (RMO)
Par analogie avec la phase précédente, l'objectif concret pour les émissions lors de la construction doit être fixé de manière plus précise, à l'aide des tableaux de l'annexe 2, et consigné dans le cahier des charges.
Délivrable : valeur cible pour les EGES lors de la construction et de l'exploitation.
- 21.B Calcul approximatif des EGES pour les solutions étudiées (RMO)
Il existe différents outils pour calculer les EGES. Dans les premières phases, des estimations approximatives par les RMO peuvent suffire. Pour des résultats plus précis (c. à d. sur la base de la composition et des dimensions des détails de construction), des calculs détaillés doivent être réalisés par des spécialistes. Ces outils peuvent être utilisés tout au long de la planification et de la construction, ce qui permet une mise à jour continue des calculs. L'annexe 3 présente les outils courants et leur applicabilité par phase. Les résultats doivent ensuite être ajustés en tenant compte de la valeur résiduelle des bâtiments à déconstruire et comparés aux valeurs cibles définies précédemment.
Délivrable : EGES lors de la construction et de l'exploitation pour les variantes de solutions étudiées et estimation du respect de la valeur cible.
- 21.C Estimation des éventuelles augmentations ou réductions de coûts (RMO)
Procédure et résultat, voir étape 11.B
- 21.D Estimation des éventuelles conséquences en termes de délais (RMO)
Procédure et résultat, voir étape 11.C
- 21.E Clarification des ressources matérielles disponibles sur site ou à proximité (RMO)
Pour les constructions en terre, en béton ou en bois, il est éventuellement possible d'extraire soit de l'argile, soit du gravier, soit du bois sur le site des travaux ou dans son environnement proche, ce qui peut contribuer à réduire les EGES, surtout pour les matériaux lourds (pierres, gravier, terre, etc.). Ces ressources sont généralement gratuites. Par ailleurs, les travaux d'excavation, voire de défrichage, génèrent de toutes façons ce type de matériaux. Elles devraient être utilisées au mieux dans le cadre de son propre projet (ou d'un projet tiers), ce qui n'est possible que si leur utilisation est prise en compte suffisamment tôt dans la planification du projet. Une étude géotechnique (évaluation de documents existants, sondages, etc.) peut fournir des informations sur les ressources locales exploitables du sol, tandis qu'un spécialiste en sylviculture peut évaluer la quantité et les espèces (feuillus, résineux, etc.) de bois d'œuvre disponibles.
Délivrable : types et quantités de ressources matérielles disponibles localement.

- **21.F Anticipation des matériaux nécessaires (RMO)**

Les grands projets de construction nécessitent également de grandes quantités de matériaux de construction. Si un approvisionnement local ou régional est visé, une anticipation est nécessaire. Par exemple, le bois de la forêt communale doit être coupé et séché jusqu'à quatre ans à l'avance, selon la quantité, afin d'être disponible à temps pour le début des travaux. L'annexe 5 indique les quantités approximatives de matériaux nécessaires pour différents types de construction, afin de permettre une première estimation grossière. Le temps de préparation nécessaire est indiqué dans l'annexe 6.

Délivrable : estimation des quantités de matériaux nécessaires, du degré de couverture possible par les ressources locales ou régionales et du délai nécessaire à leur mise à disposition.

- **21.G Anticipation des éléments de construction de réemploi (RMO)**

De même que pour les matériaux, la fourniture en éléments de construction de réemploi nécessite une anticipation. Il faut identifier suffisamment tôt les sources possible d'éléments de réemploi, sélectionner les éléments appropriés pour le projet, contrôler leur qualité, les démonter et les stocker provisoirement dans un lieu approprié. La manière la plus simple de procéder est de réemployer dans le même projet ou sur le même site, des éléments issus d'une déconstruction préalable ou de la transformation du bâtiment. Si l'on dispose d'un parc immobilier, il est intéressant d'en étudier et documenter le potentiel en éléments de réemploi, afin d'en faire bénéficier tous les futurs projets de construction et transformation. Pour les bâtiments importants ou compliqués, il est recommandé de faire appel à un spécialiste. Vous trouverez [ici](#) un guide sur la réutilisation des éléments de construction.

Délivrable : aperçu des éléments de construction réutilisables dans le projet.

22 Procédure de choix de mandataires

Cette phase permet de définir et de mettre en œuvre la procédure de sélection du projet et/ou de l'équipe de planification.

- **22.A Communication de l'objectif et de la stratégie en matière d'EGES (RMO)**

Les spécialistes construction durable et leur rôle dans le jury doivent être définis en amont et communiqués dans le programme de concours. Il faut aussi clairement y mentionner l'objectif fixé lors des phases précédentes (par ex. les EGES cumulées de la construction et de l'exploitation doivent être inférieures à 8 kg eqCO₂/m² de SRE*a). Le programme doit décrire les documents et/ou informations à fournir (p. ex. calcul des EGES ; voir annexe 3) et le déroulement de l'examen préliminaire (p. ex. examen préliminaire sommaire par le spécialiste construction durable de tous les projets soumis, examen préliminaire approfondi des projets sélectionnés par le jury, etc.). De même, il faut expliquer comment les résultats relatifs à la construction durable sont pris en compte dans l'évaluation globale¹⁰ (par exemple, les quatre critères d'évaluation sont pondérés de manière égale). Vous trouverez des exemples de textes à l'annexe 9.

Délivrable : Texte sur la construction durable dans le programme, membre(s) du jury désigné(s) pour évaluer ce thème.

¹⁰ Il s'agit de critères d'adjudication selon l'Ordonnance sur les marchés publics (OMP). Si une procédure sélective est menée, des critères de construction durable devraient également être appliqués pour le choix des soumissionnaires (critères de qualification selon l'OMP ; p. ex. expérience avec Minergie-ECO, SNBS Bâtiment, La Voie du climat SIA).

- **22.B Mise à disposition des participants d'exemples de mesures d'optimisation (RMO)**
De nombreux participants n'ont pas ou peu d'expérience en matière d'optimisation et de calcul des EGES dans le processus de conception. C'est pourquoi les organisateurs de concours devraient mettre à disposition des exemples de mesures conceptuelles permettant de réduire les EGES. Vous trouverez une liste d'exemples à l'annexe 7.
Délivrable : mise à disposition des outils mis à la disposition des participants.
- **22.C Garantie de l'évaluation des projets par un spécialiste approprié (RMO)**
Le choix du projet et de l'équipe de projet pose les principaux jalons de la durabilité d'un projet. La plupart du temps, seules des adaptations mineures du projet sont encore possibles par la suite, et l'expérience montre que celles-ci se font souvent au détriment de la construction durable. L'examen et l'évaluation des projets soumis devraient donc être confiés à une personne possédant à la fois des connaissances architecturales et constructives ainsi qu'une expérience de la construction durable et de l'écobilan des bâtiments.¹¹
Délivrable : le spécialiste approprié pour l'examen et l'évaluation des projets en matière de durabilité est désigné.
- **22.D Calcul de l'EGES des projets présélectionnés (SCD, RMO)**
Aujourd'hui, il n'est malheureusement guère possible d'établir automatiquement un écobilan correct d'un bâtiment à partir d'un modèle numérique de bâtiment. C'est pourquoi ces calculs doivent être effectués séparément, ce qui demande du temps et des connaissances spécialisées. S'il est prévu de conserver des bâtiments ou des éléments de construction existants, nous recommandons de les exclure du calcul¹², car ils ne génèrent en général que de très faibles EGES. Si des bâtiments de moins de 60 ans doivent être démolis, leur valeur résiduelle doit être calculée à l'aide de l'outil Minergie-ECO-Valeur résiduelle et le résultat doit être déduit de la valeur cible.
Un examen par étapes permet de procéder efficacement : Dans un premier temps, tous les projets sont évalués qualitativement, afin d'opérer une première sélection. Les projets retenus sont examinés plus précisément en termes de construction durable dans un deuxième temps. L'estimation des EGES de la construction et de l'exploitation du bâtiment peut être effectué aussi bien par les participants (outils possibles : voir annexe 3) que par les organisateurs. Dans le premier cas, les calculs doivent toutefois être vérifiés attentivement, car ils sont souvent erronés (une liste des erreurs fréquentes se trouve à l'annexe 4). L'évaluation des projets devrait indiquer s'ils respectent la valeur cible requise. Comme l'expérience montre que les valeurs des EGES augmentent généralement avec le niveau de détail des projets, il est recommandé d'être nettement en dessous des valeurs cibles visées (par exemple de 20%) à ce stade¹³. La présentation des résultats doit être faite de manière à ce qu'elle puisse être comprise par des non-spécialistes¹⁴. Un exemple se trouve à l'annexe 8.
Délivrable : rapport succinct sur les EGES des projets présélectionnés.

¹¹ Idéalement (mais pas obligatoirement), il s'agit également de la personne qui représente les thèmes de la construction durable au sein du jury. Voir également [la liste](#) des spécialistes ecobau.

¹² Les mesures d'assainissement ou de renforcement doivent toutefois être incluses.

¹³ Dans les phases suivantes, cette marge de sécurité peut ensuite être progressivement réduite jusqu'à zéro.

¹⁴ Les outils accrédités par ecobau répondent déjà à cette exigence.

- **22.E S'assurer que seuls les projets remplissant les objectifs visés soient primés (SCD, RMO)**
Lors de l'évaluation des concours, non seulement les caractéristiques des projets, mais aussi la constellation au sein du jury jouent un rôle important. C'est pourquoi il faut s'assurer qu'au moins un membre du Jury, acceptée par ses pairs (pas nécessairement un SCD) défende les aspects de la construction durable avec engagement, crédibilité et ténacité. En outre, il faut appliquer une procédure d'évaluation et de sélection qui, sans tenir compte de leurs autres qualités, élimine les projets les moins bons du point de vue des EGES¹⁵. Ce n'est qu'ainsi qu'il sera possible de sélectionner des projets de grande qualité en termes de conception et de durabilité. Ecobau recommande donc vivement de désigner une telle personne qualifiée.
Délivrable : sélection des projets qui peuvent respecter la valeur cible définie.
- **22.F Appréciation des projets en termes d'EGES dans le rapport du jury (SCD)**
Les participants à une procédure de sélection ont consacré beaucoup de temps et d'engagement à leurs projets. Ceux qui n'ont pas gagné, en particulier, aimeraient donc savoir ce dont ils devraient tenir compte dans leurs futurs projets. C'est pourquoi les points bien résolus et les points critiques devraient être détaillés, au moins pour les projets présélectionnés.
Délivrable : texte d'évaluation sur les EGES dans la construction et l'exploitation pour chaque projet présélectionné.
- **22.G Communication des points à améliorer dans le projet gagnant (SCD)**
L'examen approfondi du projet gagnant par un spécialiste permet d'identifier clairement les points qui n'ont pas encore été résolus de manière optimale, de formuler des propositions d'optimisation et d'orienter ainsi la suite du projet dans la bonne direction. Un bref texte à ce sujet, accompagné éventuellement d'une estimation de la réduction de l'empreinte carbone ainsi obtenue, peut être rédigé avant la fin de la procédure, soit dans le cadre du rapport du jury, soit séparément. Il peut servir de base pour la suite de l'étude.
Délivrable : texte de synthèse des points à améliorer pour le projet gagnant.

¹⁵ Les projets doivent être évalués tels qu'ils sont présentés et décrits. Souvent, les membres du jury affirment qu'un projet peut encore être amélioré de manière significative en termes de construction durable. La pratique prouve malheureusement le plus souvent le contraire.

3 Étude du projet

31 Avant-projet

L'objectif de la phase partielle d'avant-projet est d'affiner et de définir (par exemple à l'aide de variantes) les concepts importants (paysage, architecture, construction, statique, durabilité, technique du bâtiment, exploitation et entretien, etc.) du projet sélectionné.

- **31.A Mise en œuvre des points d'amélioration identifiés par le jury (EAI, RMO)**
Les points à améliorer mentionnés dans le rapport du jury (voir phase 22) doivent être discutés au sein de l'équipe de planification, leur mise en œuvre doit être démontrée dans le cadre de l'avant-projet et les mesures nécessaires et leurs conséquences (EGES, conception, fonction, coûts, délais, etc.) doivent être présentées au RMO.
Délivrable : concept de mise en œuvre pour les points à améliorer.
- **31.B Mise à jour et vérification des calculs des EGES durant l'avant-projet (EAI, SCD)**
Au cours de l'avant-projet, les concepts constructifs sont définis et certains détails qui y sont liés sont développés. Le calcul des EGES doit donc être mis à jour. En effet, il est fréquent que les valeurs caractéristiques calculées augmentent avec le degré de détail. Il arrive par exemple que les hypothèses concernant l'épaisseur des matériaux, ou d'autres aspects, soient un peu optimistes. La mise à jour permet de détecter d'éventuels risques de non respect de l'objectif quantitatif fixé dans la phase 21. Le calcul devrait être vérifié par un spécialiste. Une liste des erreurs fréquentes se trouve à l'annexe 4.
Délivrable : Calcul actualisé des EGES lors de la construction et de l'exploitation.
- **31.C Mesures d'optimisation supplémentaires durant l'avant-projet (EAI, RMO)**
Si les calculs des EGES de l'avant-projet montrent que la valeur cible définie sera probablement dépassée, l'EAI doit proposer des mesures correctives (avec un pronostic de la réduction des émissions par mesure et ses autres conséquences). Le RMO décide ensuite de leur mise en œuvre ou, le cas échéant, d'une adaptation de la valeur cible. Des exemples de mesures pour la construction et l'exploitation se trouvent à l'annexe 7.
Délivrable : liste de mesures d'optimisation pour la réduction des EGES.

32 Projet de l'ouvrage

Au cours de cette phase partielle, l'avant-projet est développé et affiné de manière à pouvoir être déposé pour la demande d'autorisation de construire. Il s'agit notamment d'examiner en détail la possibilité d'obtenir une autorisation, de récapituler les coûts et les délais et, le cas échéant, d'obtenir une décision préalable des autorités. Pour finir, le maître d'ouvrage doit décider si le projet sera mis en œuvre.

- 32.A Intégration des mesures d'optimisation dans le projet de l'ouvrage (EAI)
Les mesures de l'étape 31.C dont la mise en œuvre a été validée par le RMO doivent être intégrées au projet de construction par l'EAI.
Délivrable : un projet de construction optimisé en termes d'EGES.
- 32.B Mise à jour et vérification des calculs des EGES dans le projet de l'ouvrage (EAI, SCD)
En cas d'adaptations importantes de l'avant-projet, il est recommandé de remettre à jour les calculs des EGES sur la base du projet de construction, de les vérifier et de contrôler le respect des valeurs cibles (voir aussi 31.B).
Délivrable : calcul actualisé des EGES lors de la construction et de l'exploitation.
- 32.C Mesures d'optimisation supplémentaires dans le projet de l'ouvrage (EAI)
Si les calculs des EGES du projet de construction montrent que la valeur cible définie sera probablement dépassée, l'EAI doit proposer des mesures pour la respecter (voir également l'étape 31.C). Le RMO décide ensuite de leur mise en œuvre. Des exemples de mesures possibles pour la construction et l'exploitation se trouvent à l'annexe 7.
Délivrable : liste de mesures d'optimisation pour la réduction des EGES.

33 Procédure d'autorisation

Lors de la procédure d'autorisation, les demandes de permis de construire et de subvention, entre autres, sont établies et déposées. A la fin du processus, le permis de construire, le crédit de construction (ainsi que les promesses de subvention) devraient être validés.

- 33.A Préparation des documents nécessaires à la subvention (EAI, RMO)
La Confédération, les cantons et les communes encouragent la construction durable par le biais de divers programmes (aperçu par commune : www.energiefranken.ch). Dans un premier temps, il convient de déterminer pour quels programmes d'encouragement le projet est éligible. Pour obtenir des subventions, il faut déposer à temps une demande correspondante. Pour ce faire, il faut généralement fournir une documentation complète. L'EAI doit donc être chargée au préalable de ces travaux et leur élaboration dans les délais doit être surveillée par le RMO.
Délivrable : un dossier complet avec les documents nécessaires à l'obtention de la subvention.
- 33.B Demande de subventions (RMO)
Le dépôt de la demande complète est généralement effectué par le RMO. Il convient de noter que l'obtention des signatures nécessaires prend souvent beaucoup de temps.
Délivrable : demandes de subvention déposées.

4 Appel d'offres

41 Appel d'offres, comparaison des offres, propositions d'adjudication

Au cours de la phase d'appel d'offres, les plans détaillés, les cahiers des charges nécessaires et les descriptifs de prestations sont établis, des offres sont demandées et comparées, et les travaux sont adjugés. Les contrats d'entreprise sont ensuite rédigés. Ecobau propose d'utiliser dans cette phase des logiciels basés sur les structures éprouvées du CRB (CFC, CAN). Les recommandations des ecoDevis y sont déjà intégrées.

- 41.A Objectifs, choix des produits et règles en cas de non-respect du contrat (RMO, SCD)
Les conditions particulières des soumissions doivent mentionner les valeurs cibles fixées et la responsabilité des entreprises pour le choix de variantes réduisant les EGES. En outre, les entreprises doivent déclarer les matériaux et produits utilisés (pour ce faire, elles peuvent par exemple utiliser l'outil de déclaration ecobau). Il convient également de définir la procédure à suivre en cas de non-respect du contrat, comme par exemple une obligation de réparation, une peine conventionnelle (si la réparation n'est pas possible ou seulement au prix d'efforts importants), voire des dommages-intérêts (par exemple si un certificat n'est pas obtenu par la faute d'une entreprise).
Conseil : les instruments ecobau ecoCFC et ecoDevis contiennent des textes et des conseils précieux sur la construction respectueuse du climat.
Délivrable : section de texte dans les conditions préalables spécifiques au projet concernant la durabilité.
- 41.B Vérification des soumissions par un spécialiste (SCD)
Les soumissions sont souvent copiées d'autres projets de construction. Cela a pour conséquence que seules les prestations standards sont réellement mises en concurrence. Afin de faire jouer la concurrence aussi sur les matériaux, produits et procédés à faible EGES, il convient de décrire explicitement ces prestations. C'est possible, par exemple, en s'appuyant sur les ecoDevis. Ensuite, un spécialiste devrait contrôler la conformité des soumissions avec les calculs des EGES effectués précédemment et/ou faire des propositions d'optimisation. Celles-ci doivent ensuite être discutées avec les entreprises dans le cadre des négociations d'adjudication.
Conseil : les ecoProduits constituent une excellente aide pour choisir des produits réduisant les EGES.
Délivrable : une brève note de contrôle par soumission sur les possibilités d'optimisation des prestations décrites.
- 41.C Mise à jour et vérification des calculs des EGES à la fin de l'appel d'offres (EAI, RMO)
Si le projet a subi des modifications importantes durant la phase d'appel d'offres (par ex. par la prise en compte de variantes d'entreprise), le calcul des EGES doit être mis à jour et vérifié (voir étape 31.B).
Délivrable : calcul actualisé des EGES lors de la construction et de l'exploitation.

5 Réalisation

51 Projet d'exécution

Les plans et les documents relatifs à l'exécution sont élaborés, si cela n'a pas déjà été fait lors d'une phase précédente. Les calendriers de paiement et de réalisation sont établis et la documentation est préparée.

- **51.A Mesures d'optimisation supplémentaires dans le projet d'exécution (EAI, RMO)**
Si les calculs des EGES effectués lors de la phase d'appel d'offres montrent que la valeur cible définie sera probablement dépassée, l'équipe de projet doit proposer des mesures pour la respecter (voir également l'étape 31.C). Le RMO décide ensuite de leur mise en œuvre. Des exemples de mesures possibles pour la construction et l'exploitation se trouvent à l'annexe 7.
Délivrable : liste de mesures d'optimisation pour la réduction des EGES.
- **51.B Contrôle de la conformité du projet d'exécution avec le projet de l'ouvrage (EAI, SCD)**
C'est lors de l'élaboration du projet d'exécution que tous les détails de mise en œuvre sont définis. C'est pourquoi il convient d'examiner si cela a conduit à des écarts importants par rapport au projet de l'ouvrage et quelles mesures peuvent être prises pour y remédier.
Délivrable : liste des écarts et des mesures correctives possibles.
- **51.C Mise à jour et vérification des calculs des EGES du projet d'exécution (EAI, SCD)**
Si le projet a subi des modifications importantes dans cette phase partielle, le calcul des EGES doit être mis à jour et vérifié (voir étape 31.B).
Délivrable : calcul actualisé des EGES lors de la construction et de l'exploitation.

52 Exécution de l'ouvrage

C'est l'étape de construction proprement dite. Elle nécessite de contrôler les travaux, en particulier la qualité, les coûts et les délais. En parallèle, la documentation utile au dossier de l'ouvrage doit être progressivement collectée.

- **52.A Contrôle de la conformité de l'exécution avec le projet d'exécution (EAI, SCD)**
Il y a souvent des écarts entre ce qui était projeté et l'exécution - par exemple parce qu'un produit n'est pas disponible à ce moment-là. Ces ajustements doivent être suivis et, si nécessaire, des corrections doivent être apportées - en particulier lorsque la valeur cible d'EGES ne peut être respectée que de justesse (voir également l'étape 41.A). Les données techniques sur les matériaux et produits utilisés doivent être demandées aux entreprises et vérifiées par un spécialiste. Le cas échéant, des changements de produits doivent être demandés aux entreprises.
Conseil : les ecoProduits constituent une excellente aide pour choisir les produits appropriés.
Délivrable : déclaration des produits pour chaque corps de métier, liste des écarts et des mesures correctives.
- **52.B Mise à jour et vérification des calculs des EGES en cours d'exécution (EAI, SCD)**
Si le projet a subi des modifications importantes au cours de la phase d'exécution et que la valeur cible d'EGES ne peut être respectée que de justesse, le calcul des EGES doit être mis à jour et vérifié (voir étape 31.B).
Délivrable : calcul actualisé des EGES de la construction et de l'exploitation.

53 Mise en service, achèvement

Le projet de construction achevé doit être mis en service en bonne et due forme avant d'être remis aux exploitants. Le respect des objectifs quant aux EGES doit également être vérifié durant cette phase partielle.

- 53.A Compilation de la documentation (EAI)

L'ensemble des calculs, des étapes d'optimisation et des déclarations doivent être réunis dans un rapport final. Il permet de prouver de manière compréhensible que les valeurs cibles définies au départ ont été respectées.

Une documentation détaillée sur l'ouvrage, axée sur les thèmes de l'entretien, de la réparation et des rénovations partielles, facilite le respect d'objectifs de durabilité pendant l'exploitation.

Délivrable : rapport final sur les EGES du projet, documentation sur l'ouvrage.

- 53.B Déposer les compléments après travaux à la demande de subvention (RMO, EAI)

De nombreux documents relatifs aux demandes de subvention doivent être remis après la fin de la réalisation. Le délai ultime de remise du dossier définitif doit être vérifié et anticipé. En effet le non respect des délais met en péril l'obtention effective d'une subvention.

Délivrable : dépôt des dossiers de subvention dans les délais.

- 53.C Entretien final et revue de processus (RMO, EAI)

Les expériences tirées de l'ensemble du processus devraient être discutées lors d'une réunion finale commune. En particulier, les aspects du processus perçus comme positifs ainsi que les erreurs à éviter devraient être brièvement résumés afin qu'une prochaine équipe de projet puisse s'appuyer sur ces éléments.

Délivrable : synthèse du retour d'expériences sur le processus, recommandations pour de futurs projets.

3 Annexe

Annexe 1 : Estimation approximative des EGES pour la construction et l'exploitation

En Suisse, les méthodes de calcul des EGES se basent essentiellement sur la norme SIA 390/1 et ses cahiers techniques subordonnés. Elle distingue à cet effet les trois domaines suivants : construction, exploitation et mobilité. Par souci de simplicité, le présent guide ne considère que les domaines de la construction et de l'exploitation.

La construction comprend la fabrication et la mise en place, le remplacement d'éléments de construction pendant l'utilisation ainsi que la déconstruction et l'élimination d'un bâtiment.

Le domaine de l'exploitation comprend les besoins en énergie utile ou finale pour les utilisations suivantes : chaleur, froid, ventilation, éclairage, appareils, installations techniques générales du bâtiment, ainsi que les installations spécifiques de l'utilisateur des locaux.

Le tableau ci-dessous permet d'estimer approximativement les EGES lors de la construction et de l'exploitation pour les premières phases du projet (phase 11 de la SIA). L'unité des valeurs d'émission est le kg d'équivalent CO₂ par m² de surface de référence énergétique et par an¹⁶.

Stratégie Ambition Maître d'ouvrage	Habitation		Administration		École	
	Haute	Faible	Haute	Faible	Haute	Faible
Rénovation/réutilisation simple	3.0	4.0	3.5	4.5	3.5	4.5
Rénovation/réutilisation coûteuse	4.5	6.0	5.0	6.5	5.0	6.5
Extension/rehaussement	5.5	7.0	5.5	7.5	6.0	7.5
Nouvelle construction	6.0	8.0	6.5	8.5	6.5	8.5

Tableau 3 : EGES lors de la construction et de l'exploitation pour les premières phases du projet. Unité : kg CO₂eq/m² SRE*a. Source : calculs propres.

Pour les projets dont la surface peut être prédéterminée avec une certaine précision, il est possible d'indiquer la valeur cible en valeur absolue (c.-à-d. multiplication de la surface de référence énergétique par la valeur du tableau, unité kg/a). Dans tous les autres cas, la valeur cible doit être fixée par m² de surface de référence énergétique. Elle peut être obtenue directement à partir du tableau.

Exemple : pour la rénovation d'un complexe scolaire existant, qui nécessite une intervention profonde en raison du mauvais état de la construction, il faut compter avec des émissions de gaz à effet de serre de 5 à 6,5 kg/m²*a. Si l'objectif est ambitieux, il faudrait partir de la valeur inférieure, si l'ambition est plutôt faible, il faudrait partir de la valeur supérieure.

Pour les projets mixtes (plusieurs types de travaux et/ou affectations et/ou ambitions), il est possible de calculer une cible sous forme de moyenne pondérée par la surface de référence énergétique.

¹⁶ La durée d'utilisation du bâtiment et de ses éléments de construction est définie dans le cahier technique SIA 2032.

Annexe 2 : Estimation des EGES pour la construction et l'exploitation

Pour une estimation plus précise des EGES, celles-ci doivent être déterminées en quatre étapes: construction de la surface chauffée, de la surface non chauffée, des installations photovoltaïques et exploitation.

Les tableaux suivants permettent de fixer des valeurs cibles pour les EGES dans les premières phases du projet (phases SIA 21 et 22) pour la construction en fonction du niveau d'ambition. Les EGES doivent être déterminées séparément pour les surfaces chauffées (surface de référence énergétique SRE ; Tableau 4 à Tableau 6), les surfaces non chauffées (surface de plancher SP moins SRE ;Tableau 7) et les installations photovoltaïques (Tableau 8) (pour une synthèse, voir la fin de cette section).

Avec la valeur cible « bas », les EGES sont réduites au minimum techniquement réalisable aujourd'hui. Cela implique des restrictions en conception et construction, ainsi qu'un surcroît de travail et de coûts. La valeur cible « moyenne » génère des émissions nettement inférieures à la pratique actuelle (sous la valeur limite 1 de Minergie-ECO). Ce niveau est exigeant mais aisément réalisable. La valeur cible « élevée » se situe entre les valeurs limites 1 et 2 de Minergie-ECO et peut être mise en œuvre sans surcoût notable, même par des équipes peu expérimentées.

Valeurs cibles des EGES construction pour les surfaces chauffées dans les bâtiments résidentiels

Stratégie	Construction	Compacité	Valeur cible bas	Valeur cible moyenne	Valeur cible élevé
Rénovation / changement d'affectation simple	Construction en bois	Elevée	2.5	3	4
		Faible	3	3.5	4.5
	Construction hybride	Elevée	2.5	3	4
		Faible	3	3.5	4.5
Rénovation / changement d'affectation coûteux	Construction massive	Elevée	2.5	3.5	4
		Faible	3	4	4.5
	Construction en bois	Elevée	3	3.5	4
		Faible	3.5	4	4.5
Extension / surélévation	Construction hybride	Elevée	3	4	4.5
		Faible	3.5	4.5	5
	Construction massive	Elevée	3	4	4.5
		Faible	3.5	4.5	5
Nouvelle construction	Construction en bois	Elevée	4	5	6.5
		Faible	4.5	5.5	7
	Construction hybride	Elevée	4.5	6	7
		Faible	5	6.5	7.5
Nouvelle construction	Construction massive	Elevée	5	7	8
		Faible	5.5	7.5	8.5
	Construction en bois	Elevée	5	6	7.5
		Faible	5.5	6.5	8
Construction hybride	Elevée	5.5	7	8	
	Faible	6	7.5	8.5	
Nouvelle construction	Construction massive	Elevée	6	8	9
		Faible	6.5	8.5	9.5

Tableau 4 : Valeurs cibles des EGES construction pour les surfaces chauffées dans les bâtiments résidentiels. Unité : kg CO_{2eq}/m² SRE*a. Source : calculs propres.

Valeurs cibles des EGES construction pour les surfaces chauffées des bâtiments administratifs

Stratégie	Construction	Compacité	Valeur cible bas	Valeur cible moyen	Valeur cible élevé
Rénovation / changement d'affectation simple	Construction en bois	Elevée	3	3.5	4.5
		Faible	3.5	4	5.5
	Construction hybride	Elevée	3	3.5	4.5
		Faible	3	4	5.5
Construction massive	Elevée	3	4	4.5	
	Faible	3.5	4.5	5	
Rénovation / changement d'affectation coûteux	Construction en bois	Elevée	3.5	4	4
		Faible	4	4.5	4.5
	Construction hybride	Elevée	3.5	4.5	4.5
		Faible	4	5	5
	Construction massive	Elevée	3.5	4.5	5
		Faible	3.5	5	6
Extension / surélévation	Construction en bois	Elevée	4.5	6	7.5
		Faible	5	6.5	8
	Construction hybride	Elevée	5.5	7	8
		Faible	6	7.5	8.5
	Construction massive	Elevée	6	8	9
		Faible	6.5	8.5	9.5
Nouvelle construction	Construction en bois	Elevée	5.5	7	8.5
		Faible	6	7.5	9
	Construction hybride	Elevée	6.5	8	9
		Faible	7	8.5	9.5
	Construction massive	Elevée	7	9	10
		Faible	7.5	9.5	10.5

Tableau 5 : Objectifs des EGES construction pour les surfaces chauffées dans les bâtiments administratifs. Unité : kg CO_{2eq}/m² SRE*a. Source : calculs propres.

Valeurs cibles pour les EGES construction pour les surfaces chauffées des écoles¹⁷

Stratégie	Construction	Compacité	Valeur cible bas	Valeur cible moyen	Valeur cible élevé
Rénovation / changement d'affectation simple	Construction en bois	Elevée	2.5	3.5	4.5
		Faible	3	4	5.5
	Construction hybride	Elevée	2.5	3.5	4.5
		Faible	3	4.5	5.5
	Construction massive	Elevée	2.5	3.5	4.5
		Faible	3	4	5
Rénovation / changement d'affectation coûteux	Construction en bois	Elevée	3	3.5	4
		Faible	3.5	4	4.5
	Construction hybride	Elevée	3	4	4.5
		Faible	3.5	4	5
	Construction massive	Elevée	3	4.5	5
		Faible	3.5	5	6
Agrandissement / Surélévation	Construction en bois	Elevée	4	5.5	7.5
		Faible	4.5	6	8
	Construction hybride	Elevée	4.5	6.5	8
		Faible	5	7	8.5
	Construction massive	Elevée	5	7.5	9
		Faible	5.5	8	9.5
Nouvelle construction	Construction en bois	Elevée	5	6.5	8.5
		Faible	5.5	7	9
	Construction hybride	Elevée	5.5	7.5	9
		Faible	6	8	9.5
	Construction massive	Elevée	6	8.5	10
		Faible	6.5	9	10

Tableau 6 : Valeurs cibles des EGES construction pour les surfaces chauffées dans les écoles. Unité : kg CO₂eq/m² SRE*a. Source : calculs propres.

¹⁷ Écoles primaires selon la norme SIA 390/1.

Valeurs cibles des EGES construction pour les surfaces non chauffées de tous les usages

Pour que la proportion en surface non chauffée spécifique au projet puisse être prise en compte lors de la fixation de la valeur cible, celui-ci doit être déterminé séparément à l'aide du Tableau 7 :

Stratégie	Construction	Niveaux de sous-sol	Valeur cible bas	Valeur cible moyen	Valeur cible élevé
Rénovation / changement d'affectation simple ou coûteux	Construction massive	Un	0.5	1	1
		Plusieurs			
	Construction massive avec PF*	Un			
		Plusieurs			
Agrandissement / Surélévation	Construction massive	Un	0.5	1	1
		Plusieurs			
	Construction massive avec PF*	Un			
		Plusieurs			
Nouvelle construction	Construction massive	Un	2	2.5	3.5
		Plusieurs	2.5	3	4
	Construction massive avec PF*	Un	3.5	4	4.5
		Plusieurs	4	4.5	5

Tableau 7 : Valeurs cibles des EGES construction pour les surfaces non chauffées dans les premières phases du projet. Unité : kg CO_{2eq}/m² (SP-SRE)*a. *PF : protection de la fouille (palplanches, paroi rugueuse, paroi de pieux forés, etc.). Les valeurs sont valables pour toutes les utilisations. Source : propres calculs.

Valeurs cibles des EGES construction pour les installations PV

Comme les installations PV ont une influence considérable sur les EGES lors de la construction et de l'exploitation, elles doivent être prises en compte séparément pour toutes les utilisations de la manière suivante :

Type de PV	Part de la surface dans la SRE	Valeur cible bas	Valeur cible moyen	Valeur cible élevé
Tous les types	0-2.5%	0	0	0
(sur toiture, intégré à la toiture, façade)	2.5-7.5%	0.5	0.5	0.5
	7.5-15%	1.0	1.0	1.0
	15-25%	1.5	1.5	1.5
	25-35%	2.5	2.5	2.5

Tableau 8 : Valeurs cibles des EGES construction pour les installations PV dans les premières phases du projet. Unité : kg CO_{2eq}/m² SRE*a. Source : calculs propres.

La part de SRE de l'installation PV se calcule comme suit :

$$\text{Part de SRE de l'installation PV} = \frac{\text{Surface de l'installation photovoltaïque}}{\text{Surface de référence énergétique}}$$

Dans la pratique, la surface PV des toits plats entièrement occupés est d'environ 60-70% et de 70-90% pour les toits inclinés.

Résumé des valeurs cibles des EGES construction

La combinaison des différentes valeurs pour les surfaces chauffées, les surfaces non chauffées et les installations PV pour obtenir la valeur cible de construction (VCc) s'effectue de la manière suivante :

$$VCc = \frac{(SRE * VC \text{ surface chauffée}) + ((SP - SRE) * VC \text{ surface non chauffée}) + SRE * VC \text{ inst. PV}}{SRE}$$

SRE : surface de référence énergétique ; SP : surface de plancher

Si les surfaces ne peuvent pas encore être déterminées avec suffisamment de précision, il est possible d'utiliser les parts relatives estimées des différentes catégories (SRE par affectation, surface non chauffée, surface PV).

Exemple : un nouveau bâtiment administratif compact de trois étages, qui doit être construit en bois, possède une SRE de 2'000 m² et une SP de 2'800 m². Le sous-sol comporte deux étages et la fouille doit être réalisée avec une protection de fouille. L'installation PV occupe environ 70% de la surface du toit de 700 m². C'est-à-dire que la part de la SRE de l'installation PV est de 70% * 700m² / 2000m² = 24.5%. Le maître d'ouvrage a une ambition moyenne en termes d'EGES.

Valeur cible pondérée pour le projet (construction) VCc =

$$\frac{(2000m^2 * 7kg/m^2*a) + ((2800m^2 - 2000m^2) * 4.5kg/m^2*a) + (2000m^2 * 1.5kg/m^2*a)}{2000m^2} = 10.3 kg/m^2*a$$

Valeurs cibles des EGES exploitation

Les tableaux ci-dessous permettent de fixer des valeurs cibles pour les EGES en phase d'exploitation (VCe) dans les premières phases du projet (phases SIA 21 et 22). Dans le cas de projets comportant plusieurs parties différentes (p. ex. existant et rénovation), les valeurs cibles doivent être calculées sur la base de leurs parts de surface.

La compacité du bâtiment, la qualité énergétique de l'enveloppe du bâtiment, l'efficacité des installations techniques du bâtiment et la taille de l'installation photovoltaïque sont des facteurs importants qui influent sur les émissions pendant l'exploitation.

L'énergie produite par une installation photovoltaïque a une grande influence sur les émissions de gaz à effet de serre. Le rapport entre la surface PV et la SRE est déterminant. Il dépend essentiellement du nombre d'étages. Il est par exemple beaucoup plus faible pour les immeubles que pour les pavillons à un étage. Les émissions grises de l'installation PV sont prises en compte dans la construction. En raison du bilan électrique positif du bâtiment pour les grandes installations, il en résulte parfois des valeurs négatives dans les tableaux ci-dessous.

Exemple : école avec 1'500 m² SRE de bâtiment existant non rénové 25-80a (sans PV) et 1'000 m² SRE d'extension avec certification Minergie-P (10% PV), l'ambition est moyenne en termes d'EGES :

$$\text{Valeur cible exploitation } VC_e = \frac{(6.0\text{kg/m}^2\cdot\text{a} * 1'500\text{m}^2) + (-0.5\text{kg/m}^2\cdot\text{a} * 1'000\text{m}^2)}{(1'500\text{m}^2 + 1'000\text{m}^2)} = 3.4\text{kg/m}^2\cdot\text{a}$$

Les valeurs cibles pour la construction et l'exploitation sont calculées en additionnant les valeurs pour la construction (surfaces chauffées, non chauffées et Installations PV, voir le texte sur Tableau 7) et l'exploitation :

Valeur cible construction et exploitation = Valeur cible construction + Valeur cible exploitation

Exemple : (valeurs de l'exemple précédent, extension d'une construction en bois de compacité élevée de 1'500 m² de surface plancher)

Valeur cible construction VCc =

$$\frac{(1'000\text{m}^2 * 6.5\text{kg/m}^2\cdot\text{a}) + (500\text{m}^2 * 1.0\text{kg/m}^2\cdot\text{a}) + (1'000\text{m}^2 * 1.0\text{kg/m}^2\cdot\text{a})}{1'000\text{m}^2} = 8.0\text{kg/m}^2\cdot\text{a}$$

Valeur cible construction et exploitation = 8.0kg/m²*a + 3.4kg/m²*a = 11.4kg/m²*a

Valeurs cibles des EGES exploitation pour les bâtiments résidentiels

Stratégie	Niveau énergétique. État du bâtiment, âge	Surface PV/SRE	Valeur cible bas	Valeur cible moyen	Valeur cible élevé	
Existant, aucune intervention	Non rénové, >80a	>10%	1.5	4.5	5.5	
		0-10%	3.5	6.5	7.5	
		0%	4.5	7.5	8.5	
	Non rénové, 25-80a	>10%	2.0	5.0	6.0	
		0-10%	4.0	7.0	8.0	
		0%	5.0	8.0	9.0	
	Non rénové, <25a	>10%	-0.5	2.0	3.0	
		0-10%	2.5	4.5	5.5	
		0%	4.5	6.5	8.0	
	Rénové au cours des 10 dernières années	>20%	-2.5	-1.5	0.0	
		0-20%	0.5	1.5	3.0	
		0%	3.5	4.5	6.5	
Rénovation énergétique	Degré d'intervention faible	>35%	-2.5	-1.5	0.0	
		20-35%	0.5	1.5	3.0	
		<20%	3.5	4.5	6.5	
	Degré d'intervention moyen	>35%	-3.0	-2.0	-0.5	
		20-35%	0.0	1.0	2.5	
		<20%	3.0	4.0	6.0	
	Degré d'intervention élevé	>35%	-5.0	-4.0	-2.5	
		20-35%	-2.5	-1.5	0.5	
		<20%	0.5	1.5	3.5	
	Nouvelle construction / Extension / surélévation	Standard	>35%	-5.0	-4.0	-2.5
			20-35%	-2.5	-1.5	0.5
			<20%	0.5	1.5	3.5
Minergie		>35%	-5.0	-4.0	-2.5	
		20-35%	-2.5	-1.5	0.5	
		<20%	0.5	1.5	3.5	
Minergie-P		>35%	-5.5	-4.5	-3.0	
		20-35%	-3.0	-2.0	0.0	
		<20%	0.0	1.0	3.0	

Tableau 9 : Valeurs cibles des EGES exploitation (VCe) pour les surfaces chauffées dans les bâtiments résidentiels. Unité : kg CO₂eq/m² SRE*a. Source : calculs propres.

Valeurs cibles des EGES exploitation pour les bâtiments administratifs

Stratégie	Niveau énergétique. État du bâtiment, âge	Surface PV/SRE	Valeur cible bas	Valeur cible moyen	Valeur cible élevé	
Existant, aucune intervention	Non rénové, >80a	>10%	3.0	6.0	7.0	
		0-10%	5.0	8.0	9.0	
		0%	6.0	9.0	10.0	
	Non rénové, 25-80a	>10%	3.5	6.5	7.5	
		0-10%	5.5	8.5	9.5	
		0%	6.5	9.5	10.5	
	Non rénové, <25a	>10%	2.0	4.0	5.0	
		0-10%	4.0	6.0	7.5	
		0%	6.0	8.0	9.5	
	Rénové au cours des 10 dernières années	>20%	0.0	1.0	2.5	
		0-20%	2.5	3.5	5.0	
		0%	5.5	6.5	8.5	
Rénovation énergétique	Degré d'intervention faible	>35%	0.0	1.0	2.5	
		20-35%	2.5	3.5	5.0	
		<20%	5.5	6.5	8.5	
	Degré d'intervention moyen	>35%	-0.5	0.5	2.0	
		20-35%	2.0	3.0	4.5	
		<20%	5.0	6.0	8.0	
	Degré d'intervention élevé	>35%	-2.5	-1.5	0.0	
		20-35%	0.0	1.0	3.0	
		<20%	3.0	4.0	6.0	
	Nouvelle construction / Extension / surélévation	Standard	>35%	-2.5	-1.5	0.0
			20-35%	0.0	1.0	3.0
			<20%	3.0	4.0	6.0
Minergie		>35%	-3.0	-2.0	-0.5	
		20-35%	-0.5	0.5	2.5	
		<20%	2.5	3.5	5.5	
Minergie-P		>35%	-3.5	-2.5	-1.0	
		20-35%	-0.5	0.5	2.5	
		<20%	2.5	3.5	5.5	

Tableau 10 : Valeurs cibles des EGES exploitation (VCe) pour les surfaces chauffées dans les bâtiments administratifs. Unité : kg CO_{2eq}/m² SRE*a. Source : propres calculs.

Valeurs cibles des EGES exploitation pour les écoles

Stratégie	Niveau énergétique. État du bâtiment, âge	Surface PV/SRE	Valeur cible bas	Valeur cible moyen	Valeur cible élevé
Existant, aucune intervention	Non rénové, >80a	>10%	-3.0	0.0	1.0
		0-10%	0.0	3.0	4.0
		0%	2.5	5.5	6.5
	Non rénové, 25-80a	>10%	-2.5	0.5	1.5
		0-10%	0.5	3.5	4.5
		0%	3.0	6.0	7.0
	Non rénové, <25a	>10%	-3.5	-1.5	0.0
		0-10%	-0.5	2.0	3.0
		0%	2.5	4.5	6.0
	Rénové au cours des 10 dernières années	>20%	-4.0	-3.0	-1.5
		0-20%	-1.0	0.0	1.5
		0%	2.0	3.0	5.0
Rénovation énergétique	Degré d'intervention faible	>35%	-4.0	-3.0	-1.5
		20-35%	-1.0	0.0	1.5
		<20%	2.0	3.0	5.0
	Degré d'intervention moyen	>35%	-4.5	-3.5	-2.0
		20-35%	-1.5	-0.5	1.0
		<20%	1.5	2.5	4.5
	Degré d'intervention élevé	>35%	-6.0	-5.0	-3.5
		20-35%	-3.5	-2.5	-0.5
		<20%	-0.5	0.5	2.5
Nouvelle construction / Extension / surélévation	Standard	>35%	-6.0	-5.0	-3.5
		20-35%	-3.5	-2.5	-0.5
		<20%	-0.5	0.5	2.5
	Minergie	>35%	-6.5	-5.5	-4.0
		20-35%	-4.0	-3.0	-1.0
		<20%	-1.0	0.0	2.0
	Minergie-P	>35%	-7.0	-6.0	-4.5
		20-35%	-4.5	-3.5	-1.5
		<20%	-1.5	-0.5	1.5

Tableau 11 : Valeurs cibles des EGES exploitation (VCe) pour les surfaces chauffées dans les écoles. Unité : kg CO_{2eq}/m² SRE*a. Source : calculs propres.

Annexe 3 : Outils pour le calcul des EGES

Le calcul des EGES est généralement effectué à l'aide d'un outil d'analyse de cycle de vie. La méthode de calcul utilisée est décrite dans le cahier technique SIA 2032¹⁸.

Les outils suivants sont adaptés au calcul des EGES et de l'énergie grise des projets de construction (sélection non exhaustive, une liste actualisée des outils d'écobilan accrédités par ecobau¹⁹ se trouve [ici](#)) :

Nom	Domaine	Phases	Licence	Lien
Enerweb	Construction, exploitation	31-52	annuelle	www.enerweb.ch
Greg	Construction	31-52	durée indéterminée	www.energiekonzepte.ch/greg
Lesosai	Construction, exploitation	31-52	durée indéterminée	www.lesosai.ch
THERMO	Construction, exploitation	31-52	durée indéterminée	www.thermo-bauphysik.ch
vyn	Construction, exploitation	31-52	annuelle	www.vyn.tech
Ecotool*	Construction, exploitation	31-52	gratuit	www.ecotool.org
Minergie*	Construction	31-32	gratuit	www.minergie.ch
SIA 2040*	Construction, exploitation	31-32	annuelle	www.energytools.ch

Tableau 12 : Outils de calcul des EGES et de l'énergie grise.

Les outils marqués d'un * ne sont PAS accrédités par ecobau et ne sont pas autorisés pour la justification détaillée dans le cadre de projets Minergie-ECO ou SNBS. Source : Site web ecobau, complété.

¹⁸ Il existe des différences entre le calcul pour la trajectoire climatique SIA (norme SIA 390/1) et celui de Minergie-Eco (ainsi que SNBS Hochbau, SGNI, etc.), qui concernent principalement les surfaces non chauffées et les installations solaires.

¹⁹ Les outils d'analyse du cycle de vie accrédités par ecobau ont été vérifiés en ce qui concerne l'implémentation correcte de la méthode de calcul, l'actualité des données utilisées et la lisibilité des résultats générés.

Annexe 4 : Erreurs fréquentes dans l'écobilan d'un bâtiment

Dans une analyse de Minergie²⁰ sur les écobilans de bâtiments, diverses erreurs récurrentes de modélisation ont été identifiées (liste non exhaustive) :

- Composants manquants
- Surface des éléments de construction incorrecte ou différente du justificatif énergétique ou du modèle de plan
- Structure des éléments de construction incomplète (p. ex. revêtement extérieur manquant, car non pertinent pour la valeur U)
- Hypothèses quantitatives erronées (p. ex. en cas de chevauchement des revêtements/couvertures)
- Quantités ne correspondent pas à l'unité fonctionnelle (par exemple, indication en m² au lieu de m¹)
- Les durées d'amortissement ne correspondent pas aux prescriptions du cahier technique SIA 2032
- Dimension incorrecte (p. ex. erreur de virgule, erreur d'unité ; surtout pour les couches minces)
- Masse volumique incorrecte (surtout pour les isolants)
- Béton armé : oubli d'armature ou teneur en armature trop faible (surtout pour les poutres, les poteaux, le béton précontraint, etc.)
- Technique du bâtiment : composants manquants (par ex. installations PV, systèmes de ventilation, distribution de chaleur)
- Rénovations : les nouvelles couches sont définies comme existantes (ou inversement)

²⁰ Graue Energie im praktischen Vollzug – Vereinheitlichung der Nachweisverfahren für Graue Energie. Minergie, 2014.

Annexe 5 : Quantités de matériaux primaires ou secondaires nécessaires

Les quantités de matériaux nécessaires varient en fonction du type de construction et de l'utilisation. Le Tableau 13 permet d'estimer grossièrement les quantités nécessaires en fonction du type de construction et de l'utilisation du bâtiment.

Construction	Matériau	Besoin approximatif		
		Habitation [m ³ /m ² EBF]	Administration [m ³ /m ² EBF]	École [m ³ /m ² EBF]
Construction lourde en bois	Bois	0.46	0.58	0.57
Construction légère en bois	Bois	0.33	0.45	0.47
Construction hybride bois-béton	Bois	0.12	0.20	0.20
Construction lourde en terre	Terre	0.79	1.00	0.92
	Bois	0.11	0.13	0.16
Construction légère en terre	Terre	0.20	0.24	0.18
	Bois	0.25	0.29	0.33
Construction porteuse en paille	Paille	0.26	0.47	0.46
	Terre	0.18	0.22	0.16
	Bois	0.23	0.26	0.30
Construction non porteuse en paille	Paille	0.17	0.24	0.24
	Terre	0.18	0.22	0.16
	Bois	0.26	0.31	0.33

Tableau 13 : Quantités de matières premières (ou secondaires) nécessaires. Source : propres calculs.

Instructions : la surface de référence énergétique probable doit être multipliée par les valeurs du Tableau 13. Le résultat correspond à la quantité absolue de matériau nécessaire en m³.

Exemple : construction légère en terre, bâtiment administratif avec 1'800 m² de surface de référence énergétique.

Terre : $0.24 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 1'800 \text{ m}^2 = 430 \text{ m}^3$ (arrondi)

Bois : $0.29 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 1'800 \text{ m}^2 = 520 \text{ m}^3$ (arrondi)

Annexe 6 : Délai d'approvisionnement en matériaux locaux

Les matériaux locaux présentent certains avantages : Les longues distances de transport sont supprimées, les coûts sont généralement moins élevés et l'origine ainsi que les processus de transformation sont connus. Cependant, les délais de mise à disposition de ces matériaux peuvent être élevés, surtout pour les grandes quantités. Le Tableau 14 permet d'estimer ces délais.

Matériau	Étapes de travail	Quantité [m ³]	Délai approximatif avant le début des travaux [mois]
Bois ²¹	Planification forestière	0-200	30
	Coupe de bois	200-500	31
	Sciage et traitement	500-1'000	33
	Séchage	>1'000	46 ²²
	Transport		
Terre ²³	Expertise du sol	0-200	10
	Préparation du traitement,	200-500	13
	Excavation et stockage	500-1'000	20
	Traitement et séchage	>1'000	26
	Temps d'attente dû aux conditions météorologiques Transport de matériel supplémentaire		
Paille	Planification et réservation	0-200	8
	Temps d'attente avant la livraison	200-500	9
	Transport	500-1'000	12
	Stockage	>1'000	24 ²⁴

Tableau 14 : Délai nécessaire pour les matériaux locaux. Source : ecobau.

Pour les projets de construction pour lesquels une combinaison de matériaux est prévue, la plus grande des deux valeurs du Tableau 14 doit être utilisée.

Exemple : construction en terre légère, bâtiment administratif avec 1'800 m² de surface de référence énergétique.

Terre : 430 m³ -> 13 mois

Bois : 520 m³ -> 31 mois

Le lancement de l'approvisionnement en matériaux locaux doit donc avoir lieu environ 31 mois avant le début de la construction.

²¹ Hypothèses de départ : Coupe de bois l'hiver suivant, le temps d'attente est utilisé pour la planification forestière. Séchage à l'air des sections sciées (env. 18 mois pour les grandes sections).

²² Si les quantités de bois sont très importantes, la coupe pour l'approvisionnement local doit avoir lieu sur deux années différentes.

²³ Hypothèse : terre provenant principalement du site du projet, seules de petites quantités doivent être importées d'autres chantiers.

²⁴ Si les quantités de paille sont très importantes, la récolte doit avoir lieu sur deux années différentes.

Annexe 7 : Mesures d'optimisation pour la construction et l'exploitation

Mesure	Phases SIA 112				
	1	2	3	4	5
Examiner de manière critique les besoins en surfaces et volumes, inclure uniquement les locaux strictement nécessaires dans le programme, et prévoir un concept pour une éventuelle extension.					
Examiner de manière critique les exigences posées aux locaux (insonorisation, protection contre l'incendie, température/humidité, équipement technique du bâtiment, etc.)					
Exploiter les synergies potentielles entre certains locaux du programme, afin de minimiser les besoins en espace (p. ex. combiner le réfectoire et l'aula, la salle de pause et de réunion)					
Maximiser la compacité (minimiser les décrochements dans l'enveloppe du bâtiment, éviter les volumétries défavorables t.q. bâtiments sur un seul niveau, etc.)					
Viser un ratio élevé entre surfaces utiles et surfaces de plancher (minimisation des surfaces de dégagement, d'installations, de construction, etc.)					
Minimiser le volume des sous-sols (parkings, entrepôts, archives, etc.)					
Minimiser les enceintes de fouilles renforcées (en pieux forés, palplanches, etc.)					
Minimiser des fondations spéciales (pieux, etc.)					
Proportion adéquate de fenêtres par rapport à la surface de la façade (habitation: <45%, administration/école: <35%)					
Concevoir une structure porteuse verticale avec descente directe des charges (pas de porte-à-faux entre étages, pas de grands locaux au rez-de-chaussée)					
Choix de portées adaptées à l'utilisation et aux changements d'affectation possibles (logement env. 6m, administration et écoles env. 7.5m)					
Exploiter les synergies entre différentes exigences posées aux éléments de construction (p. ex. isolation acoustique, protection contre l'incendie et masse thermique combinées dans un mur de séparation massif)					
Utiliser des principes de construction simples et aussi peu nombreux que possible					
Prévoir une bonne protection des façades contre les intempéries (auvents, socles de façades) et/ou matériaux résistants aux intempéries					
Utilisation d'éléments de construction réemployés (poutres en acier, poutres en bois, poteaux et dalles en béton, fenêtres, etc.)					
Remplacer les éléments de construction en acier et en béton par des éléments de construction en matières premières renouvelables ou disponibles localement et peu transformées (bois, terre, paille etc.)					
Remplacement de produits en bois collés (bois lamellé-collé, contreplaqué, MDF, etc.) par des produits en bois non collés ou peu collés (bois massif, bois contrecollé duo, bois massif abouté, panneaux 3 plis)					
Minimisation des matériaux en matière synthétique et de ceux à base de ciment					
Renoncer aux enduits, revêtements, plafonds suspendus, peintures, etc.					
Choisir des produits certifiés selon un label fixant des valeurs limites aux EGES (par ex. eco 1, eco 2)					

Tableau 15 : Mesures possibles pour réduire les EGES dans la construction. Les zones gris foncé indiquent un potentiel élevé, les zones gris clair un potentiel moyen. Sources : SIA 390/1, ecobau.

Mesure	Phases SIA 112				
	1	2	3	4	5
Maximiser la compacité, regrouper les locaux à température de consigne similaire					
Enveloppe thermique sans points faibles et avec une épaisseur optimale (minimisation des ponts thermiques évitables, t.q les dalles continues intérieur-extérieur pour les balcons)					
Examiner de manière critique les besoins (températures de consigne en périodes de chauffage et de refroidissement, humidité de l'air, taux de renouvellement d'air, etc.)					
Utilisation de moyens "low-tech" pour la ventilation, le refroidissement et l'humidification (par ex. rafraîchissement nocturne par les fenêtres)					
Approvisionnement en chaleur et en froid exclusivement à partir d'énergie renouvelable					
Exploitation des surfaces de toitures non accessibles appropriées et, le cas échéant, des surfaces de façades, pour des installations photovoltaïques					
Installations techniques, de transport et d'éclairage à haute efficacité énergétique					
Utilisation systématique des rejets thermiques (installations informatiques, installations frigorifiques industrielles, eaux usées, entreprises de production voisines, etc.)					

Tableau 16 : Mesures possibles pour réduire les EGES dans l'exploitation. Les zones gris foncé indiquent un potentiel élevé, les zones gris clair un potentiel moyen. Sources : SIA 390/1, ecobau.

Annexe 8 : Exemple de présentation des résultats de l'écobilan des bâtiments

La présentation des résultats de l'écobilan du bâtiment doit être aussi simple et claire que possible. Une subdivision en construction et exploitation est judicieuse, car dans les constructions du secteur public, les coûts de ces deux parties sont généralement imputés à des unités différentes.

Pour les projets dont le programme des locaux peut être déterminé de manière fixe et pour lesquels aucun écart important n'est souhaité, la comparaison peut être effectuée en valeur absolue (en kg de CO₂eq/a). Pour tous les autres projets, elle doit être rapportée à la surface de référence énergétique.

Ci-dessous, un exemple de comparaison des EGES de différents projets en compétition.

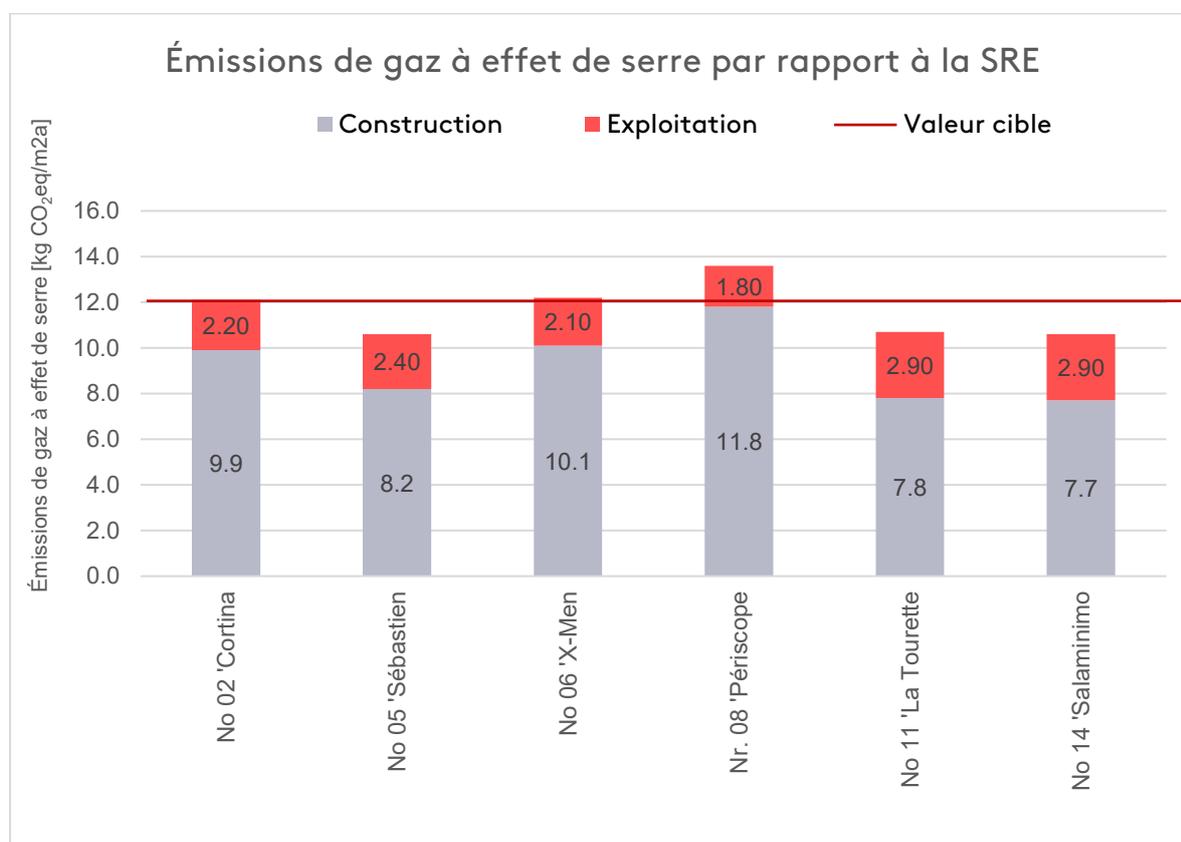


Figure 3 : Représentation graphique des EGES lors de la construction et de l'exploitation pour différents projets, ainsi que la valeur cible visée. La valeur de référence est la surface de référence énergétique. Source : intep sg gmbh.

Une présentation claire des résultats de l'écobilan pour un seul projet est décrite [dans le "Règlement pour l'accréditation des logiciels d'écobilan pour le complément ECO"](#) (en allemand).

Annexe 9 : Modèle de textes et outils pour les participants aux procédures de sélection

Objectifs de construction durable du maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage est attaché à un mode de construction durable. Outre une qualité urbanistique et architecturale élevée, le bâtiment possède une structure porteuse utilisable (et réemployable) sur le long terme.

Les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites au minimum, tant lors de la construction que lors de l'exploitation. Le maître d'ouvrage a donc fixé à cet effet une valeur limite de $X.X \text{ kg } \text{eqCO}_2/\text{m}^2$ de SRE et par an.

Grande flexibilité d'affectation

Dans les nouvelles constructions, une structure porteuse judicieusement conçue doit garantir qu'elle puisse être utilisée de manière flexible. Des hauteurs de plafond généreuses créent de bonnes conditions, non seulement pour un climat intérieur agréable ou la lumière naturelle, mais aussi pour une flexibilité de réaffectation des locaux. L'emploi systématique d'assemblages réversibles entre les éléments de construction ayant des durées d'utilisation différentes (séparation des systèmes) permet de rénover et d'entretenir sans déconstruction inutile d'éléments à plus longue durée de vie et autorise le réemploi des éléments remplacés (design to disassemble). Dans la même logique, aucune conduite de chauffage, de ventilation ou d'évacuation des eaux usées ne doit être incorporée en dalle. Des gaines techniques suffisamment grandes, situées au centre et accessibles, permettent en outre un accès flexible aux principaux locaux d'utilisation.

Haute efficacité d'utilisation des surfaces construites

Moins construire permet de réduire l'impact sur l'environnement, la consommation de ressources et les coûts. C'est pourquoi il faut chercher à répondre aux besoins en minimisant la surface de plancher (par ex. mutualiser l'usage de certains locaux). Dans ce même objectif, la disposition des locaux et leur organisation en plan doivent permettre de maximiser la proportion de surface utile (minimiser les surfaces de dégagement, d'installation et de construction).

Installations techniques "low-tech"

Les solutions de haute technologie pour contrôler et réguler le climat intérieur sont gourmandes en ressources et entraînent des dépenses élevées en termes d'exploitation et d'entretien. C'est pourquoi le projet vise à obtenir un bon climat intérieur avec le moins de dépenses techniques et énergétiques possible.

Il convient donc d'étudier des principes de ventilation et d'aération naturels ainsi qu'un refroidissement nocturne sécurisé (intempéries, vols, etc.). Les composants nécessaires (par ex. atriums, cours intérieures, cheminées d'aération) doivent être intégrés aux réflexions conceptuelles sur l'architecture du bâtiment. Dans la mesure du possible, il convient de renoncer à un refroidissement actif par des machines frigorifiques (sauf en combinaison avec des pompes à chaleur eau glycolée/eau).

Le concept d'installations doit par ailleurs permettre une adaptation facile à l'évolution des besoins futurs.

Faible impact environnemental lors de la construction

Afin de pouvoir respecter la valeur limite fixée par le maître d'ouvrage, les mesures suivantes doivent être envisagées :

- Viser un ratio élevé entre surfaces utiles et surface de plancher (minimisation des surfaces de dégagement, d'installations et de construction)
- Minimiser le volume des sous-sols (parkings, etc.)
- Minimisation des enceintes de fouilles renforcées (parois de pieux forés, palplanches, etc.)
- Minimisation des fondations spéciales (pieux, etc.)
- Maximisation de la compacité (minimiser les décrochements dans l'enveloppe du bâtiment, éviter les volumétries défavorables t.q. bâtiment sur un seul niveau, etc.)
- Part de fenêtres appropriée (Habitat : <45%, administration/école : <35%, en proportion de la surface de façades ; attention : sur les façades sud, même un pourcentage plus faible peut déjà entraîner une surchauffe estivale)
- Structure porteuse verticale avec descente directe des charges (pas de porte-à-faux entre étages, pas de grands locaux au rez-de-chaussée)
- Choix de portées adaptées à l'utilisation (et aux changements d'affectation possibles) (logement env. 6m, administration et écoles env. 7.5m)
- Bonne protection des façades contre les intempéries (auvents, socles de façades) et/ou matériaux résistants aux intempéries
- Remplacer les éléments de construction en acier et en béton par des éléments de construction en matières premières renouvelables ou disponibles localement et peu transformées (bois, terre, paille, pierre naturelle, etc.).

Faible impact environnemental dans l'exploitation

Afin de pouvoir respecter les valeurs limites fixées par le maître d'ouvrage, les mesures suivantes doivent être envisagées :

- Maximiser la compacité, regrouper les locaux à température de consigne similaire
- Enveloppe thermique sans points faibles et avec une épaisseur optimale (minimisation des ponts thermiques évitables, t.q. les dalles continues intérieur-extérieur pour les balcons)
- Minimiser les apports de chaleur en dehors de la période de chauffage (voir aussi part des fenêtres)
- Utilisation de moyens "low-tech" pour la ventilation, le refroidissement et l'humidification (par ex. rafraîchissement nocturne par les fenêtres)
- Approvisionnement en chaleur et en froid au moyen d'énergie renouvelable
- Installations techniques, de transport et d'éclairage à haut rendement
- Utilisation systématique des rejets thermiques (installations informatiques, installations frigorifiques industrielles, eaux usées, entreprises de production voisines, etc.)
- Exploitation des surfaces de toitures non accessibles appropriées et, le cas échéant, des surfaces de façades, pour des installations photovoltaïques