

# Travail de Bachelor 2024

Informatique de gestion

## Secure energy building advisor



Étudiant :

**François Brouchoud**

Professeur :

**David Wannier**

---

## **Source de l'illustration de la page de titre**

HES-SO Valais-Wallis, Denis Emery / Photo-genic.ch, image modifiée avec une capture d'écran du *proof of concept* sur <https://energyadvisor.iemweb.hevs.ch>

# Résumé

Ce travail de bachelor porte sur le développement d'une application web destinée à conseiller les particuliers sur les aspects énergétiques de leurs bâtiments. Le *proof of concept* développé en Angular et en ASP.NET Core, vise à offrir aux utilisateurs un accès à des formations sur l'énergie ainsi qu'à des conseils personnalisés basés sur les données spécifiques de leur logement. Ces données ont été récupérées via les API de Map Geo Admin de la Confédération.

Le document inclut un état de l'art sur les plateformes existantes, une liste des bonnes pratiques en matière de sécurité informatique et de protection des données, ainsi qu'un choix technologique basé sur des critères prédéfinis. Le projet a été conduit en suivant la méthodologie Agile Scrum, en intégrant les pratiques DevOps, ainsi qu'en mettant en place des tests de sécurité SAST et DAST.

Après quatre sprints de développement, l'application a été livrée au mandant, le laboratoire d'Exergy Management de la HES-SO Valais.

**Mots clés : Conseils énergétiques, Rénovation énergétique, Application web, ASP.NET Core, Angular, Scrum, DevOps, Sécurité informatique**

# Avant-propos

Ce projet a été réalisé dans le cadre du travail de bachelor en Informatique de Gestion à la HES-SO Valais-Wallis, en cursus à temps partiel. Il a été suivi par le Professeur David Wannier, responsable de l'unité de recherche *Energy Application and System Integration* (EASILab) à l'Institut Informatique, et professeur dans la filière Informatique de Gestion.

Le projet développé dans ce travail de bachelor répond à une demande du laboratoire « Exergy Management Lab » du Professeur Stéphane Genoud. Ce laboratoire, rattaché à l'Institut Entrepreneuriat & Management, souhaite développer une application web destinée à fournir des conseils en énergie aux particuliers, ainsi qu'à proposer des recommandations spécifiques pour leurs bâtiments. En plus d'être pratique, cette plateforme doit permettre aux utilisateurs de s'enregistrer, tout en respectant les exigences légales de la protection des données. Par ailleurs, elle doit être développée en suivant les bonnes pratiques en matière de sécurité informatique.

Les objectifs de ce travail sont d'analyser les plateformes existantes dans le domaine, de faire un choix technologique guidé par des critères prédéfinis et de réaliser une implémentation concrète sous la forme d'un *proof of concept*. Pour mener à bien ce projet, la méthodologie agile Scrum a été adoptée en intégrant des pratiques de DevOps pour garantir une gestion de projet efficace.

Ce document inclut également, comme introduction, une analyse de la situation énergétique actuelle pour expliquer l'importance de développer une telle plateforme.

Les principales difficultés rencontrées au cours de ce projet incluent l'utilisation du *framework* Angular, qui n'avait pas été étudié durant le cursus du bachelor, ainsi que la mise en place de pipelines sur Azure, laquelle a présenté des défis techniques importants.

Ce travail a permis non seulement de mettre en pratique les connaissances acquises dans plusieurs modules du cursus, mais aussi de développer de nouvelles compétences, notamment en programmation, en cybersécurité, ainsi que dans le domaine de l'énergie.

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur David Wannier pour son suivi tout au long de ce travail de bachelor et pour ses conseils pertinents.

Je souhaite également remercier Noemi Imboden, doctorante à l'Exergy Management Lab, pour sa participation active et sa disponibilité en tant que *Product Owner*, ainsi que pour le contenu textuel de la plateforme.

Je remercie également les personnes qui ont apporté leur soutien :

- Stéphane Genoud, Professeur à l'Exergy Management Lab, pour la proposition de ce travail de bachelor.
- Jean-Luc Beuchat, Professeur à l'Institut Informatique, pour une séance de conseils sur la sécurité informatique des *frameworks*.
- Gwenaëlle Gustin, collaboratrice au EASILab, pour m'avoir donné des conseils sur la mise en œuvre de la gestion de projet SCRUM sur Azure DevOps.
- Jérémie Vianin, collaborateur au EASILab, pour avoir pris le temps de discuter de l'intégration de ce projet sur des plateformes existantes au EASILab.
- Iman Afshari, collaborateur à l'Exergy Management Lab, pour m'avoir présenté la plateforme GROUP-IT Photovoltaïque pour permettre d'évaluer le potentiel d'intégration.
- Bertrand Gaudard, collaborateur à l'Exergy Management Lab, pour m'avoir présenté le projet naissant GROUP-IT Rénovations Énergétiques pour permettre d'évaluer le potentiel d'intégration.
- Ma famille pour leur relecture attentive et leur soutien tout au long de ce travail de bachelor.

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>vi</b>
<b>Table des figures</b>	<b>x</b>
<b>1 Contexte énergétique</b>	<b>2</b>
1.1 Enjeux de la rénovation énergétique du bâtiment . . . . .	2
1.1.1 Isolation thermique de la maison . . . . .	3
1.1.2 Remplacement des systèmes de chauffage . . . . .	3
1.1.3 Installations de panneaux solaires . . . . .	4
1.1.4 Réduction de la consommation des appareils ménagers . . . . .	5
1.2 Bénéfices pour les propriétaires . . . . .	6
1.3 Contexte énergétique en Suisse . . . . .	7
1.3.1 La Stratégie énergétique 2050 . . . . .	7
1.3.2 Impact de la loi sur la rénovation des bâtiments . . . . .	7
1.4 Difficulté de l'accès à l'information . . . . .	9
1.5 Le laboratoire d'Exergy Management et ses projets . . . . .	10
1.5.1 Le laboratoire de recherche . . . . .	10
1.5.2 GROUP-IT Panneaux photovoltaïques . . . . .	10
1.5.3 GROUP-IT Rénovation énergétique . . . . .	11
<b>2 Analyse des besoins</b>	<b>13</b>
2.1 Besoins de l'Exergy Management Lab . . . . .	13
2.2 Public cible . . . . .	13
2.3 Données utilisées . . . . .	14
2.4 Normes de sécurité . . . . .	16
<b>3 État de l'art des plateformes énergétiques</b>	<b>18</b>
3.1 Objective-A . . . . .	18
3.1.1 Fonctionnalités . . . . .	19
3.1.2 Technologies . . . . .	20
3.2 Energuide.ch . . . . .	20
3.2.1 Fonctionnalités . . . . .	21
3.2.2 Technologies . . . . .	21
3.3 Energie Plus . . . . .	22
3.3.1 Fonctionnalités . . . . .	22

3.3.2	Technologies . . . . .	23
3.4	Energie-environnement.ch . . . . .	24
3.4.1	Fonctionnalités . . . . .	24
3.4.2	Technologies . . . . .	25
3.5	Suisse Energie . . . . .	26
3.5.1	Fonctionnalités . . . . .	26
3.5.2	Technologies . . . . .	27
3.6	Map Geo Admin et ses couches . . . . .	27
3.6.1	Fonctionnalités . . . . .	28
3.6.2	Technologies . . . . .	28
3.7	Mobetic et projets apparentés . . . . .	29
3.7.1	Fonctionnalités . . . . .	29
3.7.2	Technologies . . . . .	30
3.8	GROUP-IT Panneaux photovoltaïques . . . . .	30
3.8.1	Fonctionnalités . . . . .	31
3.8.2	Technologies . . . . .	32
3.9	Récapitulatif . . . . .	33
3.10	Conclusion . . . . .	34
<b>4</b>	<b>Contexte de la sécurité informatique</b>	<b>35</b>
4.1	Loi sur la protection des données . . . . .	35
4.1.1	Formulaire de consentement . . . . .	36
4.1.2	Registre de traitement . . . . .	37
4.2	Menaces de sécurité potentielles . . . . .	38
4.2.1	Contrôle d'accès défaillant . . . . .	38
4.2.2	Défaillances cryptographiques . . . . .	38
4.2.3	Injections . . . . .	39
4.2.4	Conception non sécurisée . . . . .	39
4.2.5	Mauvaise configuration de sécurité . . . . .	39
4.2.6	Composants vulnérables et obsolètes . . . . .	40
4.2.7	Identification et authentification de mauvaise qualité . . . . .	40
4.2.8	Manque d'intégrité des données du logiciel . . . . .	40
4.2.9	Carence des systèmes de contrôle et de journalisation . . . . .	40
4.2.10	Falsification de requête côté serveur . . . . .	41
4.3	Tests de sécurité . . . . .	41
4.3.1	Static application security testing (SAST) . . . . .	41
4.3.2	Dynamic application security testing (DAST) . . . . .	42
4.3.3	Software Composition Analysis (SCA) . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Choix des technologies</b>	<b>43</b>
5.1	Architecture du projet . . . . .	43
5.2	Technologies <i>frontend</i> actuelles . . . . .	44

## Table des matières

---

5.2.1	Vue.js	44
5.2.2	React	44
5.2.3	Angular	44
5.2.4	ASP.NET Core MVC	45
5.2.5	ASP.NET Blazor	45
5.2.6	Flutter	46
5.3	Technologies <i>backend</i> actuelles	46
5.3.1	Django	46
5.3.2	Flask	46
5.3.3	Express.js	47
5.3.4	ASP.NET Core API	47
5.3.5	Laravel	48
5.4	Critères et choix	48
5.4.1	Popularité et ancienneté	49
5.4.2	Sécurité	50
5.4.3	Connaissances de l'auteur	50
5.4.4	Intégration aux projets existants	51
5.4.5	Coût de déploiement	51
5.5	Récapitulatif et justification du choix	52
5.6	Architecture choisie avec les technologies	53
<b>6</b>	<b>Implémentation et gestion du projet</b>	<b>54</b>
6.1	Sprint 0 : Préparation de l'environnement et recherches	55
6.1.1	Sprint 0.1	55
6.1.2	Sprint 0.2	57
6.2	Sprint 1 : Développement de la partie formation	59
6.3	Sprint 2 - Implémentation de l'authentification	61
6.4	Sprint 3 - Affichage des données du bâtiment	64
6.5	Sprint 4 - Affichage du potentiel solaire	68
6.6	Diagramme de vélocité et burn-up chart	73
6.7	Usage du DevOps	74
6.7.1	Pipeline CI/CD	75
6.7.2	Tests de sécurité	75
6.7.3	Déploiement	77
6.8	Guide de la plateforme	78
6.8.1	Accès à la plateforme en tant qu'utilisateur	78
6.8.2	Administration de la plateforme	81
<b>7</b>	<b>Conclusion</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>Utilisation de l'intelligence artificielle</b>	<b>84</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>85</b>

<b>I</b>	<b>Données du travail de bachelor</b>	<b>95</b>
<b>II</b>	<b>Product backlog</b>	<b>98</b>
<b>III</b>	<b>Choix des frameworks</b>	<b>100</b>
III.1	Backend - popularité . . . . .	100
III.2	Frontend - popularité . . . . .	101
III.3	Framework - sécurité . . . . .	102
<b>IV</b>	<b>Modélisation de la base de données</b>	<b>103</b>
<b>V</b>	<b>Suivi des heures</b>	<b>104</b>

# Table des figures

1.1	Graphique de consommation d'énergie finale par catégorie de consommateur Source : l'auteur avec les données de l'OFS (2023a) . . . . .	2
1.2	Pertes de chaleur d'une maison construite avant 1974 et non isolée Source : ADEME (2023, p. 4) . . . . .	3
1.3	Une pompe à chaleur produit 100 % de chaleur utile à partir de 65 % à 80 % de chaleur de l'environnement et du reste en électricité. Source : SUISSE ENERGIE (s. d.-b) . . . . .	4
1.4	Fonctionnement du solaire photovoltaïque avec captage de la lumière, transformation du courant et possibilité de réinjection sur le réseau Source : BUREAU D'ÉTUDE ÉNERGIE SOLAIRE SUISSE (2021) . . . . .	5
1.5	Répartition de la consommation des appareils des logements. Source : l'auteur avec les données de SUISSE ENERGIE (2021, p. 2) . . . . .	5
1.6	Campagne anti-gaspillage de la Confédération Source : CONSEIL FÉDÉRAL (2022)	8
2.1	RegBL : données du bâtiment du Foyer à Sierre, avec indication du système de chauffage Source : REGBL (2024) . . . . .	14
2.2	Exemple d'estimation d'émissions de CO <sub>2</sub> pour le bâtiment de la Rue du Bourg 28 à Sierre Source : OFEV (2023) . . . . .	16
3.1	Page d'accueil du site Objective-A Source : ZUFFEREY (s. d.-b) . . . . .	18
3.2	Exemple de simulation des besoins en chaleur d'une maison à Sierre Source : ZUFFEREY (s. d.-b) . . . . .	19
3.3	Page d'accueil du site energuide.ch Source : ZUFFEREY (s. d.-a) . . . . .	20
3.4	Récupération des données du RegBL sur energuide.ch démontrée par la réponse de la requête dans les DevTools Source : Capture d'écran de l'auteur avec contenu du site energuide.ch ZUFFEREY (s. d.-a) . . . . .	21
3.5	Page d'accueil du site Energie Plus avec ses menus Source : ENERGIE PLUS (2021)	22
3.6	Conseil sur la régulation du chauffage électrique Source : ENERGIE PLUS (s. d.) . .	23
3.7	Page d'accueil du site energie-environnement.ch avec ses thématiques Source : ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH (s. d.-b) . . . . .	24
3.8	Calcul des besoins en chaleur présenté sur le site avec une image GIF interactive Source : ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH (2023) . . . . .	25
3.9	Section bâtiment du site Suisse énergie Source : SUISSE ENERGIE (s. d.-c) . . . .	26
3.10	Calculateur des coûts d'une installation solaire Source : SUISSE ENERGIE (s. d.-d) .	27

3.11	Affichage du potentiel solaire des toits et des installations de production d'électricité dans le secteur du Techno-pôle sur map.geo.admin.ch Source : SWISSTOPO (2024)	28
3.12	Mobetic et ses projets apparentés Source : EASILAB (2024)	29
3.13	Formulaire de saisie pour la simulation de la consommation des déplacements en véhicule. Source : EASILAB (2024)	30
3.14	Menu du formulaire GROUP-IT Source : GROUP-IT (2024)	31
3.15	Exemple de question du formulaire GROUP-IT Source : GROUP-IT (2024)	31
4.1	Capture d'écran de l'annonce de limitation du nombre de requêtes à l'API pour la Mise à disposition des données (MADD) du RegBL Source : REGBL (s. d.)	39
4.2	Interface de ZAP présentant et expliquant les vulnérabilités détectées Source : capture d'écran de l'auteur	42
5.1	Architecture en couches du <i>proof of concept</i> Source : l'auteur	43
5.2	Les trois fichiers d'un composant Angular (Template, Style et le Component) Source : capture d'écran de l'auteur	45
5.3	Illustration du pattern MVC avec les échanges Source : RAVAILLE (2022)	45
5.4	Classement 2024 des frameworks web <i>frontend</i> et <i>backend</i> Source : STACK OVERFLOW (2024)	49
5.5	Architecture finale du <i>proof of concept</i> Source : l'auteur	53
6.1	Planification des sprints sur Azure DevOps Source : capture d'écran de l'auteur	54
6.2	User Stories du sprint 0 sur Azure DevOps Source : capture d'écran de l'auteur	55
6.3	Features du projet sur Azure DevOps Source : capture d'écran de l'auteur	56
6.4	Email envoyé avant la réunion intermédiaire de sprint 0 Source : capture d'écran de l'auteur	57
6.5	Maquette de la page d'accueil sur Figma au sprint 0 Source : capture d'écran de l'auteur	58
6.6	Maquette des pages de formation sur Figma au sprint 0 Source : capture d'écran de l'auteur	58
6.7	User Stories du Sprint 1 sur Azure DevOps Source : capture d'écran de l'auteur	59
6.8	Structure des composants Angular de la formation Source : graphique de l'auteur	59
6.9	Email envoyé avant la review du Sprint 1 Source : capture d'écran de l'auteur	60
6.10	User Stories du Sprint 2 sur Azure DevOps Source : capture d'écran de l'auteur	61
6.11	Configuration de la base de données SQL Server sur Azure Source : capture d'écran de l'auteur	61
6.12	Email envoyé avant la Sprint Review 2 Source : capture d'écran de l'auteur	63
6.13	Burn down chart du sprint 2 à partir de l'évaluation des tâches au 10 juillet Source : capture d'écran de l'auteur	64
6.14	User Stories du Sprint 3 sur Azure DevOps Source : capture d'écran de l'auteur	64
6.15	Diagramme de séquence des appels API à Map Geo Admin Source : l'auteur	65
6.16	Tableau de correspondance des codes et des sources d'énergie dans le RegBL Source : Capture d'écran (OFS, 2024)	66

6.17	Diagramme de séquence pour la sauvegarde des données du bâtiment Source : l'auteur . . . . .	67
6.18	Email envoyé avant la review du Sprint 3 Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	67
6.19	Burn down chart du sprint 3 à partir de l'évaluation des tâches le 23 juillet Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	68
6.20	User Stories et bugs du Sprint 4 sur Azure DevOps Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	69
6.21	Structure des formations en énergie Source : l'auteur . . . . .	69
6.22	Diagramme de séquence pour l'obtention du potentiel solaire Source : l'auteur . . . . .	70
6.23	Refactor de l'application Angular Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	71
6.24	Burn down chart du sprint 4 à partir de l'évaluation des tâches le 1er août Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	71
6.25	Email envoyé avant la review du Sprint 4 Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	72
6.26	Diagramme de vélocité du projet Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	73
6.27	Burn-up chart du projet Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	73
6.28	Utilisation de DevOps dans le projet Source : graphique de l'auteur . . . . .	74
6.29	Pipeline CI/CD sur Azure Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	75
6.30	Avertissement SonarLint d'absence de namespace Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	76
6.31	Avertissement SonarCloud concernant la désactivation de la sécurisation Angular Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	76
6.32	Avertissement SonarCloud concernant une politique CORS trop permissive Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	76
6.33	Alerte ZAP concernant la configuration inter-domaines d'Azure Static Web Apps Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	77
6.34	Page d'accueil de l'application Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	78
6.35	Page des thèmes de formation Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	79
6.36	Page du choix de la formation Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	79
6.37	Page de la formation Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	80
6.38	Page des conseils énergétiques sur le bâtiment Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	80
6.39	Gérer son compte Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	81
6.40	Liste des formations à éditer Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	81
6.41	Édition d'une formation Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	82
6.42	Édition d'une formation Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	82
III.1	Comparatif de la popularité des frameworks backend Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	100
III.2	Comparatif de la popularité des frameworks frontend Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	101
III.3	Comparatif de la sécurité des framework Source : capture d'écran de l'auteur . . . . .	102

# Liste des tableaux

3.1	Récapitulatif des sites internet existants Source : l'auteur . . . . .	33
5.1	Comparaison des frameworks frontend Source : l'auteur . . . . .	52
5.2	Comparaison des frameworks backend Source : l'auteur . . . . .	52

# Glossaire

**ADEME** Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (France)

**API** Interface de Programmation d'Applications (Application Programming Interface)

**AWS** Amazon Web Services

**CI/CD** Intégration Continue/Déploiement Continu (Continuous Integration/Continuous Deployment)

**CSRF** Cross-Site Request Forgery

**DAST** Test de Sécurité des Applications Dynamique (Dynamic Application Security Testing)

**EML** Exergy Management Lab

**IDE** Environnement de Développement Intégré (Integrated Development Environment)

**IEE** Institut Énergie et Environnement

**IEM** Institut Entrepreneuriat & Management

**JSON** JavaScript Object Notation : format structuré de données

**JWT** JSON Web Token : jeton sécurisé utilisé pour l'authentification et l'autorisation.

**LIPDA** Loi cantonale sur l'information du public, la protection des données et l'archivage

**LPD** Loi sur la protection des données

**MVC** Modèle-Vue-Contrôleur (Model-View-Controller)

**OFEV** Office Fédéral de l'Environnement

**OFEN** Office Fédéral de l'Énergie

**OFS** Office Fédéral de la Statistique

**ORM** Object Relational Mapping : correspondance entre objets et bases de données relationnelles.

**OWASP** Open Web Application Security Project

**RegBL** Registre Fédéral des Bâtiments et des Logements

**RGPD** Règlement Général sur la Protection des Données

**SAST** Test de Sécurité des Applications Statique (Static Application Security Testing)

**SCA** Analyse de la Composition Logicielle (Software Composition Analysis)

**SSRF** Falsification de Requête Côté Serveur (Server-side Request Forgery)

**SQL** Structured Query Language

**URL** Uniform Resource Locator

**XSS** Cross-Site Scripting

**ZAP** Zed Attack Proxy

## Glossaire des termes de la méthode de gestion de projet Scrum

Ce glossaire représente un aperçu des termes spécifiques à l'utilisation de Scrum comme méthode de gestion de projet agile.

**Burn-down Chart :**

Diagramme montrant le travail restant dans un backlog au fil du temps (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Product Backlog (Backlog Produit) :**

Liste ordonnée des travaux à accomplir pour créer et maintenir un produit (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Product Owner (Propriétaire du Produit, PO) :**

Responsable maximisant la valeur d'un produit en gérant les exigences métiers et fonctionnelles(SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Scrum :**

Cadre léger aidant les équipes à générer de la valeur via des solutions adaptatives (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Sprint :**

Période d'un mois ou moins (dans ce projet deux semaines) qui sert de conteneur pour les événements Scrum (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Sprint Goal (Objectif du sprint) :**

Objectif court du sprint, souvent un problème à résoudre (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Sprint Planning (Planification du sprint) :**

Réunion initiale du sprint où l'équipe Scrum planifie le travail à accomplir durant le sprint, détermine les User Stories à réaliser et les convertit en tâches (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Sprint Retrospective (Rétrospective du sprint) :**

Réunion pour inspecter le sprint écoulé et planifier des améliorations (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Sprint Review (Revue du Sprint) :**

Réunion pour inspecter ce qui est réalisé lors du sprint et ajuster le backlog (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**Story Point :**

Unité de mesure utilisée dans Scrum pour estimer la complexité ou la quantité de travail requise pour implémenter une User Story (SCRUM.ORG, s. d.-b).

**User Story :**

Pratique de développement logiciel agile provenant de l'Extreme Programming pour exprimer les exigences du point de vue de l'utilisateur final. Dans Scrum, elle est souvent utilisée pour exprimer les éléments fonctionnels du Product Backlog (SCRUM.ORG, s. d.-a).

**Velocity (Vélocité) :**

Indicateur du travail du backlog transformé en incrément de produit durant un sprint (SCRUM.ORG, s. d.-b).

# Introduction

Face à un contexte énergétique mondial de plus en plus préoccupant, la nécessité de trouver des solutions encourageant la transition énergétique devient une priorité. La Suisse, confrontée à une forte dépendance énergétique envers l'étranger, a placé la rénovation énergétique des bâtiments au cœur de ses priorités, notamment avec la loi sur l'énergie 2050 (DETEC, s. d.). C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail de bachelor, qui propose de développer une plateforme web dédiée à la formation et au conseil dans le domaine énergétique du bâtiment.

Ce travail de bachelor met en œuvre le développement d'une application web qui propose des formations sur l'énergie ainsi que des conseils spécifiques sur les logements, en s'appuyant sur des données de la Confédération. L'objectif est de permettre aux visiteurs d'accéder facilement à des formations ciblées ainsi qu'à des conseils personnalisés, tout en leur donnant la possibilité de s'enregistrer sur la plateforme afin de garantir un suivi. Ainsi, cette plateforme devra respecter la loi sur la protection des données et intégrer les bonnes pratiques en matière de sécurité informatique. Le développement de cette solution repose sur une analyse des plateformes existantes et une sélection des technologies les plus appropriées. Cela a permis l'implémentation de la plateforme sous la forme d'un *proof of concept*.

Le rapport qui suit est structuré en plusieurs parties. Tout d'abord, une présentation du contexte énergétique suisse et des enjeux associés à la rénovation des bâtiments met en évidence la nécessité de ce projet. Suite à l'analyse des besoins, un état de l'art des plateformes existantes est réalisé afin de prendre connaissance de leur fonctionnement et également d'évaluer leurs potentiels d'intégration. Ensuite, les aspects de sécurité informatique seront abordés afin de relever les pratiques à prendre en compte. Cela permettra de déboucher sur les choix technologiques. Enfin, la dernière partie concerne l'implémentation du *proof of concept* guidé par la méthodologie agile Scrum.

# 1 | Contexte énergétique

Pour bien saisir le but du projet *Secure energy building advisor*, il est nécessaire de comprendre le contexte énergétique actuel. En Suisse, et plus largement dans le monde, la question de la consommation d'énergie ainsi que l'efficacité énergétique des bâtiments est cruciale. La rénovation énergétique des bâtiments est devenue une priorité pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. Actuellement, la Suisse fait face à des défis énergétiques importants, dus notamment à sa dépendance aux importations d'énergie de l'étranger, comme le souligne l'Office fédéral de la statistique (OFS, 2023b). À cela s'ajoute, pour les particuliers, la difficulté d'accès à des informations claires et compréhensibles sur la rénovation énergétique, ce qui représente souvent un obstacle pour qu'ils entament une rénovation de leur logement. Ces défis liés à la pénurie d'énergie et à la complexité de l'accès à l'information ont motivé le laboratoire d'Exergy Management à imaginer un outil qui permet de simplifier la compréhension des aspects énergétiques du bâtiment, car il fournit des conseils concrets aux particuliers dans la rénovation énergétique de leur logement.

## 1.1 Enjeux de la rénovation énergétique du bâtiment

En Suisse, la consommation énergétique des ménages représente environ 27 % de la consommation d'énergie finale<sup>1</sup> du pays. En ajoutant la consommation d'énergie du secteur des services, le secteur du bâtiment atteint une consommation d'un peu plus de 40 % de l'énergie finale (OFS, 2023a).

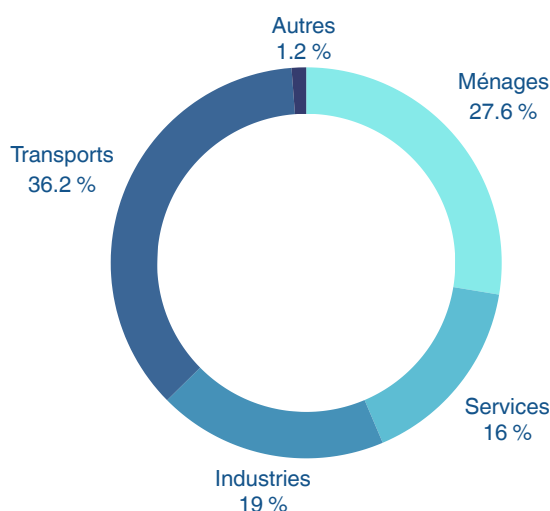


FIGURE 1.1 – Graphique de consommation d'énergie finale par catégorie de consommateur  
Source : l'auteur avec les données de l'OFS (2023a)

1. L'énergie finale est l'énergie directement utilisée par les consommateurs, comme l'électricité et le mazout, après transformation et distribution à partir des sources d'énergie primaire (OFS, 2023a).

## 1.1 Enjeux de la rénovation énergétique du bâtiment

Cette consommation d'environ 40 % rendait, en 2022, le secteur du bâtiment responsable d'environ un quart des émissions de gaz à effet de serre (MON PLAN CLIMAT, 2022). Dans ce contexte, la rénovation énergétique des bâtiments est devenue importante pour plusieurs raisons. Elle permet de réduire la consommation d'énergie, d'améliorer l'efficacité énergétique des maisons et ainsi de participer à la lutte contre le changement climatique.

Selon l'Office fédéral de l'énergie (OFEN, 2023, p. 1), environ 70 % de la consommation est imputable au chauffage de la maison. Si une rénovation est réalisée au standard dit Minergie®, il est possible de diminuer la consommation d'énergie d'environ de moitié (SWISS ENERGYScope, 2015). Voici quelques exemples concrets qui illustrent les actions de rénovation possibles.

### 1.1.1 Isolation thermique de la maison

En améliorant l'isolation des murs, de la toiture et des fenêtres, les pertes de chaleur peuvent être réduites, permettant ainsi de diminuer les besoins en chauffage de la maison. Selon l'ADEME (2023, p. 4), les pertes d'énergie sont estimées de 25 % à 35 % à cause d'un toit mal isolé, de 20 % à 25 % à cause des murs mal isolés, et de 10 % à 15 % pour des fenêtres mal isolées. Ainsi, réaliser une bonne isolation de la maison contribue à des économies d'énergie non négligeables.

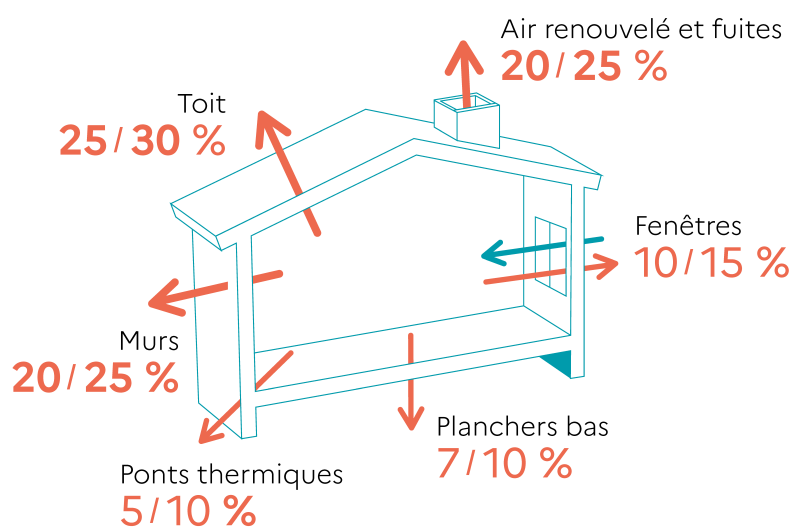


FIGURE 1.2 – Pertes de chaleur d'une maison construite avant 1974 et non isolée  
Source : ADEME (2023, p. 4)

### 1.1.2 Remplacement des systèmes de chauffage

Le remplacement d'un chauffage traditionnel comme un chauffage au mazout, au gaz ou à l'électricité par une pompe à chaleur est une solution efficace pour réduire la consommation d'énergie. Une pompe à chaleur fonctionne comme un réfrigérateur inversé, c'est-à-dire que le système puise de l'énergie de l'extérieur comme dans l'air, le sol ou l'eau. Ces sources

## Chapitre 1. Contexte énergétique

d'énergie renouvelable dites gratuites sont ensuite transformées en chaleur pour la maison avec un meilleur rendement que les systèmes de chauffage classiques (CHAUFFEZ RENOUVELABLE, s. d.).

Selon SUISSE ENERGIE (s. d.-b), les pompes à chaleur fonctionnant à l'électricité produisent 100 % d'énergie utile, dont 65 à 80 % proviennent de ces sources renouvelables externes. Cela contribue ainsi à diminuer fortement la consommation énergétique du bâtiment. De plus, les pompes à chaleur modernes permettent également de climatiser le logement et augmentent ainsi la polyvalence du système.

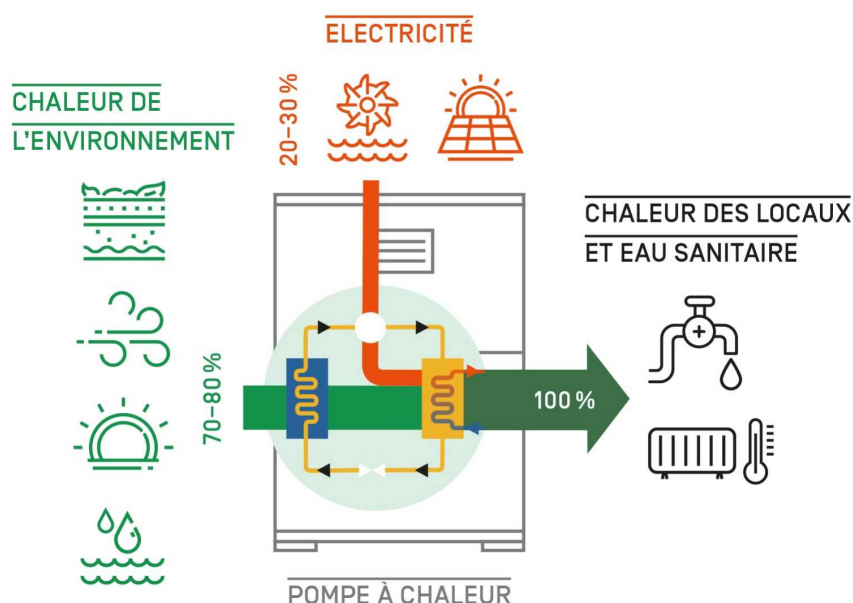


FIGURE 1.3 – Une pompe à chaleur produit 100 % de chaleur utile à partir de 65 % à 80 % de chaleur de l'environnement et du reste en électricité.

Source : SUISSE ENERGIE (s. d.-b)

### 1.1.3 Installations de panneaux solaires

L'installation de panneaux solaires est une autre solution pour réduire la consommation d'énergie, en équipant la surface du toit avec des panneaux photovoltaïques. Ces panneaux transforment l'énergie de rayonnement solaire en énergie électrique grâce aux cellules solaires. Ensuite, le courant généré doit être converti au moyen d'un onduleur en courant alternatif. Ce courant devient utilisable par les appareils du logement tels qu'une pompe à chaleur, et peut aussi être réinjecté sur le réseau électrique s'il y a un excédent de production (SWISSOLAR, s. d.).

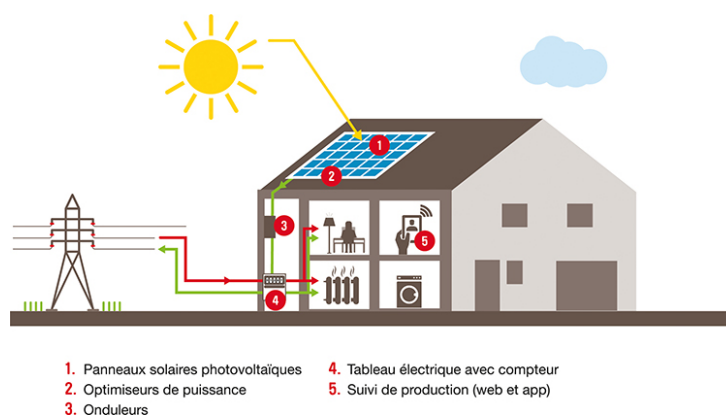


FIGURE 1.4 – *Fonctionnement du solaire photovoltaïque avec captage de la lumière, transformation du courant et possibilité de réinjection sur le réseau*  
Source : BUREAU D'ÉTUDE ÉNERGIE SOLAIRE SUISSE (2021)

### 1.1.4 Réduction de la consommation des appareils ménagers

En Suisse, un ménage type consomme environ 5000 kWh d'électricité par an (SUISSE ENERGIE, 2021, p. 1). Pour donner une idée, cela correspond à laisser allumer un four à raclette en continu pendant 200 jours. La figure 1.5 montre la répartition de la consommation d'un ménage type.

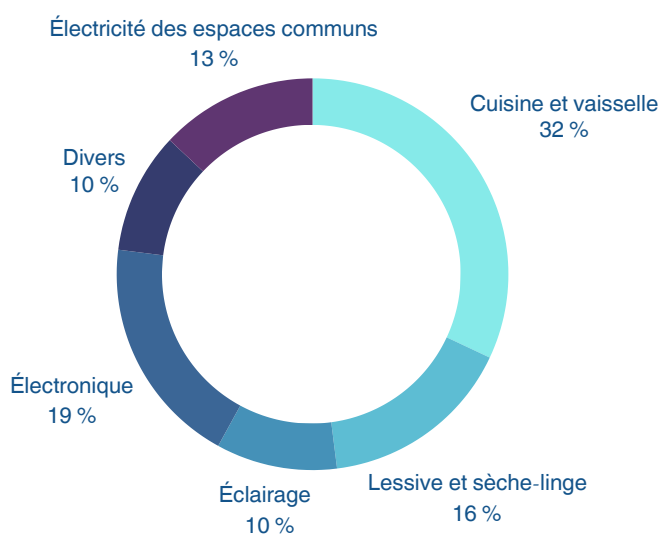


FIGURE 1.5 – *Répartition de la consommation des appareils des logements.*  
Source : l'auteur avec les données de SUISSE ENERGIE (2021, p. 2)

Pour réduire la consommation, plusieurs mesures peuvent être prises, notamment :

#### **Remplacement des vieux appareils électroménagers par des appareils atteignant la classe A**

En effet, les nouveaux appareils ayant une étiquette énergétique haute consomment beaucoup moins d'énergie que les anciens appareils. Par exemple, un réfrigérateur de classe C consomme environ 60 % d'énergie en moins qu'un ancien appareil (SUISSE ENERGIE, 2022, p. 9).

### Remplacement de vieilles ampoules par des ampoules LED

En effet, les nouvelles ampoules LED consomment jusqu'à 80 % moins d'énergie que les ampoules traditionnelles et durent également plus longtemps. Selon ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH (s. d.-a), une ampoule LED peut durer plus de 20 ans et offre un bon rendement lumineux (> 100 lumens par watt).

### Installation de systèmes de domotique pour optimiser la consommation énergétique de la maison

La domotique permet de contrôler les appareils électriques tels que des chauffages connectés, de manière intelligente, et à distance. Cela permet de réaliser des économies d'énergie. Le projet européen domOS, dont la HES-SO Valais est partie prenante, explore l'utilisation de la domotique pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. Selon une étude, l'intégration de capteurs et de systèmes de gestion centralisés peut réduire la consommation d'énergie de 8 % à 18 % pour le chauffage (DONGO et al., 2022).

## 1.2 Bénéfices pour les propriétaires

En plus des avantages environnementaux, la rénovation énergétique offre aux propriétaires de nombreux avantages pour effectuer la rénovation de leur logement. Tout d'abord, elle permet de réaliser des économies financières sur le long terme grâce à la réduction des coûts énergétiques liés au chauffage et aux différentes mesures citées dans la section précédente.

Ensuite, une maison rénovée apporte un meilleur confort grâce à une température plus stable, et également une meilleure esthétique si les façades ont été refaites (SERVICE DE L'ÉNERGIE ET DES FORCES HYDRAULIQUES, 2021b).

De plus, la valeur immobilière des propriétés rénovées tend à augmenter. Les investissements dans la rénovation énergétique peuvent rendre les logements plus attractifs et augmenter leur valeur. Des études montrent une plus-value de 2 % à 11 % pour les logements rénovés (DINAMIC, 2015).

Enfin, il existe des avantages financiers pour les rénovations énergétiques. D'une part, le Programme Bâtiments de la Confédération et des cantons offre sous conditions des subventions pour les rénovations telles que l'amélioration de l'isolation ou le remplacement d'une installation de chauffage. (SERVICE DE L'ÉNERGIE ET DES FORCES HYDRAULIQUES, 2021b). D'autre part, il est possible de réaliser des économies d'impôts, car les dépenses de la rénovation énergétique sont déductibles des impôts sur le revenu. Finalement, certaines banques soutiennent la rénovation en proposant des prêts hypothécaires avec des taux attractifs (SUISSE ÉNERGIE, CONFÉRENCE DES SERVICES CANTONAUX DE L'ÉNERGIE, 2022).

### 1.3 Contexte énergétique en Suisse

#### 1.3.1 La Stratégie énergétique 2050

La Suisse dépend encore beaucoup des importations d'énergie de l'étranger avec notamment le gaz et les produits pétroliers. Selon l'OFS (2023b), environ trois quarts de l'énergie consommée en Suisse est importée. Cette dépendance rend le pays vulnérable aux restrictions internationales, à la fluctuation des prix et aux tensions géopolitiques. L'analyse de GENOUD (2022) illustre cela en 2022, alors que la Suisse faisait face à une baisse des livraisons des gaz russes et à l'arrêt des réacteurs nucléaires français.

Pour faire face à ces défis, la Suisse a adopté une stratégie énergétique appelée la Stratégie énergétique 2050, visant à restructurer son approvisionnement énergétique. La Loi sur l'énergie 2050, votée par le peuple en mai 2017, fixe des objectifs clairs pour réduire la consommation d'énergie et augmenter la part des énergies renouvelables. Les objectifs de la stratégie sont les suivants :

- la promotion des énergies renouvelables en Suisse ;
- la réduction de la dépendance aux énergies fossiles importées ;
- la diminution de la consommation énergétique ;
- l'augmentation de l'efficacité énergétique (DETEC, s. d.).

Ces objectifs incluent une réduction de 43 % de la consommation d'énergie par habitant par rapport à 2000 d'ici 2035 (ASSEMBLÉE FÉDÉRALE DE LA CONFÉDÉRATION SUISSE, 2024, art. 3, Loi sur l'énergie). Avec l'acceptation de la loi sur l'électricité du 9 juin 2024, les bases nécessaires sont créées pour accroître davantage la production d'énergie solaire, avec une estimation d'une couverture de 50 % de la consommation Suisse d'ici 2050 (SWISSOLAR, 2024).

#### 1.3.2 Impact de la loi sur la rénovation des bâtiments

La mise en œuvre de la Loi sur l'énergie 2050 a influencé la rénovation énergétique avec plusieurs mesures.

##### **Campagne de sensibilisation**

En 2022, le Conseil fédéral a lancé une vaste campagne d'économies d'énergie sous le slogan "L'énergie est limitée. Ne la gaspillons pas". L'objectif de cette initiative est de sensibiliser la population à l'importance d'économiser l'énergie par des gestes simples, afin d'éviter une situation de pénurie (CONSEIL FÉDÉRAL, 2022).

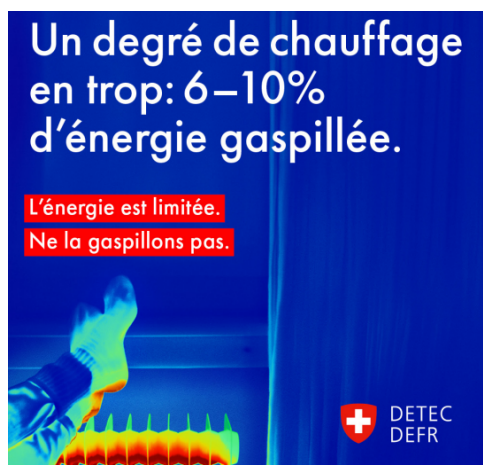


FIGURE 1.6 – Campagne anti-gaspillage de la Confédération  
Source : CONSEIL FÉDÉRAL (2022)

### Subventions et incitations

La loi a également renforcé les programmes de subventions, notamment à travers le Programme Bâtiment, qui offre des aides financières pour les rénovations énergétiques. De plus, les communes participent également à des subventions. Selon le SERVICE DE L'ÉNERGIE ET DES FORCES HYDRAULIQUES (2021a), 64 % des communes valaisannes octroient des subventions pour les rénovations.

### Programme du bâtiment 2050+

Suite à la Loi sur l'énergie 2050, la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie a établi un document nommé Politique du bâtiment 2050+. Ce document donne des valeurs cibles à atteindre dans le secteur du bâtiment. Par exemple, les besoins de chauffage doivent être diminués de 30 % d'ici à 2050 et la production ne peut plus provenir d'énergie fossile (CONFÉRENCE DES DIRECTEURS CANTONAUX DE L'ÉNERGIE, 2022). De plus, six principes sont définis afin d'atteindre les objectifs du secteur du bâtiment :

- **Efficacité énergétique** : Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments.
- **Chaleur renouvelable** : Utilisation exclusive de chaleur renouvelable pour les nouveaux bâtiments et remplacement des systèmes à énergie fossile dans les bâtiments existants.
- **Production d'électricité renouvelable** : Les bâtiments doivent utiliser l'électricité produite sur place. L'utilisation du photovoltaïque est encouragée.
- **Numérisation** : Utilisation des technologies numériques pour optimiser la gestion énergétique des bâtiments.
- **Rôle d'exemple des cantons** : Installation de systèmes de chauffage à énergie renouvelable et utilisation d'électricité renouvelable dans les bâtiments cantonaux.

- **Énergie grise**<sup>2</sup> : Minimisation de la consommation d'énergie grise tout au long du cycle de vie des bâtiments.

### 1.4 Difficulté de l'accès à l'information

Malgré les efforts et les incitations déployés pour promouvoir la rénovation énergétique et la sobriété énergétique, l'accès à l'information reste un obstacle important pour beaucoup de particuliers. En effet, il ressort que les propriétaires manquent d'accès simple à des informations concrètes et compréhensibles découlant des initiatives visant à améliorer l'efficacité énergétique de leurs bâtiments.

D'une part, au niveau de la sensibilisation à l'économie d'énergie, il ressort dans un article de la RTS (2023) que les efforts de sensibilisation du Conseil Fédéral, bien que visibles, n'ont pas entièrement atteint l'objectif. La campagne de 2022 visant à réduire de 10 % la consommation d'électricité n'a entraîné qu'une baisse de 4 %. Cet écart montre qu'il faut améliorer la sensibilisation.

D'autre part, en ce qui concerne la rénovation énergétique, il reste des efforts à faire sur l'information. Par exemple, en France, dans une étude d'AUSSILLOUX et BAÏZ (2020), il est relevé l'obstacle informationnel, que ce soit par ignorance des dispositifs d'accompagnement ou par mauvaise compréhension due à la complexité de l'information. Aussi, selon un article du magazine Immobilier, les propriétaires peinent à trouver leurs droits en matière de déductions ou subventions (MÜLLER, 2024).

En plus de ces obstacles, une enquête de la Haute École Spécialisée de Lucerne révèle que 64 % de répondants propriétaires de maison ont cité la complexité technique et architecturale (« *Technische und bauliche Komplexität* ») comme un défi majeur. Cela montre que les propriétaires manquent d'informations compréhensibles et estiment que la rénovation énergétique est difficile à comprendre et à mettre en œuvre sans aide. Cette complexité technique est la difficulté la plus fréquemment mentionnée, particulièrement pour les immeubles collectifs et lors de travaux d'isolation thermique (DROMETER et al., 2023). Cela souligne l'importance de pouvoir accéder à des informations et des conseils concrets afin que l'encouragement à la rénovation énergétique soit favorisé.

---

2. L'énergie grise est l'énergie totale consommée pour l'extraction, la fabrication, le transport, la construction, l'entretien, la rénovation, la démolition et le recyclage des matériaux d'un bâtiment.

### 1.5 Le laboratoire d'Exergy Management et ses projets

Le contexte énergétique présenté jusqu'à présent révèle l'importance de cette thématique de nos jours. C'est précisément autour de cette question que l'Exergy Management Lab concentre ses efforts et ses recherches.

#### 1.5.1 Le laboratoire de recherche

Créé en 2015, le Laboratoire d'Exergy Management (EML) est une entité de recherche appliquée pluridisciplinaire au sein de l'Institut Entrepreneuriat & Management (IEM) de la HES-SO Valais-Wallis. Depuis le 1er janvier 2019, l'EML collabore étroitement avec l'Institut Énergie et Environnement (IEE) afin de coordonner les activités de recherche d'une équipe pluridisciplinaire dans le domaine de l'énergie. Le laboratoire se concentre sur la gestion de l'énergie, le marketing social, les marchés de l'énergie, ainsi que sur les approches technico-économiques (EXERGY MANAGEMENT LAB, 2020).

L'EML se distingue par son engagement en faveur de la transition énergétique, visant à servir la société civile locale et internationale. Les objectifs principaux du laboratoire sont les suivants :

- Accompagner la société civile en cocréant des solutions de transition durables pour une meilleure résilience et un avenir durable ;
- Collaborer avec des partenaires pour augmenter la valeur ajoutée des projets de recherche appliquée ;
- Permettre d'accroître la production d'énergie renouvelable et d'améliorer l'efficacité de la chaîne énergétique ;
- Offrir une formation continue de qualité dans le domaine de l'énergie, répondant aux besoins du marché (GENOUD, 2020).

Le responsable du laboratoire est le Professeur Stéphane Genoud, expert en gestion de l'énergie et en marchés de l'énergie. Son équipe multidisciplinaire se compose de chercheurs aux compétences variées, incluant des économistes, des ingénieurs en énergie, un *data scientist* et un spécialiste de la gestion des risques.

Pour la réalisation de ce travail de Bachelor, le contact principal est Noemi Imboden, doctorante au sein de l'EML. À la suite de la définition des besoins avec Stéphane Genoud, c'est Noemi Imboden qui a pris le rôle de *Product Owner* pour suivre l'avancement du projet.

#### 1.5.2 GROUP-IT Panneaux photovoltaïques

Pour comprendre l'origine de l'idée de créer cette plateforme, il est pertinent d'examiner certains projets visant à faciliter la rénovation et la transition énergétique pour les particuliers.

## 1.5 Le laboratoire d'Exergy Management et ses projets

---

GROUP-IT est un projet de recherche lancé par l'Exergy Management Lab et soutenu par l'Office fédéral de l'énergie et qui a pour objectif d'accélérer la transition énergétique en Suisse romande. Le projet vise à accompagner les propriétaires de bâtiments dans leurs démarches d'installation de panneaux photovoltaïques (GROUP-IT, 2019).

Les principaux objectifs de GROUP-IT sont :

- Augmenter la production solaire pour atteindre les objectifs 2050 établis par la Confédération ;
- Faciliter la mise en contact entre les clients et les entreprises spécialisées dans le solaire ;
- Offrir un accompagnement neutre ;
- Simplifier et rendre les démarches d'installation accessibles (GROUP-IT, 2019).

Pour un particulier souhaitant équiper sa maison de panneaux photovoltaïques, le processus de GROUP-IT se déroule en plusieurs étapes :

1. Inscription sur la plateforme GROUP-IT ;
2. Saisie des données de la maison sur la plateforme ;
3. Pré-évaluation du potentiel solaire réalisée par les ingénieurs de l'EML ;
4. Visite du bâtiment pour compléter les données ;
5. Participation à un appel d'offres groupé aux entreprises spécialisées dans le solaire ;
6. Envoi des meilleures offres aux propriétaires.

Les avantages de GROUP-IT pour les particuliers incluent notamment un accompagnement dans la démarche d'installation de panneaux souvent perçue comme compliquée et également des explications sur les termes techniques de l'énergie (GROUP-IT, 2018).

Ce projet montre l'importance d'un accompagnement clair et simplifié pour les propriétaires souhaitant entreprendre des rénovations énergétiques. Il met en avant le rôle du laboratoire d'Exergy Management dans le développement de solutions durables et accessibles à tous.

La plateforme web de GROUP-IT sera présentée dans l'état de l'art des solutions à la section 3.8.

### 1.5.3 GROUP-IT Rénovation énergétique

Suite au succès du projet GROUP-IT Photovoltaïque, l'Exergy Management Lab a étendu le processus initialement créé pour le solaire à la rénovation énergétique globale des bâtiments. Ce projet, nommé GROUP-IT Rénovation, est actuellement en phase pilote et vise à accompagner les propriétaires dans divers aspects de la rénovation énergétique, allant au-delà des installations solaires (GROUP-IT, 2024).

## Chapitre 1. Contexte énergétique

---

Les principaux objectifs de GROUP-IT Rénovation sont similaires à ceux de GROUP-IT, mais ils mettent davantage l'accent sur l'atteinte des objectifs 2050 de la Confédération pour la rénovation énergétique.

GROUP-IT Rénovation prévoit de traiter divers aspects de la rénovation, notamment :

- **Décarbonisation du chauffage** : Remplacement des systèmes de chauffage existants par des solutions d'énergie renouvelable.
- **Borne de recharge optimale pour voitures électriques** : Propositions de bornes de recharge optimales pour les voitures électriques.
- **Modification du chauffage au sol** : Installation de systèmes de chauffage au sol faciles à mettre en place.
- **Remplacement des fenêtres** : Solutions esthétiques et efficaces pour limiter les déperditions de chaleur.
- **Isolation du toit et du sous-sol** : Solutions adaptées pour améliorer l'isolation thermique des toits et des sous-sols.
- **Installation de panneaux photovoltaïques** : Calcul du potentiel de production et retour sur investissement.
- **Régulation et domotique** : Optimisation et gestion intelligente de l'énergie (GROUP-IT, 2024).

Comme pour GROUP-IT Photovoltaïque, GROUP-IT Rénovation met un accent sur une démarche simple et accompagnante pour les particuliers. Les termes techniques sont vulgarisés pour être compris par les particuliers, rendant ainsi le processus plus accessible et moins compliqué (GROUP-IT, 2024).

Ce projet, toujours en cours de développement en juin 2024, montre bien la volonté du laboratoire de mettre en place des solutions accessibles pour les particuliers. En facilitant l'adoption des mesures de rénovation énergétique, il contribue à une transition énergétique plus large et efficace.

## 2 | Analyse des besoins

Le projet *Secure energy building advisor* est né d'une idée du professeur Stéphane Genoud. Cette idée a ensuite été formulée en une proposition pour mon travail de bachelor en informatique de gestion avec l'appui de Noemi Imboden. Cette proposition a été acceptée avec la condition que le *proof of concept* soit développé en respectant les normes de sécurité informatique actuelles.

### 2.1 Besoins de l'Exergy Management Lab

Lors de la proposition du projet, voici les besoins qui ont été identifiés pour le *proof of concept* :

- **Plateforme destinée au web** : le proof of concept sera une plateforme web accessible principalement depuis des ordinateurs et compatible avec les principaux navigateurs web actuels.
- **Sensibilisation énergétique** : les utilisateurs auront accès à des parcours de formation sur les thématiques énergétiques. Ces parcours seront structurés en une arborescence de conseils et d'explications afin de les guider dans l'apprentissage des concepts énergétiques.
- **Saisie et conseil avec les données du bâtiment** : la plateforme permettra à l'utilisateur de saisir des données spécifiques sur son logement, telles que le type de chauffage, l'année de construction du logement, etc. En fonction des données saisies, des conseils personnalisés seront retournés à l'utilisateur.
- **Exploitation de données existantes** : La plateforme exploitera les données existantes de la Confédération, notamment pour la récupération du type de chauffage ou du potentiel solaire. Ces données seront récupérées automatiquement lors de la saisie de l'adresse de la maison de l'utilisateur.
- **Sauvegarde de l'état d'avancement** : Les utilisateurs pourront sauvegarder leur état d'avancement sur la plateforme afin de pouvoir revenir ultérieurement et continuer leur parcours de formation ou consulter à nouveau les conseils pour la rénovation énergétique du logement.

### 2.2 Public cible

Pour mieux comprendre quels sont les utilisateurs visés par le projet, il est essentiel de définir la population concernée :

## Chapitre 2. Analyse des besoins

- **Propriétaires de maisons individuelles** : pour leur permettre de se former et d'identifier les mesures de rénovation possibles pour leur maison.
- **Gérants d'immeubles** : pour leur permettre d'identifier les mesures de rénovation possibles.
- **Futurs propriétaires** : pour identifier les données de leur futur logement telles que, par exemple, le chauffage.
- **Cantons et communes** : dans le but de promouvoir l'atteinte des objectifs énergétiques fixés pour 2050.

Les utilisateurs concernés, tels que mentionnés précédemment, bénéficieront d'une meilleure expérience sur des ordinateurs pour la visualisation, la saisie des données et l'analyse des conseils. Selon HOLCOMBE (2023), ils passent plus de temps sur les sites web via des ordinateurs. Cela souligne l'importance de développer une plateforme destinée au web plutôt qu'une application mobile.

### 2.3 Données utilisées

Afin de fournir des conseils et d'utiliser les données utiles, la plateforme exploitera les données suivantes :

- **Registre fédéral des bâtiments et des logements (RegBL)** : données spécifiques du bâtiment, telles que le type de chauffage et l'année de construction, provenant du RegBL.


<b>EGID 190197538</b>	<b>6248 Sierre (VS)</b>
<b>Numéro de parcelle</b>	<b>Coordonnées du bâtiment</b>
EGRID: CH421775522060 Secteur RF: 0 N° de parcelle: 9247	Coord. E: 2607850.186 Coord. N: 1125766.188 Provenance des coordonnées: Mensuration officielle, MCO1
<b>Identification du bâtiment</b>	
N° officiel du bâtiment: ... Nom du bâtiment: Ancien Foyer Abbaucise	
<b>Détails</b>	<b>Cycle de vie</b>
<b>Classification</b>	Date de construction: 1930 Période de construction: 1919-1945 Année de démolition: ...
Statut du bâtiment: 1004 existant Catégorie de bâtiment: 1040 Part. à usage d'hab. Classe de bâtiment: 1130 Habitat communautaire	<b>Dimensions du bâtiment</b>
<b>Structure du bâtiment</b>	Surface du bâtiment: 1037m2 Surface de référence énergétique: ... Volume du bâtiment: ... Volume du bâtiment (Norme): ... Volume du bâtiment (indication sur la donnée): ...
Nbre de niveaux: 3 Nbre de pièces d'habit. indépendantes: ... Abri de protection civile: ...	
<b>Chauffage et eau chaude</b>	<b>Système pour l'eau chaude le plus puissant</b>
<b>Système de chauffage le plus puissant</b>	Générateur de chaleur: 7630 Chaudière (générique) Source d'énergie: 7520 Gaz Source d'information: 809 Selon permis de construire Date de mise à jour: 16.06.2009
Générateur de chaleur: 7430 Chaudière (gên.) pour un bât. Source d'énergie: 7520 Gaz Source d'information: 804 Selon données cantonales Date de mise à jour: 26.02.2013	
<b>Entrées et logements</b>	
Route de Sous-Géronde 87 3960 Sierre	

FIGURE 2.1 – RegBL : données du bâtiment du Foyer à Sierre, avec indication du système de chauffage  
Source : REGBL (2024)

- **Données de l'Office fédéral de l'énergie** : informations sur les installations solaires présentes ainsi que le potentiel solaire. Voici un échantillon de données *JSON* de l'OFEN (2024) qui montre le potentiel solaire du bâtiment de la HES-SO Bellevue à Sierre avec une aptitude « très bonne ».

```

{
  "results": [
    {
      "featureId": 7675207,
      "bbox": [607481.6, 126778.8, 607577.8, 126875.8],
      "layerBodId": "ch.bfe.solarenergie-eignung-daecher",
      "layerName": "Solarenergie: Eignung Dächer",
      "id": 7675207,
      "geometry": {
        "rings": [
          [
            [607577.8, 126859],
            [607575.4, 126853.8],
            [...],
            [607561.2, 126868.9],
            [607577.8, 126859]
          ]
        ],
        "spatialReference": {
          "wkid": 21781
        }
      },
      "attributes": {
        "monate": [5, 4, 3, 2, 1, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6],
        "building_id": 2652897,
        "a_param": [1.0068417618, 0.9950034778, ..., 1.0151398476],
        "b_param": [0.9649224304, 0.9578685936, ..., 1.0148803111],
        "c_param": [-0.0895717068, 0.2049418802, ..., -4.9796597124],
        "heizgradtage": [63, 190, 412, 528, 627, 615, 444, 203, 36, 2, 1, 7],
        "bedarf_heizung": 1104238,
        "bedarf_warmwasser": 70166,
        "datum_aenderung": "2017-08-28T10:23:25",
        "datum_erstellung": "2017-08-28T10:23:25",
        "dg_heizung": 3,
        "dg_waermebedarf": 4,
        "duschgaenge": 101,
        "flaeche_kollektoren": 87.0348662427,
        "gstrahlung": 2553353,
        "mstrahlung": 1363,
        "sb_datum_aenderung": "2017-03-06T00:00:00",
        "sb_datum_erstellung": "2017-03-06T00:00:00",
        "sb_objektart": 1,
        "volumen_speicher": 5800,
        "waermeertrag": 42810,
        "klasse": 4,
        "flaeche": 1873.332940353,
        "ausrichtung": -180,
        "finanzertrag": 40853.6,
        "stromertrag": 408536,
        "stromertrag_winterhalbjahr": 113985,
        "stromertrag_sommerhalbjahr": 294551,
        "monats_ertrag": [21.4649102879, ..., 28.3546871297, 27.3992345026],
      }
    }
  ]
}

```

## Chapitre 2. Analyse des besoins

```
"gs_serie_start": "2024-05-01T00:00:00",
"klasse_text": "Sehr gut##Très bonne##Molto buona##Very good##Sehr gut",
"gwr_egid": 190204287,
"df_nummer": 1,
"neigung": 0,
"label": 7675207
}
}
]
}
```

- **Données de l'Office fédéral de l'environnement** : estimation des émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments basée sur les besoins en chaleur de chauffage et en eau chaude selon la norme SIA 380/1. Par exemple, la figure 2.2 montre une estimation des émissions de CO<sub>2</sub> pour le bâtiment de la Rue du Bourg 28 à Sierre.

Estimation des émissions de CO <sub>2</sub> directes sur la base des besoins en chaleur selon la norme SIA 380/1 (2016) (Office fédéral de l'environnement OFEV)	
EGID	947906
Rue no	Rue du Bourg 28
NPA Localité	3960 Sierre
Note	La valeur CO <sub>2</sub> est calculée selon la norme SIA 380/1 avec des données RegBL qui ne sont pas partout actuelles. Simulez avec le calculateur de CO <sub>2</sub> comment les rénovations et un changement de chauffage améliorent la valeur.
Emissions CO <sub>2</sub> estimées (interval) : kg/m <sup>2</sup> par année	> 25

FIGURE 2.2 – Exemple d'estimation d'émissions de CO<sub>2</sub> pour le bâtiment de la Rue du Bourg 28 à Sierre  
Source : OFEV (2023)

- **Calculs énergétiques** : calculs réalisés sur la base des données sources pour fournir des conseils en énergie. Les fonctions de calcul sont fournies par l'Exergy Management Lab.
- **Conseils et recommandations de rénovation énergétique** : conseils de rénovation énergétique fournis par l'EML basés sur les calculs.
- **Données du projet Energy Dashboard** : données sur la part d'implémentation du solaire photovoltaïque dans la commune.

Ces données fourniront à la plateforme des conseils personnalisés et adaptés aux caractéristiques de chaque bâtiment, permettant ainsi d'orienter les utilisateurs en matière de rénovation énergétique.

## 2.4 Normes de sécurité

Le développement du *proof of concept* doit respecter les normes de sécurité informatique actuelles. Plusieurs mesures sont établies pour garantir la protection des données personnelles des utilisateurs et assurer la sécurité de la plateforme. Les mesures présentées ci-dessous

devront être prises en compte dans le choix des technologies. Il est à noter que ces mesures ont été établies au début du projet, avant l'approfondissement de la thématique au chapitre 4 sur le contexte de la sécurité informatique.

- **Protection contre les attaques *Cross-Site Scripting* (XSS)** : afin d'éviter l'injection de scripts malveillants.
- **Prévention des injections SQL** : afin de protéger la base de données des injections SQL.
- **Protection contre les attaques *Cross-Site Request Forgery* (CSRF)** : afin d'éviter l'envoi de requêtes non souhaitées.
- **Respect de la Loi sur la protection des données (LPD)** : assurer la protection des données personnelles conformément à la LPD en intégrant le principe de *privacy by design*.
- **Protection de la base de données** : Disposer d'une base de données protégée par un mot de passe.
- **Gestion sécurisée des *tokens* et des secrets** : assurer que les *tokens* d'authentification ne soient pas accessibles et soient protégés.
- **Respect des lignes directrices de l'*Open Web Application Security Project* (OWASP)** : Identification des menaces les plus courantes et mise en place de mesures adaptées, comme cela est détaillé au chapitre 4.2.
- **Tests de sécurité** : réalisation de tests de sécurité pour s'assurer que le code ainsi que la plateforme sont protégés contre les menaces.

# 3 | État de l'art des plateformes énergétiques

Même si les besoins ont été définis, il est utile d'établir un état de l'art des plateformes existantes. L'objectif est d'identifier ce qui est actuellement proposé sur le web en matière de conseils énergétiques et de conseils basés sur les données des bâtiments. L'idée est de prendre en compte le public cible des plateformes, d'analyser les forces et faiblesses de celles-ci et de relever les technologies utilisées. Enfin, pour les plateformes créées par la HES-SO Valais, il s'agira d'examiner les possibilités d'intégration.

## 3.1 Objective-A

Le site **Objective-A** (<https://www.objective-a.com>), créé par Arnaud Zufferey, ancien professeur à la HES-SO Valais, propose un ensemble d'outils de simulation sur les aspects énergétiques du bâtiment. Destiné principalement aux ingénieurs et aux architectes, ce logiciel permet de générer des résultats à la suite de la saisie de données sur le logement (ZUFFEREY, 2011).

**objective A** Deutsch Italiano

**Bienvenue sur Objective-A !**

Objective-A est un ensemble de logiciels de simulation de l'énergie dans le bâtiment destiné principalement aux ingénieurs et architectes.

L'application est en développement constant. Une nouvelle version est publiée chaque semaine. Votre feedback est bienvenu ([contact](#)).

Si c'est votre première visite vous pouvez voir les documents suivants : [captures d'écran](#), [vidéo](#) (environ 5 minutes), [liens utiles](#).

**Fonctionnalités :**

- Calcul valeur U (SIA 180)
- Données climatiques récentes (SIA 2028)
- Bilan thermique (SIA 380/1:2009)
- Calorimétrie (SIA 384.201)
- Eau chaude sanitaire (SIA 385/3)
- Indice Minergie
- Certificat énergétique (SIA 2031)
- Estimation des coûts d'assainissement
- Multilingue (F/D/I/E)
- Application web, utilisation online et offline
- Interface intuitive et ergonomique
- Multi-plateforme (PC, Mac, Linux, smartphones..)

**energuide.ch**

**Chauffage et ECS**

**Calcul des coûts**

**Rafraîchissement**

**Électricité**

**Éclairage public**

**Cockpit communes**

Prototypes :

- [Quartiers durables](#)
- [Modeleur 2D](#)
- [Valeur U mobile](#)

Projets réalisés en collaboration avec :

**Hes-so VALAIS WALLIS**

**cem**

FIGURE 3.1 – Page d'accueil du site Objective-A  
Source : ZUFFEREY (s. d.-b)

### 3.1.1 Fonctionnalités

Objective-A propose un large panel de calculs et de simulations, dont les fonctionnalités suivantes :

- **Simulation pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire** : comme montré à la figure 3.2 avec une simulation des besoins en chaleur après la saisie de données d'une maison.

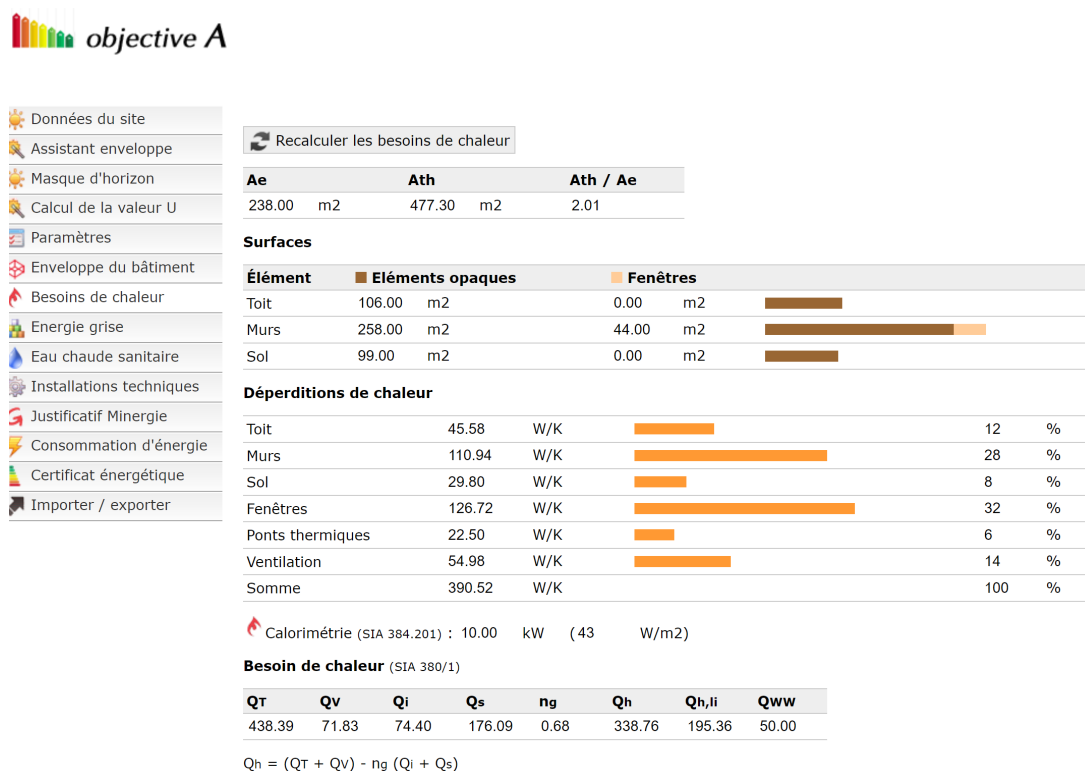


FIGURE 3.2 – Exemple de simulation des besoins en chaleur d'une maison à Sierre  
 Source : ZUFFEREY (s. d.-b)

- **Calcul des coûts** : estimation des coûts pour différentes thématiques, dont le chauffage, la ventilation, le solaire et l'isolation.
- **Simulation pour le rafraîchissement du bâtiment.**
- **Calcul de consommation d'électricité** : estimation de la consommation électrique d'une maison avec des points de comparaison tels que l'équivalent en surface de panneaux solaires.

Objective-A est une solution qui répond, comme indiqué sur la page d'accueil, à des besoins destinés aux professionnels ayant besoin d'outils de simulation avancés pour optimiser l'efficacité énergétique des bâtiments, effectuer des calculs et générer des rapports conformes aux normes SIA. L'inconvénient est que pour le grand public, l'accès à cette simulation s'avère trop complexe.

### 3.1.2 Technologies

Cette application internet riche utilise du HTML, CSS et JavaScript avec le framework jQuery pour la manipulation du DOM et la gestion des événements. Elle effectue également des appels API avec AJAX pour envoyer des requêtes à un script PHP. Le code semble avoir été développé au début des années 2010, avant l'apparition de frameworks plus modernes comme React, Vue.js, ou Angular. Bien que l'interface puisse paraître ancienne, les fonctions de calcul énergétique ne sont pas obsolètes. L'interface pourrait être refaite en utilisant des frameworks actuels pour améliorer l'expérience utilisateur et simplifier le code avec des composants modulables.

### 3.2 Energuides.ch

Le site **energuides.ch** (<https://www.energuides.ch>) se présente comme un accompagnateur de la transition énergétique. Il s'agit d'une refonte d'Objective-A visant à rendre les calculateurs plus ergonomiques et accessibles (ZUFFEREY, 2023).

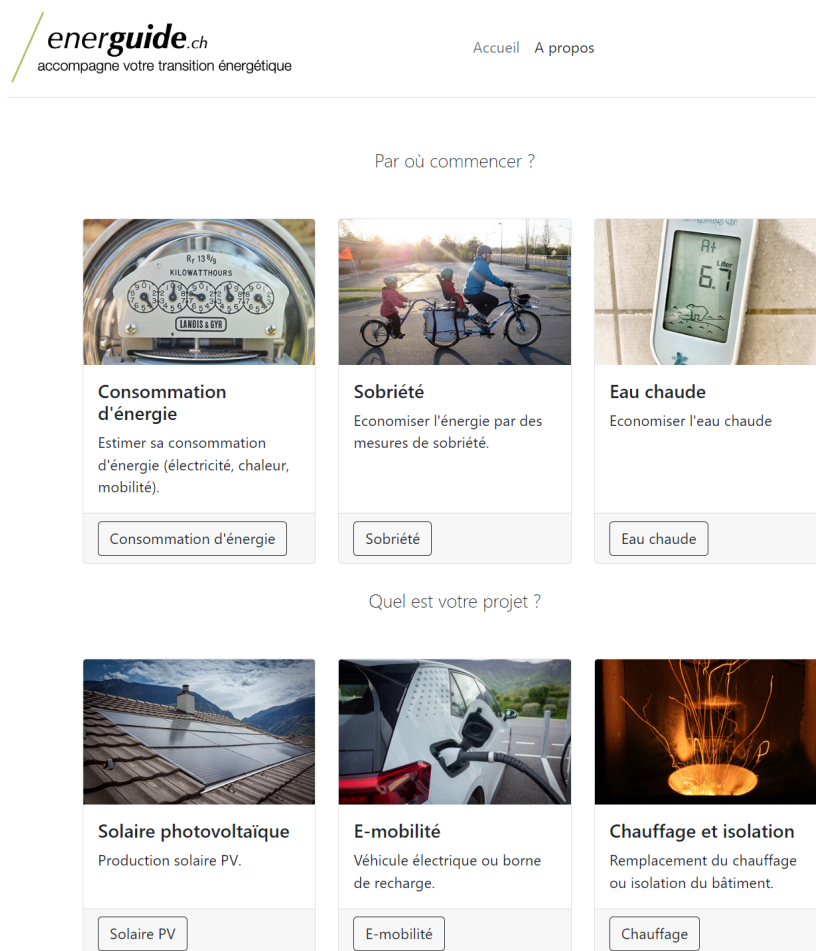


FIGURE 3.3 – Page d'accueil du site *energuides.ch*  
Source : ZUFFEREY (s. d.-a)

### 3.2.1 Fonctionnalités

Energuides.ch présente un menu sous forme de grands rectangles en page d'accueil. Il est possible de choisir parmi plusieurs thématiques telles que la consommation d'énergie, l'eau chaude, le solaire photovoltaïque, le chauffage ainsi que l'isolation. Des calculateurs sont ensuite proposés dans les sous-menus, notamment pour l'estimation de la consommation énergétique des ménages, de la production d'eau chaude sanitaire avec le solaire thermique et de la puissance des panneaux solaires, ou encore l'évaluation de l'étiquette énergétique et des émissions de CO<sub>2</sub>.

Les calculateurs sont accompagnés d'explications, de réponses aux questions fréquentes, de vidéos et de liens vers des ressources externes. Cette évolution permet à un public non initié de comprendre la thématique et elle rend ainsi le site plus accessible. De plus, la mise en page révisée rend l'interface plus agréable. Le site semble être en développement constant, avec des ajouts réguliers indiqués dans la section « News ».

### 3.2.2 Technologies

Lors de l'analyse du site avec les outils de développement (DevTools), il a été constaté que le site utilise Vue.js pour la création de l'interface utilisateur, accompagné de Bootstrap pour sa mise en forme. Des appels API sont également effectués, notamment vers le RegBL pour récupérer les données du bâtiment, comme montré à la figure 3.4.

**Evaluation énergie et CO<sub>2</sub>**

Ce calculateur permet d'estimer la consommation d'énergie, la puissance du chauffage, ainsi que l'étiquette énergie et CO<sub>2</sub> d'un bâtiment.

Besoin d'aide ?  
Les réponses aux questions fréquentes et des tutoriels vidéos sont regroupés dans la [page d'aide](#).

Modèles pré-définis Adresse du bâtiment

Choisissez une adresse de bâtiment en Suisse comme point de départ.

L'adresse n'est pas stockée, elle est uniquement utilisée temporairement pour récupérer les données dans le registre des bâtiments et logements (RegBL).

Route de Sous-Géronde 89, 3960 Sierre Chercher l'adresse

Cliquez sur une des propositions suivantes pour afficher les détails :

- Route de Sous-Géronde 89 Sierre
- Route de Sous-Géronde 29 Sierre
- Route de Sous-Géronde 21 Sierre
- Route de Sous-Géronde 18 Sierre

Adresse : Route de Sous-Géronde 89, 3960 Sierre . Cartes disponibles :

- carte Swisstopo et registre fédéral des bâtiments et logements
- orthophoto
- aptitude solaire des toitures
- émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments
- demande de chaleur des bâtiments par hectare

Dimensions du bâtiment : 169 m<sup>2</sup> de surface au sol, 3 niveaux

Enveloppe thermique du bâtiment : période de construction : Période avant 1919

Installations techniques : chauffage : Gaz, ECS : Electricité

Localisation : canton : VS, coordonnées : E 2607869.566 | N 1125717.672

Identifiant unique du bâtiment (EGID) : 949067

Reprendre ces données

```

Name: SearchServer?features=ch.bfs.gebaeude_wohnu...
Headers:
  Accept: application/json
  Accept-Encoding: gzip, deflate, br
  User-Agent: Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7; rv:68.0) Gecko/20100801 Firefox/68.0
Payload:
  {}
Response:
  [{"Feature": {"layerId": "ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register", "layerName": "RegBL: statut du b\u00e2timent", "featureId": "949067_0", "id": "949067_0", "attributes": {"egid": "949067", "strname_deinr": "Route de Sous-G\u00e9ronde 89", "plz_plz6": "3960/396000", "ggdename": "Sierre", "ggdenr": "6248", "gspotat": "13.06.2024", "gdekt": "VS", "egrid": "CH300430095223", "lgbkr": "0", "lparz": "9246", "lparzcx": null, "lbyr": null, "gbin": "", "gbez": "", "gkode": "2607869.566", "gkodnr": "1125717.672", "gksce": "901", "gstat": "1004", "gkat": "1030", "gklas": "1110", "gbau": null, "gbaum": null, "gbaup": "8011", "gbbj": null, "garea": "169", "gvol": null, "gvolnom": null, "gvolsce": null, "gastw": "3", "ganwmg": "1", "gazzi": null, "gschutzr": null, "gbrf": null}}}],
  
```

FIGURE 3.4 – Récupération des données du RegBL sur energuides.ch démontrée par la réponse de la requête dans les DevTools

Source : Capture d'écran de l'auteur avec contenu du site energuides.ch ZUFFEREY (s. d. -a)

### 3.3 Energie Plus

Le site **Energie Plus** (<https://energieplus-lesite.be>) est un outil d'aide à la décision destiné à appuyer les gestionnaires de bâtiments, les concepteurs et les architectes dans la maîtrise des aspects de rénovation énergétique. Ce site, développé par l'Université de Louvain en Belgique, fournit des informations compréhensibles, simples et précises pour faciliter la prise de décision dans les projets de rénovation énergétique (SERVICE PUBLIC DE WALLONIE ENERGIE, 2022).

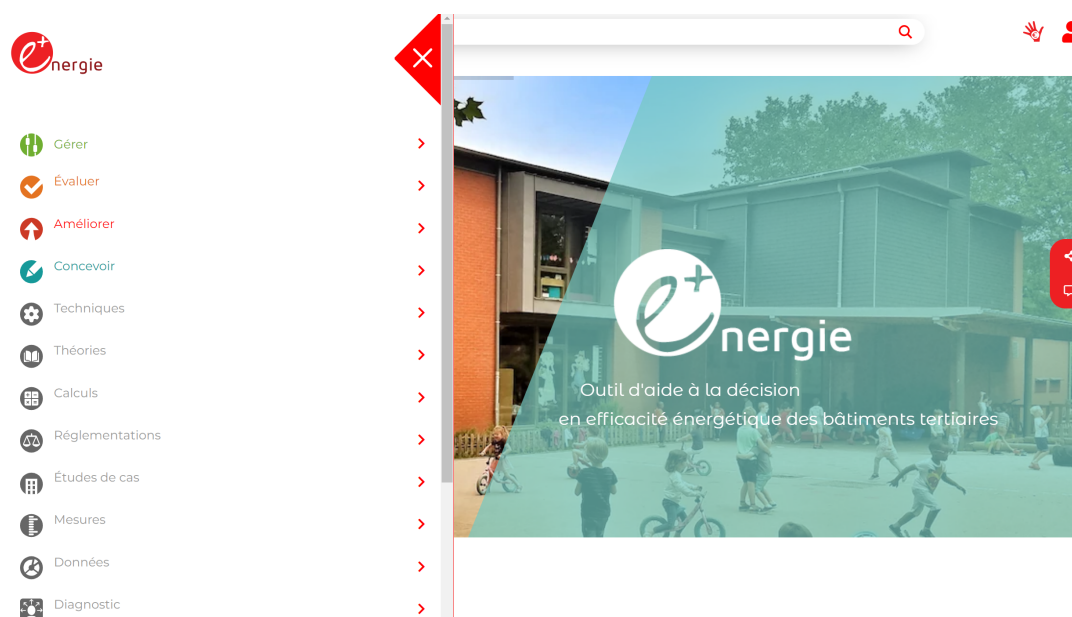


FIGURE 3.5 – Page d'accueil du site Energie Plus avec ses menus  
Source : ENERGIE PLUS (2021)

#### 3.3.1 Fonctionnalités

Energie Plus propose un large choix d'informations sur les techniques de la rénovation énergétique, avec un accent particulier sur la rénovation, la construction et la sensibilisation des usagers. La partie « Aide à la décision » propose quatre sous-menus reconnaissables avec des icônes :

- **Gérer** : Informations sur la gestion des installations existantes afin d'assurer leur efficacité énergétique et le confort attendu via des réglages.
- **Évaluer** : Analyse de la situation actuelle d'une installation, évaluation des avantages d'une rénovation et identification du confort à atteindre.
- **Améliorer** : mesures pour augmenter la qualité, l'efficacité et le confort d'une installation existante.
- **Concevoir** : Conseils et critères pour choisir les composants, dimensionner et installer de nouveaux systèmes assurant une bonne qualité énergétique et du confort.

Que cherchez-vous ?

**Améliorer la régulation du chauffage électrique**

Home / Améliorer / Chauffage / Améliorer l'installation de chauffage électrique / Améliorer la régulation du chauffage électrique

**Sommaire**

- Remplacer le thermostat d'ambiance
- Vérifier la gestion des batteries de chauffages terminales
- Améliorer le régulateur de charge

**Remplacer le thermostat d'ambiance**

Si la température intérieure a tendance à osciller (période de chaud et froid), c'est probablement parce que le thermostat est du type "tout ou rien". On le remplacera avantageusement par un régulateur électronique équipé d'un différentiel très faible et travaillant par régulation proportionnelle (= il commence à diminuer l'intensité du chauffage à partir du moment où la température d'ambiance se rapproche de la consigne).

FIGURE 3.6 – *Conseil sur la régulation du chauffage électrique*  
Source : ENERGIE PLUS (s. d.)

Le site propose également des sections de calculs sur plusieurs thématiques, dont le chauffage, la climatisation et l'éclairage. Cependant, ces calculs sont fournis dans des fichiers Excel et ne sont pas exécutés directement sur la plateforme.

La plateforme a l'avantage de proposer une barre de recherche permettant de trouver rapidement des informations sur la thématique souhaitée.

Bien qu'Energie Plus cible principalement les professionnels, il n'est pas réservé uniquement aux spécialistes. En effet, toute personne intéressée par la thématique peut trouver des informations pertinentes et avoir un regard critique sur son installation.

### 3.3.2 Technologies

Selon une analyse effectuée avec l'outil de détection de technologies Wappalyzer, le site utilise WordPress pour la gestion de contenu. Des bibliothèques, telles que Chart.js, sont utilisées pour l'affichage de graphiques. Dans ce cas, comme le site ne réalise pas de calculs directs et ne récupère pas de données de bâtiments, l'utilisation d'un CMS comme WordPress est adéquate.

### 3.4 Energie-environnement.ch

Le site **energie-environnement.ch** (<https://www.energie-environnement.ch>) a pour objectif de fournir des conseils pratiques au public pour l'économie d'énergie, la préservation des ressources naturelles et la biodiversité. La plateforme a été mise en place par les services de l'énergie et de l'environnement des cantons romands (ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH, 2024).



FIGURE 3.7 – Page d'accueil du site energie-environnement.ch avec ses thématiques  
Source : ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH (s. d.-b)

#### 3.4.1 Fonctionnalités

Energie-environnement.ch propose plus de 500 conseils pratiques dans le domaine de l'énergie. Les conseils sont organisés en huit grandes thématiques, dont les suivantes qui concernent la consommation des bâtiments :

- **Climat & CO<sub>2</sub>** : Conseils pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et atténuer les effets du changement climatique.
- **Éclairage & Électricité du ménage** : Conseils sur l'utilisation efficace de l'éclairage, les caractéristiques des lampes et la réduction de la consommation d'électricité des ménages.
- **Électronique & Électroménager** : Informations sur la consommation d'électricité des appareils électroménagers et électroniques et conseils pour économiser l'énergie.

- **Bâtiment & Chauffage** : Informations sur le remplacement des chaudières, l'isolation des bâtiments et les besoins en chaleur comme illustré à la figure 3.8.

The screenshot shows the website interface for 'Energie-environnement.ch'. At the top right, there is a search bar and navigation links for 'À PROPOS', 'FR', 'DE', and a 'MENU' icon. The main content area is titled '29 Août 2013 / Mis à jour : 21 Novembre 2023'. Below this, there is a section for 'Calcul des besoins de chaleur' with a sub-section 'Interactif' and a 'standard' button. A cartoon character is shown sitting in a green chair next to a blue barrel labeled '17 litres!'. The character is holding a document and looking at a timeline of house icons from 1920 to 2010. The timeline shows houses with increasing energy efficiency over time, with the year 1980 highlighted in red. The text below the timeline reads: 'Suite à la crise du pétrole de 1974, on a commencé à isoler les murs intérieurs. Deux ou trois petits centimètres de laine de verre ou de polystyrène. L'effet sur la consommation est déjà notable. Mais on peut faire beaucoup mieux!'.

FIGURE 3.8 – Calcul des besoins en chaleur présenté sur le site avec une image GIF interactive  
Source : ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH (2023)

La plateforme propose également une barre de recherche afin de trouver plus facilement le contenu. Les explications sont souvent illustrées par des images animées de type GIF pour faciliter la compréhension. Ces images sont parfois interactives, ajoutant une dimension ludique à l'expérience utilisateur. De plus, il y a également des liens qui permettent d'accéder aux programmes de subventions cantonaux.

En raison de la simplicité d'accès aux conseils, il est évident que ce site s'adresse davantage au grand public. Cependant, aucun calcul ni conseil basés sur les données existantes ne sont proposés. De plus, il est à noter que certains liens ne sont plus à jour.

### 3.4.2 Technologies

Lors de l'ouverture des outils de développement (DevTools), il a été constaté que le site utilise le CMS Joomla avec un template préexistant « Helix Ultimate ». La bibliothèque Bootstrap est également utilisée pour la mise en forme et le design. L'usage du CMS permet ici de gérer facilement l'ajout et la modification de contenus, rendant la plateforme flexible et facile à maintenir.

### 3.5 Suisse Energie

Le site **Suisse énergie** (<https://www.suisseenergie.ch>) se présente comme le programme d'encouragement de la Confédération dans le domaine de l'énergie. Il vise à améliorer l'efficacité énergétique et encourager les énergies renouvelables en Suisse. La plateforme propose des programmes de sensibilisation, d'information et des outils sur les thématiques des énergies renouvelables. Son public cible est la population en général ainsi que les spécialistes du secteur (SUISSE ENERGIE, s. d.-a).

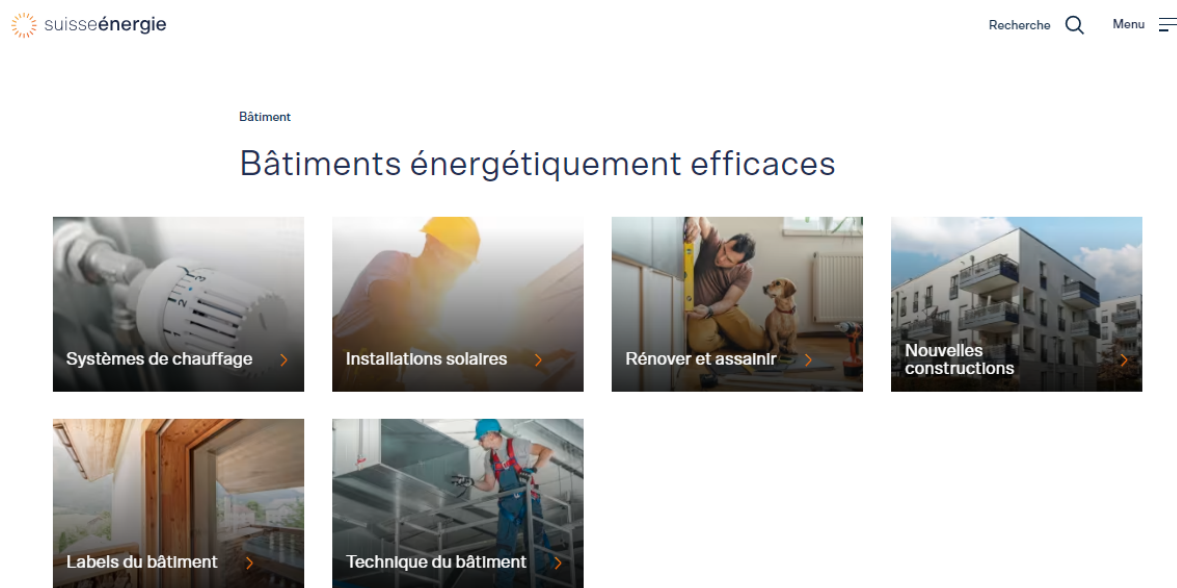


FIGURE 3.9 – Section bâtiment du site Suisse énergie  
Source : SUISSE ENERGIE (s. d.-c)

#### 3.5.1 Fonctionnalités

Suisseenergie.ch propose une section dédiée aux bâtiments, dans laquelle plusieurs thématiques sont présentées :

- **Systèmes de chauffage** : Informations et conseils sur les pompes à chaleur, la chaleur solaire et le chauffage à distance.
- **Installations solaires** : Conseils et informations sur l'installation solaire avec un plan d'action à réaliser et un calculateur de coûts pour les installations solaires.
- **Rénover et assainir** : Conseils pour la rénovation et l'assainissement des bâtiments, accompagnés de plans d'action et de calculateurs.
- **Labels du bâtiment** : Informations sur les labels énergétiques et environnementaux avec un guide de certification.
- **Technique du bâtiment** : Conseils pour optimiser la consommation énergétique des bâtiments.

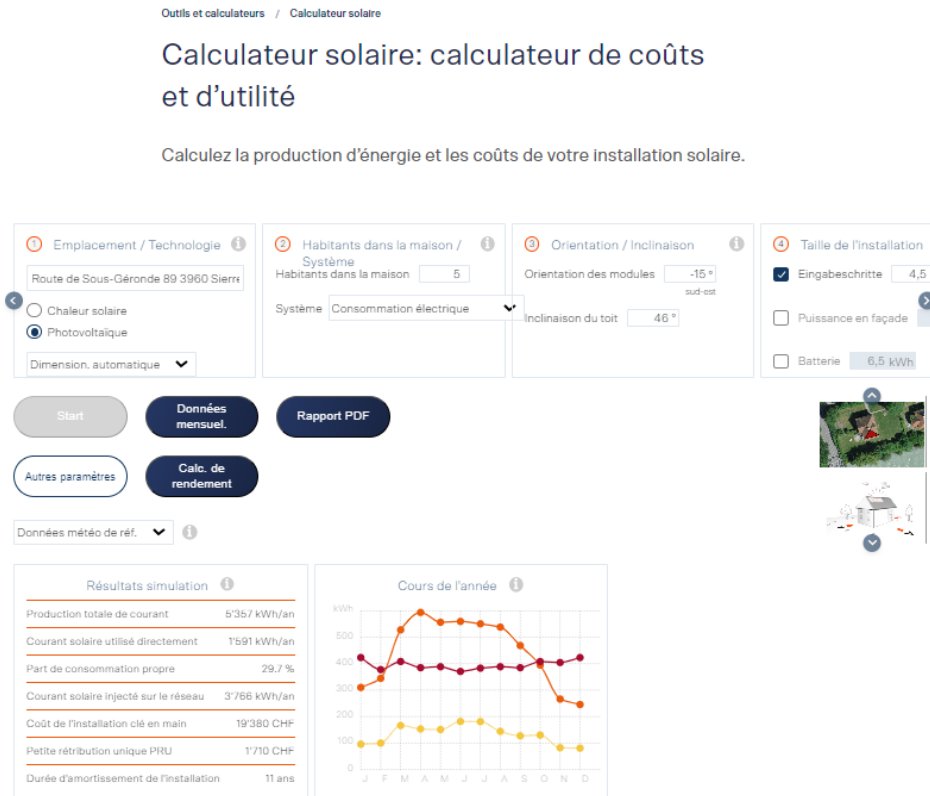


FIGURE 3.10 – Calculateur des coûts d'une installation solaire  
Source : SUISSE ENERGIE (s. d.-d)

Les sections comprennent des guides sous la forme de menus déroulants et des liens vers des documents PDF complets. Les calculateurs sont disponibles sous la forme de fichiers Excel dont certains sont intégrés ou redirigés vers d'autres sites comme le programme « ChauffezRenouvelable ». En fin de compte, SuisseEnergie s'adresse à un public large avec des concepts adaptés pour différents niveaux de connaissances. Cela répond à l'objectif de la Confédération de promouvoir la nouvelle loi sur l'énergie 2050.

### 3.5.2 Technologies

Selon une analyse réalisée avec Wappalyzer, le site SuisseEnergie.ch utilise React.js avec le framework Gatsby. Des calculateurs sont intégrés dont certains sont insérés en *iframe*, ce qui peut rendre l'interface moins agréable à utiliser.

## 3.6 Map Geo Admin et ses couches

Le site web **Map Geo Admin** (<https://map.geo.admin.ch>) est présenté comme une application intuitive permettant la recherche et l'affichage d'informations géographiques. Il s'agit du géoportail de la Confédération suisse qui propose l'accès à un large panel de géodonnées, incluant celles de l'OFEN, de l'OFEV et de l'OFS avec le registre des bâtiments (SWISSTOPO & OFEN, s. d.).

## Chapitre 3. État de l'art des plateformes énergétiques

### 3.6.1 Fonctionnalités

Les différentes thématiques se retrouvent dans le géocatalogue et elles sont classées par grandes catégories, telles que les suivantes donnant accès aux données énergétiques :

- OFS : avec le registre des logements et des bâtiments indiquant par exemple le type de chauffage installé.
- OFEV : avec les émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments.
- Énergie : avec les installations de production d'électricité et le potentiel solaire des toits.

La carte 3.11 illustre le potentiel solaire des toits : plus la couleur est orange ou rouge foncé, plus le potentiel est élevé. Sur la carte, les installations de production électrique sont également affichées, avec par exemple, des icônes de soleil représentant des installations de production photovoltaïque.

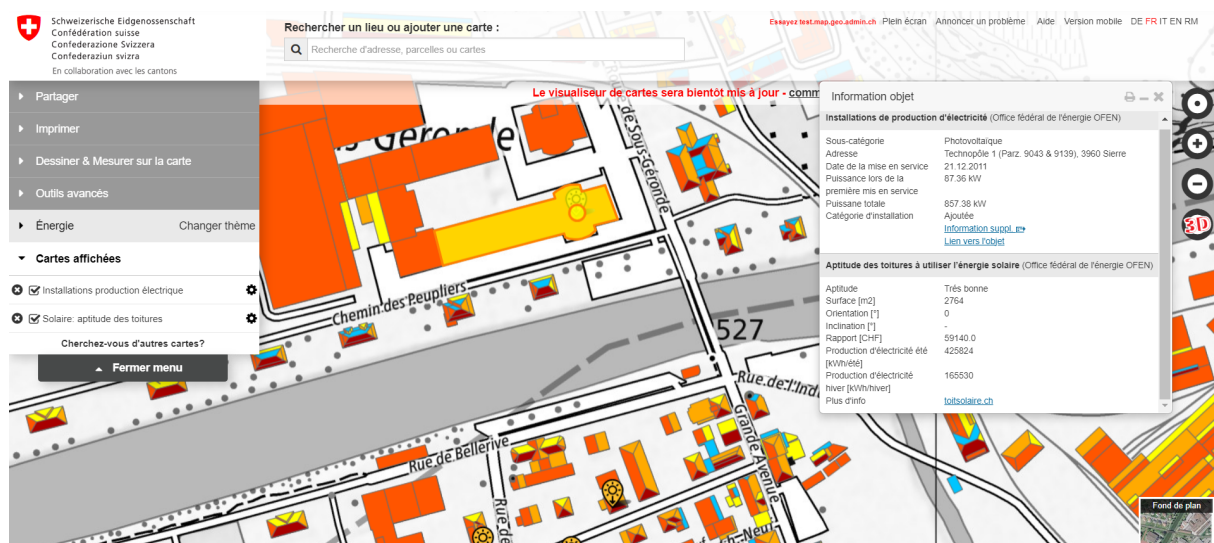


FIGURE 3.11 – Affichage du potentiel solaire des toits et des installations de production d'électricité dans le secteur du Techno-pôle sur map.geo.admin.ch  
Source : SWISSTOPO (2024)

Map Geo Admin rassemble une grande quantité d'informations. Bien que l'accès aux données énergétiques soit moins direct que sur d'autres plateformes, il présente l'avantage de permettre la visualisation du contenu directement sur une carte.

### 3.6.2 Technologies

Map Geo Admin utilise plusieurs technologies, notamment AngularJS avec Bootstrap ainsi qu'OpenLayers. La carte permet d'afficher des couches de géodonnées avec des données vectorielles et des données en temps réel (MOULET, 2015).

## 3.7 Mobetic et projets apparentés

Le site **Mobetic** (<https://vlhmobetic.hevs.ch>) est une plateforme qui, à la base, propose une simulation de la mobilité en ville de Sion. Ce projet a été développé par le laboratoire *Energy Application and System Integration* (EASILab) de la HES-SO Valais. Au fil du temps, d'autres projets de visualisation de données ont été intégrés à cette plateforme (EASILAB, 2024).

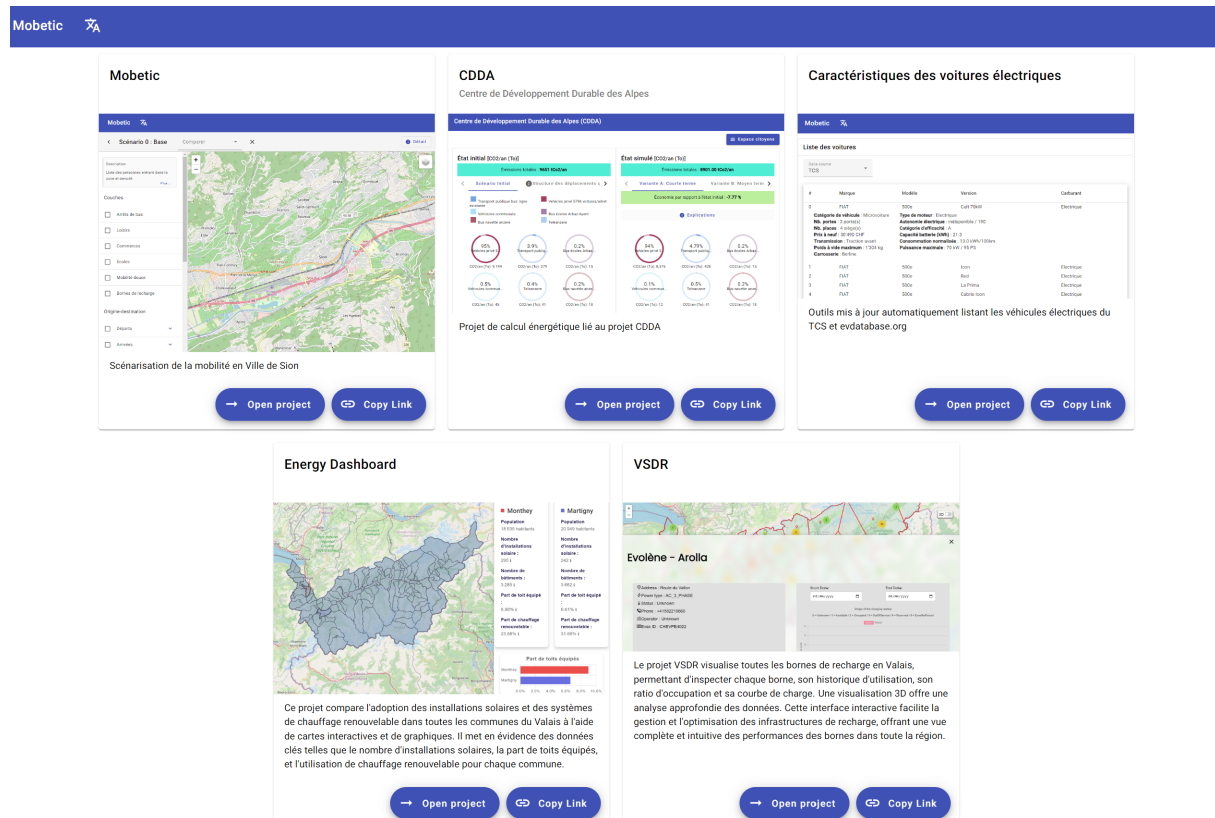


FIGURE 3.12 – *Mobetic et ses projets apparentés*  
Source : EASILAB (2024)

### 3.7.1 Fonctionnalités

En ce qui concerne les projets apparentés, il y en a deux dont la prise en compte s'avère pertinente. Le premier est le Centre de Développement durable des Alpes (CDDA). Ce projet contient un simulateur de la consommation énergétique des déplacements. Le simulateur contient un formulaire comme illustré à la figure 3.13.

Le second est *Energy Dashboard* qui propose de comparer le taux de toits solaires et de chauffages renouvelables installés dans les communes valaisannes. Ce taux pourrait être récupéré dans le *proof of concept* afin d'offrir une base de comparaison.

## Chapitre 3. État de l'art des plateformes énergétiques

Centre de Développement Durable des Alpes (CDDA)

< Simulation de consommation citoyen

**Etat Actuel**

Données personnelles

Nom*	Age*
Max	25 ans

Taux d'activité\* %

50

Jour(s) de télétravail par semaine\* jour(s)/semaine

1

Jour(s) de télétravail par semaine

Distance quotidienne parcourue\*

33

Distance quotidienne parcourue

Voiture privée | contrôler et adapter si nécessaire les valeur dans les champs à droite

Transports publics | contrôler et adapter si nécessaire les valeur dans les champs à droite

Vélo | contrôler et adapter si nécessaire les valeur dans les champs à droite

Trajets en voiture

Type de voiture\*

Grande voiture électri...

Distance quotidienne parcourue\* km

33

Fréquence hebdomadaire\*

5

Prix d'achat\* CHF

71990

Durée d'amortissement\* ans

10

Amortissement et entretien\* CHF/an

7343

Coût d'assurance\* CHF/an

2000

Consommation moyenne kwh/100km\* kwh/100km

19

Émission de CO2 gCO2/km

20,52

Consommation moyenne kwh/100km

Émission de CO2

Ajouter personne

Simuler

FIGURE 3.13 – Formulaire de saisie pour la simulation de la consommation des déplacements en véhicule.  
Source : EASILAB (2024)

Bien que les thématiques des projets de mobilité ne soient pas forcément liées à la rénovation du bâtiment, il est intéressant de prendre en considération cette plateforme pour envisager une future intégration du *proof of concept*. Le point fort de cette plateforme réside dans le fait que l'on peut facilement ajouter une nouvelle application.

### 3.7.2 Technologies

Mobetic utilise les technologies suivantes, lesquelles ont été identifiées sur le repository *Tuleap* du projet.

- **Frontend** : Angular est utilisé pour le développement de l'interface utilisateur, permettant la visualisation des données et également la création des formulaires.
- **Cartographie** : Leaflet est la bibliothèque Javascript qui est utilisée pour afficher les cartes.
- **Backend** : Un serveur Flask est utilisé pour gérer les requêtes back-end avec des extensions essentielles telles que SQLAlchemy pour la gestion des bases de données.

## 3.8 GROUP-IT Panneaux photovoltaïques

La plateforme **GROUP-IT** (<https://www.group-it.ch/>) dont le projet a été présenté à la section 1.5.3, permet aux habitants d'une région participante d'inscrire leur maison afin de participer à des appels d'offres groupés pour l'installation de panneaux solaires.

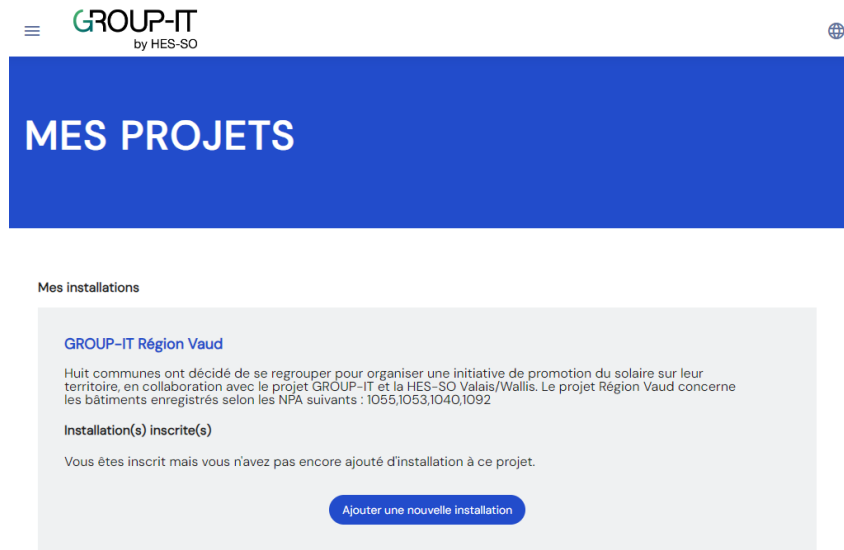


FIGURE 3.14 – Menu du formulaire GROUP-IT  
Source : GROUP-IT (2024)

### 3.8.1 Fonctionnalités

La plateforme se présente sous la forme d'un questionnaire où le participant est invité à fournir des informations sur son habitat. Ces informations, demandées tout au long du formulaire, permettent d'identifier le potentiel solaire et les caractéristiques de la maison en vue de leur intégration dans un appel d'offres groupé. Des validations sont effectuées pour garantir l'exactitude des données.

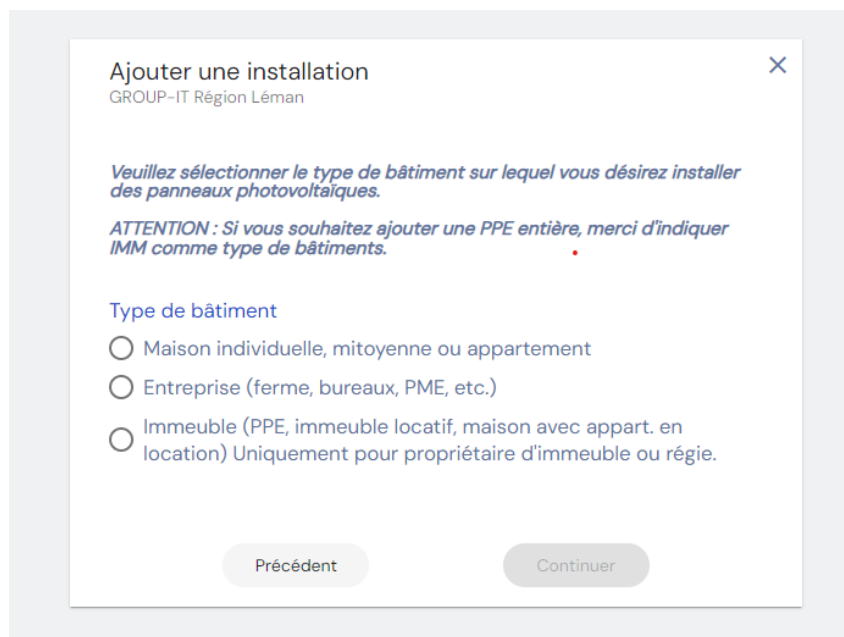


FIGURE 3.15 – Exemple de question du formulaire GROUP-IT  
Source : GROUP-IT (2024)

## Chapitre 3. État de l'art des plateformes énergétiques

---

Actuellement, cette plateforme a pour principal objectif de récolter des informations sur les maisons en vue de proposer les meilleures offres groupées pour l'installation de panneaux solaires. Cependant, il serait envisageable d'y intégrer d'autres modules, tels que des formations et des conseils sur la rénovation énergétique.

### 3.8.2 Technologies

L'entreprise mandatée pour le développement de la plateforme a indiqué que les technologies suivantes sont utilisées :

- **Frontend** : Angular
- **Backend** : ASP.NET Framework
- **Base de données** : SQL Server sur Azure

## 3.9 Récapitulatif

Nom de la plateforme	Public cible	Présence de conseils	Présence de calculs	Intégration possible <sup>1</sup>	Technologies utilisées
<b>Objective-A</b>	Ingénieurs et architectes	Oui	Oui	Non	HTML, CSS, JavaScript, jQuery, AJAX, PHP
<b>Energuides.ch</b>	Professionnels et grand public	Oui	Oui	Non	Vue.js, Bootstrap, API RegBL
<b>Energie Plus</b>	Professionnels et grand public	Oui	Oui (fichiers Excel)	Non	WordPress, Chart.js
<b>Energie-environnement.ch</b>	Grand public	Oui	Non	Non	Joomla, Helix Ultimate, Bootstrap
<b>Suisse Energie</b>	Professionnels et grand public	Oui	Oui (fichiers Excel, iframe)	Non	React.js, Gatsby
<b>Map Geo Admin</b>	Professionnels	Non	Oui	Non	AngularJS, Bootstrap, OpenLayers
<b>Mobetic et projets apparentés</b>	Grand public	Oui	Oui	Oui	Angular, Leaflet, Flask, SQLAlchemy
<b>GROUP-IT Panneaux photovoltaïques</b>	Grand public	Non	Oui	Oui	Angular, ASP.NET Framework, SQL Server Azure

TABLE 3.1 – *Récapitulatif des sites internet existants*  
 Source : l'auteur

1. Intégration à un projet existant de la HES-SO Valais-Wallis

### 3.10 Conclusion

À la suite de cet état de l'art, il faut relever que les plateformes proposant des calculs et des conseils basés sur les données, comme Objective-A, Energuide en partie, et Map Geo Admin, sont plutôt destinées à un public averti. Ces outils offrent des analyses complètes, mais qui peuvent être complexes pour le grand public.

À l'inverse, en ce qui concerne les formations dans le domaine énergétique, des plateformes comme EnergiePlus et Energie-Environnement sont conçues pour un public plus large. Malheureusement, ces plateformes n'intègrent pas de calculs interactifs directement sur leur page pour des conseils sur le bâtiment.

Enfin, en ce qui concerne l'intégration aux projets de recherche existants de la HES-SO Valais, cela s'avère possible, bien qu'aucune plateforme ne propose actuellement un service similaire. L'idée était de relever les technologies qui seront prises en compte au chapitre 5 concernant les choix technologiques.

## 4 | Contexte de la sécurité informatique

Une des exigences pour la réalisation de ce travail de bachelor est l'implémentation d'un *proof of concept* qui garantit le respect des normes de sécurité informatique actuelles, notamment en matière de protection des données personnelles. Afin de répondre à cette contrainte, ce chapitre aborde en premier lieu la protection des données personnelles, puis relève les menaces potentielles avec les mesures à mettre en place pour les contrer. Enfin, les tests de sécurité qui seront mis en place seront présentés.

### 4.1 Loi sur la protection des données

En Suisse, la protection des données personnelles a pris de l'importance récemment avec l'adoption de la nouvelle loi sur la protection des données (nLPD) en 2023. Cette nouvelle législation s'aligne davantage sur le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) de l'Union européenne, visant à protéger les droits fondamentaux des personnes physiques dont les données personnelles font l'objet d'un traitement (DUBOIS-DOGNON, 2023).

Pour bien comprendre cette législation, il convient de définir ce que sont les données personnelles ainsi que leur traitement. Les données personnelles sont définies comme « toutes les informations concernant une personne physique identifiée ou identifiable » (ASSEMBLÉE FÉDÉRALE DE LA CONFÉDÉRATION SUISSE, 2023, LPD Art. 5a). Le traitement est défini comme « toute opération relative à des données personnelles, quels que soient les moyens et procédés utilisés, notamment la collecte, l'enregistrement, la conservation, l'utilisation, la modification, la communication, l'archivage, l'effacement ou la destruction de données » (ASSEMBLÉE FÉDÉRALE DE LA CONFÉDÉRATION SUISSE, 2023, LPD Art. 5d).

Les principes fondamentaux présentés à l'article 6 de la LPD comprennent plusieurs aspects essentiels pour le traitement des données personnelles :

- **La licéité** : Tout traitement de données personnelles doit respecter une base légale, un consentement ou il faut qu'il y ait un intérêt public ou privé prépondérant.
- **La finalité** : Les données personnelles sont traitées uniquement dans le but indiqué lors de la collecte.
- **La proportionnalité** : Les données personnelles sont traitées uniquement pour ce dont on a besoin.
- **L'exactitude** : Les données sont correctes et mises à jour. Les données obsolètes sont corrigées ou effacées.
- **La bonne foi** : Il s'agit de faire ce que l'on dit avec les données personnelles et de tenir informé de la collecte de données.

## Chapitre 4. Contexte de la sécurité informatique

---

- **La transparence** : La collecte de données doit être transparente et reconnaissable pour les personnes concernées.
- **La sécurité (art. 8)** : Afin de garantir la disponibilité, l'intégrité et la confidentialité des données. Les données ne doivent pas être accessibles aux personnes non autorisées (DUBOIS-DOGNON, 2023).

Pour le développement de ce projet, il faut également prendre en compte la politique de protection des données de la HES-SO Valais-Wallis. Cette politique est plus restrictive et impose notamment le respect de la Loi cantonale sur l'information du public, la protection des données et l'archivage (LIPDA). Si le projet est mis en fonction au sein de l'établissement, il est impératif de se conformer à cette loi (HES-SO VALAIS-WALLIS, 2022).

Il est ainsi nécessaire de mettre en place un formulaire de consentement lors de l'inscription à la plateforme ainsi que de répertorier les données dans le registre de traitement.

### 4.1.1 Formulaire de consentement

En tenant compte de la politique de protection des données de la HES-SO Valais-Wallis, le formulaire de consentement ci-dessous a été créé. L'utilisateur souhaitant créer un compte devra le valider à l'inscription.

En vous inscrivant, vous acceptez que vos données personnelles soient collectées et traitées par la plateforme de « Conseil énergétique des bâtiments » conformément à la politique de protection des données ci-dessous :

**Données collectées :**

- Prénom
- Nom
- Email
- Mot de passe (haché)
- Adresse et localité
- Données de construction et type de chauffage du logement

**Durée de conservation** : Les données sont supprimées après un an d'inactivité sur la plateforme.

**Finalités du traitement :**

- Création et gestion du compte pour accéder à la plateforme ;
- Sauvegarde de l'état d'avancement dans les formations ;
- Sauvegarde des données liées au logement.

**Vos droits** : vous avez le droit d'accès, de rectification, d'effacement, d'opposition et de portabilité de vos données personnelles. Pour cela, vous pouvez vous adresser à l'Exergy Management Lab à l'adresse suivante : eml@hevs.ch.

Pour toute question concernant la protection de vos données, vous pouvez vous adresser au Data Protection Officer (DPO) à l'adresse suivante : dpo@hevs.ch

### 4.1.2 Registre de traitement

Afin de tenir à jour le registre de traitement, la liste suivante a été établie en prenant compte l'article 12 sur le Registre des activités de traitement de la LPD :

- a. **Identité du responsable du traitement** : François Brouchoud (francois.brouchoud@hevs.ch)
- b. **Finalité du traitement** :
  - Création et gestion du compte utilisateur
  - Sauvegarde de l'état d'avancement dans les formations
  - Sauvegarde des calculs d'énergie et des conseils donnés pour l'adresse du bâtiment indiquée
- c. **Description des catégories de personnes concernées et des catégories de données personnelles traitées** :
  - **Catégories de personnes concernées** : Utilisateurs inscrits à la plateforme
  - **Catégories de données personnelles traitées** :
    - Prénom, Nom
    - Email
    - Mot de passe (haché)
    - Adresse et localité
- d. **Catégories de destinataires** : Personnel autorisé de la HES-SO Valais-Wallis
- e. **Délai de conservation des données personnelles ou critères pour déterminer la durée de conservation** : Les données sont supprimées après 1 an d'inactivité sur la plateforme.
- f. **Description générale des mesures visant à garantir la sécurité des données selon l'art. 8** :
  - Base de données sécurisée
  - Application des standards de sécurité informatique actuels
- g. **Communication de données personnelles à l'étranger** : aucun

### 4.2 Menaces de sécurité potentielles

Avant de commencer le développement, il convient de repérer quelles sont les menaces informatiques courantes pour le développement d'une telle plateforme. Le Top 10 de l'Open Web Application Security Project (OWASP) s'avère être un bon guide pour identifier les menaces de sécurité les plus courantes sur le web. Il s'agit d'une liste reconnue et fréquemment mise à jour des dix risques de sécurité des applications web les plus critiques. Pour les développeurs, cette liste est une ressource sérieuse qui permet d'identifier et d'atténuer les vulnérabilités les plus courantes qui pourraient compromettre la sécurité des applications web (ALOOBA, s. d.).

Voici la liste des menaces identifiées par l'OWASP en 2021, classée par ordre de criticité :

#### 4.2.1 Contrôle d'accès défaillant

Le contrôle d'accès défaillant arrive en tête de la liste. Il permet aux utilisateurs d'accéder à des informations ou des fonctionnalités dont ils n'ont pas l'autorisation. Cela peut entraîner, par exemple, des fuites de données ou des modifications non autorisées (OWASP, 2021a).

Afin de s'en prémunir, il convient de restreindre l'accès à tout sauf aux ressources publiques, de centraliser le mécanisme de contrôle d'accès et de surveiller les accès grâce aux logs (OWASP, 2021a). Dans le *proof of concept*, une gestion des rôles avec les comptes utilisateur et administrateur sera mise en place, limitant ainsi l'accès aux fonctionnalités en fonction des permissions.

#### 4.2.2 Défaillances cryptographiques

Les défaillances cryptographiques se classent en deuxième position. Elles se produisent lorsque des données sensibles ne sont pas correctement chiffrées, ce qui les rend visibles aux personnes non autorisées (OWASP, 2021b).

Afin de se protéger de cette menace, il convient d'identifier les données sensibles. Pour le développement du *proof of concept*, cela s'est fait au moyen du registre de traitement à la section 4.1.2. Il est également important de protéger l'accès à ces données, par exemple en verrouillant l'accès à la base de données avec un mot de passe. De plus, les données doivent être transmises en utilisant le protocole Transport Layer Security (TLS). Enfin, une gestion robuste des clés de chiffrement doit être mise en place (OWASP, 2021b).

En ce qui concerne cette menace, il faut également relever la problématique des attaques *Cross-site request forgery* (CSRF), qui peuvent exploiter les capacités d'un utilisateur authentifié pour effectuer des actions non désirées. Pour se protéger contre les attaques CSRF, il faut utiliser des jetons CSRF dans toutes les requêtes modifiant l'état et les valider côté serveur (KIRSTEN S., s. d.). Il faut tout de même relever que les *frameworks* de développement actuels prennent généralement en charge une protection contre cette attaque (KIRSTEN S., s. d.).

### 4.2.3 Injections

Les injections se classent en troisième position. Elles se produisent lorsque les données d'utilisateurs ne sont pas validées ou que des requêtes non sécurisées sont envoyées. Ces données peuvent être incluses dans des requêtes SQL ou dans des scripts malveillants de type *Cross-site scripting* (XSS) (OWASP, 2021c). La ligne de code ci-dessous montre une injection SQL où l'attaquant contourne la vérification du mot de passe avec une condition toujours vraie '1'='1' :

```
SELECT * FROM users WHERE username = 'admin' AND password = 'password' OR '1'='1';
```

Afin d'éviter ces menaces, il convient de valider les données d'entrée. Dans le cas des injections SQL, cela peut se faire par l'usage d'un *Object Relational Mapping* (ORM) (GLOBALDOTS, 2023). Un ORM permet de représenter les données de la base de données comme des objets à manipuler dans le code. Dans ce projet, il sera utilisé pour sécuriser l'accès à la base de données.

### 4.2.4 Conception non sécurisée

La conception non sécurisée se classe en quatrième position. Cela survient si le développement se fait sans intégrer des contrôles de sécurité dès le début (OWASP, 2021d).

Pour éviter ces menaces, il convient d'adopter une approche de conception sécurisée dès le début du développement, en intégrant un contrôle de cette problématique dans les *User Stories*. Dans le cas de cette application, la menace pourrait être de multiples requêtes au registre des bâtiments depuis le côté serveur, ce qui pourrait causer un blocage de l'accès aux données. La capture d'écran 4.1 expose la limitation à 20 requêtes par minute.

! Pour l'utilisation des services web MADD, la limite d'utilisation est fixée à 20 requêtes par minute.

FIGURE 4.1 – Capture d'écran de l'annonce de limitation du nombre de requêtes à l'API pour la Mise à disposition des données (MADD) du RegBL  
Source : REGBL (s. d.)

### 4.2.5 Mauvaise configuration de sécurité

La mauvaise configuration de sécurité se classe en cinquième position. Elle se produit lorsque l'application n'est pas correctement configurée. Cela peut résulter de fonctionnalités inutiles activées ou de versions de serveurs pas à jour (OWASP, 2021e). Pour le développement de l'application, il s'agira de prêter attention à ces versions et mettre en fonction uniquement le nécessaire lors du déploiement.

### 4.2.6 Composants vulnérables et obsolètes

En sixième position, il est fait mention des composants vulnérables et obsolètes. Ce risque apparaît lorsque des *frameworks*, des bibliothèques ou d'autres modules ne sont pas mis à jour (OWASP, 2021f). Par exemple, en 2021, une vulnérabilité critique a été découverte dans la bibliothèque Log4j permettant de gérer les logs d'une application. Selon l'OFFICE FÉDÉRAL DE LA CYBERSÉCURITÉ (2021), cette faille répertoriée sous le code CVE-2021-44228, était considérée comme critique, car elle pouvait être exploitée à distance et sans authentification par un pirate informatique pour exécuter un code malveillant. Si la version de Log4j n'était pas mise à jour, cela permettait aux attaquants d'exécuter du code malveillant à distance, compromettant ainsi la sécurité de nombreuses applications utilisant des versions obsolètes de cette bibliothèque de gestion des traces d'une application.

Afin d'éviter les composants vulnérables et obsolètes, le prototype prendra en compte ces différentes mesures :

- le maintien d'une liste des librairies utilisées dans le guide technique ;
- la mise à jour des composants vers la dernière version stable ;
- la suppression des dépendances inutiles.

### 4.2.7 Identification et authentification de mauvaise qualité

En septième position, il est fait état de l'identification et de l'authentification de mauvaise qualité. Cela inclut des failles dans la confirmation de l'identité et la gestion des sessions d'utilisateurs (OWASP, 2021g). Pour le prototype, il s'agira d'éviter les identifiants simples par défaut et d'établir des règles pour utiliser des mots de passe forts. Le prototype intégrera une vérification de la complexité du mot de passe.

### 4.2.8 Manque d'intégrité des données du logiciel

Le manque d'intégrité des données et du logiciel se classe en huitième position. Cette catégorie concerne notamment les mises à jour logicielles et les *pipelines* d'intégration continue et de déploiement CI/CD sans vérification d'intégrité (OWASP, 2021h). Cela sera pris en compte lors de l'utilisation des *pipelines* CI/CD.

### 4.2.9 Carence des systèmes de contrôle et de journalisation

La carence des systèmes de contrôle et de journalisation arrive en neuvième position du classement OWASP. Cette catégorie expose l'importance de la journalisation et de la surveillance pour détecter et répondre aux failles de sécurité (OWASP, 2021i).

Dans le *proof of concept*, une page d'administration des comptes sera créée afin de supprimer des comptes suspects. De plus, l'idée est d'exploiter les capacités de monitoring offertes par Azure.

### 4.2.10 Falsification de requête côté serveur

La falsification de requête côté serveur (SSRF) se classe en dixième position du classement OWASP. Bien que dernière du classement, cette catégorie a un fort potentiel d'impact. Une faille SSRF se produit lorsqu'une application web récupère une ressource distante sans valider l'URL fournie par l'utilisateur, permettant ainsi à un attaquant d'envoyer des requêtes malveillantes à des destinations non prévues (OWASP, 2021j).

Afin d'éviter cette problématique, il sera important de choisir des *frameworks* qui incluent une protection de base contre les attaques SSRF.

## 4.3 Tests de sécurité

Afin de vérifier que l'application réponde aux exigences de sécurité, il convient de réaliser des tests de sécurité. Selon la présentation de CHRISTEN (2022), les tests de sécurité peuvent être classés en deux catégories principales avec les *static application security testing* (SAST), qui analysent le code source pour détecter les vulnérabilités, et les *dynamic application security testing* (DAST), qui examinent le comportement des applications en cours d'exécution pour identifier les failles. À cela s'ajoute les *Software Composition Analysis* (SCA) qui permettent de compléter les tests SAST en identifiant et en atténuant les risques liés aux composants et bibliothèques utilisés (BERMAN, 2022).

### 4.3.1 Static application security testing (SAST)

Les tests SAST analysent le code source de l'application pour identifier les vulnérabilités potentielles. Cela est fait en repérant les défauts de conception et de construction qui pourraient causer ces vulnérabilités telles que les injections SQL, les failles XSS et d'autres erreurs de codage courantes (CHRISTEN, 2022). Il est ainsi ensuite possible d'identifier et de corriger les failles de sécurité repérées.

Dans le cadre des tests du *proof of concept*, il a été choisi les solutions SAST suivantes pour la qualité et la sécurité du code tout au long du développement :

#### SonarLint

SonarLint est un outil qui fournit des retours en temps réel sur la qualité et la sécurité du code dans l'IDE, aidant les développeurs à écrire du code propre et sécurisé dès le départ (SONARSOURCE, s. d.).

#### SonarQube

SonarQube est un outil d'inspection continue qui analyse automatiquement le code pour détecter les bugs, les vulnérabilités de sécurité et les mauvaises pratiques. Il a l'avantage d'être compatible avec plus de 30 langages et peut s'intégrer à un pipeline DevOps (SONARSOURCE, s. d.).

### 4.3.2 Dynamic application security testing (DAST)

Les tests DAST utilisent des outils de scans automatisés pour analyser les applications web depuis l'extérieur. Ils permettent ainsi de détecter des vulnérabilités telles que les injections XSS, les injections SQL, les injections de commande ainsi que les configurations de serveur non sécurisés (OWASP, s. d.-b). Ces outils automatisés sont ainsi importants pour identifier les failles dans une application déployée.

#### ZAP

Pour effectuer des tests DAST, la solution ZAP (Zed Attack Proxy) a été choisie. Il s'agit d'un outil gratuit et open-source pour les débutants en sécurité des applications web. ZAP se présente comme étant facile à utiliser pour les débutants et dispose d'une interface utilisateur conviviale (ZAP DEV TEAM, 2024).

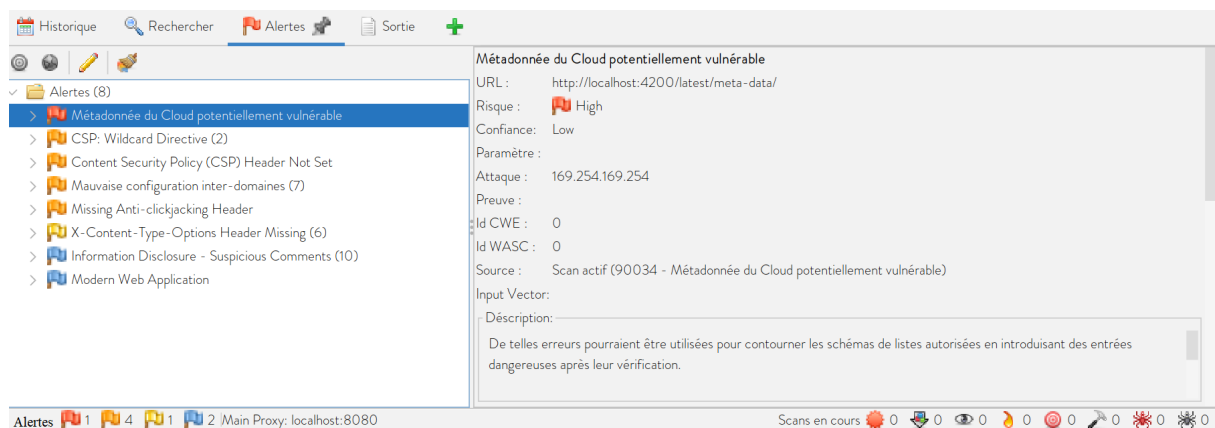


FIGURE 4.2 – Interface de ZAP présentant et expliquant les vulnérabilités détectées  
Source : capture d'écran de l'auteur

### 4.3.3 Software Composition Analysis (SCA)

Les tests SCA permettent de repérer les risques liés aux composants logiciels tiers et open-source. Cela inclut la recherche de failles de sécurité connues et la vérification que les composants utilisés ne sont pas obsolètes (OWASP, s. d.-a). Par exemple, l'utilisation d'une version vulnérable de Log4j serait identifiée par le SCA.

# 5 | Choix des technologies

## 5.1 Architecture du projet

Le *proof of concept* sera développé pour le web, comme demandé dans la donnée du travail de bachelor. Il convient tout d'abord de définir quelle sera l'architecture de l'application. Celle-ci sera organisée en plusieurs couches. Au sommet se trouve le *frontend* représenté par l'application web. En dessous se situe le *backend* comprenant la couche de service avec la logique de l'application dont l'authentification et les appels à la base de données. La base de données sera utilisée pour stocker les informations de formation ainsi que celles des utilisateurs de l'application. Enfin, il y a un appel à des API externes de type REST de la Confédération afin de récupérer les données d'adresse du logement, du type de chauffage, ainsi que celles de la production solaire. La figure 5.1 illustre cette architecture en couches.

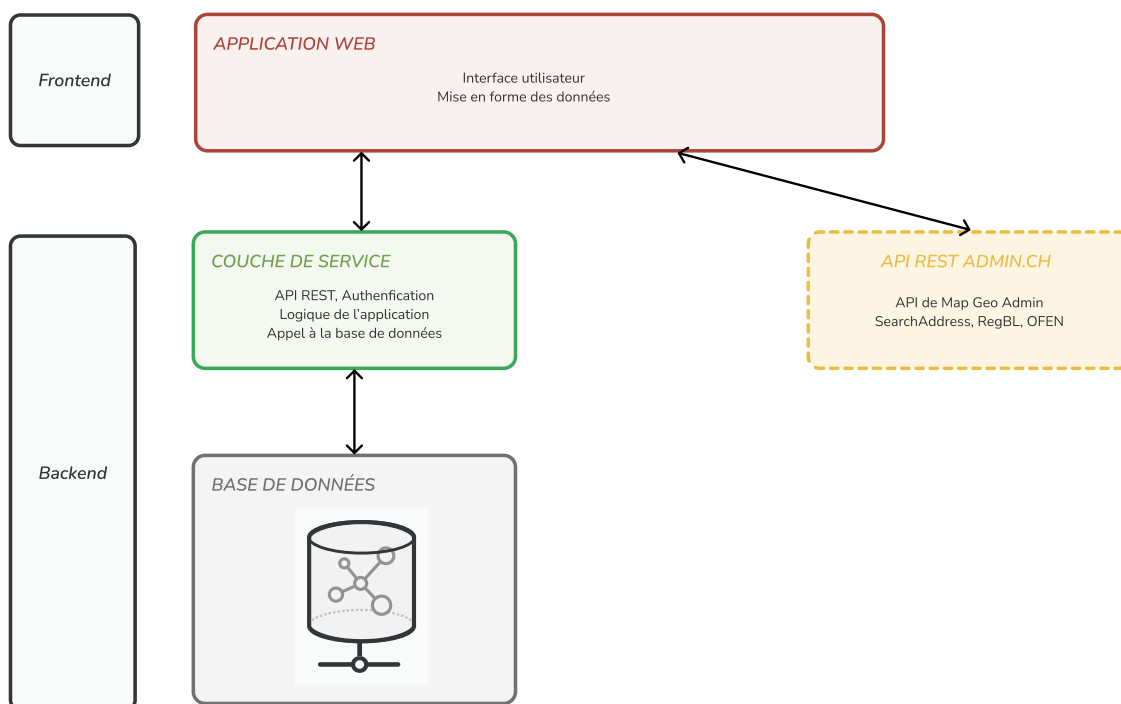


FIGURE 5.1 – Architecture en couches du proof of concept  
Source : l'auteur

### 5.2 Technologies *frontend* actuelles

Dans le but de choisir les technologies pour le développement de la plateforme, cette section présente succinctement les différents frameworks *frontend* de développement en exposant leurs principales fonctionnalités.

#### 5.2.1 Vue.js

Vue.js est un *framework* JavaScript qui permet de créer des interfaces utilisateurs interactives. Il se base sur les langages HTML, CSS et JavaScript. Ce *framework* présente une approche déclarative et il utilise des composants pour simplifier le développement des interfaces (VUE.JS, 2024). Vue.js présente l'avantage de pouvoir s'intégrer à des projets existants et d'offrir des fonctionnalités avancées comme le rendu côté serveur.

#### 5.2.2 React

React est une bibliothèque JavaScript développée par Facebook pour créer des interfaces utilisateur. Elle se base sur des composants imbriqués qui définissent chacun un segment de l'interface utilisateur, avec un comportement et une apparence propres. React utilise la syntaxe JavaScript Syntax Extension (JSX), qui combine le balisage HTML et la logique JavaScript (REACT, 2024).

React est modulaire, car il permet d'imbriquer des composants. La syntaxe JSX facilite l'écriture du code en permettant de mélanger du HTML et du JavaScript. Il est possible d'ajouter des classes CSS directement dans les balises. React gère les événements utilisateur et met à jour l'affichage en temps réel grâce à des *hooks* tels que les `useState`. Ces *hooks* permettent de gérer l'état des composants fonctionnels. Il est également possible de créer des affichages conditionnels et d'afficher facilement des listes dynamiques et ainsi de créer des applications interactives et dynamiques (REACT, 2024).

#### 5.2.3 Angular

Angular est un *framework* web développé par Google et qui fonctionne sur la base du langage TypeScript. Selon ANGULAR (2024), ce *framework* offre une suite complète d'outils, d'API et de bibliothèques pour simplifier le développement. Le code est organisé en composants encapsulés. À cela s'ajoute un système d'injection de dépendances qui permet de maintenir le code modulaire et testable. Ce framework supporte également le rendu côté serveur et la génération de sites statiques (ANGULAR, 2024).

Dans Angular, les composants se divisent en un fichier HTML (le template) pour structurer les pages, un fichier CSS pour les styles et un fichier TypeScript (le composant) pour gérer le comportement dynamique et les données. L'un des points forts d'Angular est son intégration profonde avec TypeScript, ce qui le rend particulièrement adapté pour les grandes applications complexes (ALEXANDER, 2024).

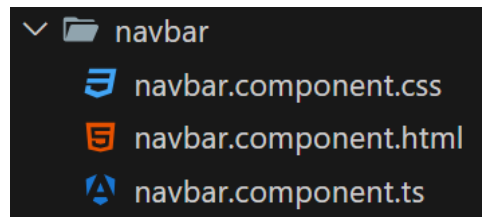


FIGURE 5.2 – Les trois fichiers d'un composant Angular (Template, Style et le Component)  
Source : capture d'écran de l'auteur

### 5.2.4 ASP.NET Core MVC

ASP.NET Core MVC est un *framework* basé sur le langage C# et qui permet de créer des applications web et des API en utilisant le *pattern* Model, View, Controller (MVC). Selon SMITH (2023), ce *pattern* sépare les responsabilités en divisant une application en trois composants principaux : modèles, vues et contrôleurs. Cela facilite la gestion et la maintenance du code, en le rendant plus modulaire et plus testable.

Le modèle gère l'état et la logique métier de l'application. Les vues utilisent le moteur Razor pour afficher le contenu de manière dynamique côté serveur. Enfin, les contrôleurs gèrent l'interaction avec les utilisateurs, déterminant les vues à afficher en réponse aux requêtes. ASP.NET Core MVC prend également en charge le routage, la liaison de données des requêtes des utilisateurs et la validation des données grâce à des attributs dans le modèle (SMITH, 2023).

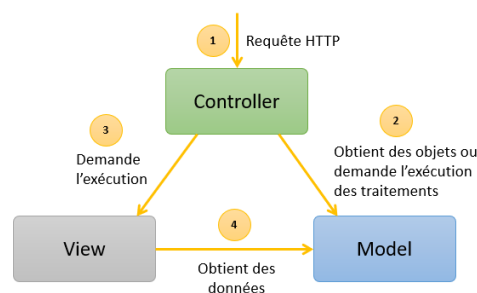


FIGURE 5.3 – Illustration du *pattern* MVC avec les échanges  
Source : RAVAILLE (2022)

### 5.2.5 ASP.NET Blazor

Blazor est un *framework* créé par Microsoft en 2018. Il permet de créer des applications interactives en utilisant C# et .NET, sans nécessiter l'utilisation de JavaScript, souvent utilisé. Ce qui distingue Blazor, c'est sa capacité à exécuter du code C# directement dans le navigateur grâce à deux modes d'hébergement : Blazor Server et Blazor WebAssembly (DOROSH, 2024).

## Chapitre 5. Choix des technologies

---

Comparé à Angular, Blazor se distingue par son intégration étroite avec l'écosystème .NET, permettant une unification du développement *frontend* et *backend* en utilisant uniquement du C# (DEVSPIRATION, 2023). Cependant, selon DOROSH (2024), Blazor présente aussi des inconvénients, notamment une dépendance à un matériel performant pour gérer les connexions en temps réel.

### 5.2.6 Flutter

Flutter est un *framework* basé sur le langage Dart, développé par Google. Il est conçu pour permettre la réutilisation du code sur plusieurs systèmes d'exploitation comme Android, iOS et le web. Ainsi, il permet aux développeurs de créer des applications multiplateformes à partir d'une seule base de code (AWS, s. d.).

Flutter utilise une approche en composantes inspirée de React, où les interfaces utilisateur sont construites à partir de widgets imbriqués. Les widgets affichent leur apparence en fonction de leur configuration et de leur état actuels. Quand un état de widget change, Flutter reconstruit l'interface, tout en optimisant les modifications à faire (FLUTTER, 2024).

## 5.3 Technologies *backend* actuelles

À la suite des technologies *frontend* présentées dans la section précédente, il est temps maintenant de se pencher sur les technologies *backend*. Cette section présente succinctement plusieurs technologies *backend* en soulignant leurs principales fonctionnalités pour le développement de l'application.

### 5.3.1 Django

Django est un *framework* permettant le développement web et qui est basé sur le langage Python. Il propose une infrastructure solide qui inclut un Object Relational Mapping (ORM) pour simplifier la manipulation des bases de données sans avoir à écrire des requêtes SQL complexes (W3 SCHOOLS, 2022).

En plus de ses capacités de gestion des données, Django est aussi connu pour son espace d'administration complet et sa forte intégration de la sécurité. Par défaut, il prend en charge l'API de type REST, ce qui permet de créer un service API en utilisant Django Rest Framework (DJANGO, s. d.).

### 5.3.2 Flask

Selon ASHI (2021), Flask est un *framework* basé sur le langage Python. Il est relevé comme étant idéal pour le développement d'applications web. Sa simplicité et sa structure permettent aux développeurs de créer rapidement des applications web disposant de fonctionnalités personnalisées. Flask permet également le développement de services API REST, facilitant ainsi la communication avec des couches *frontend*.

Tout comme Django, Flask est adapté pour le développement d'API RESTful permettant la communication entre les différentes couches *frontend* et *backend* de l'application. Par rapport à Flask, Django offre une structure plus complète avec de nombreux outils prêts à l'emploi. En comparaison, Flask possède moins de fonctionnalités, mais il a une approche plus minimaliste et flexible (ASHI, 2021). L'exemple de code ci-dessous montre comment Flask permet de créer un *endpoint* d'API REST en quelques lignes seulement, comme dans le projet Mobetic au EASILab pour lister les arrêts de bus.

```
1 # Code Flask (Python) montrant un endpoint API
2 api = PoiDto.api
3 _bus_stop = PoiDto.bus_stop_feature_collection
4
5 @api.route('/bus_stops')
6 class BusStop(Resource):
7     @api.doc('list all bus stops')
8     @api.marshal_with(_bus_stop)
9     def get(self):
10         """List all bus stops"""
11         return BusStopService.get_all_bus_stop_by_scenario()
```

### 5.3.3 Express.js

Express.js est un *framework* pour l'environnement Node.js. Il est conçu pour la création d'applications web et de services API RESTful. Selon EXPRESS (s. d.), il offre un ensemble de fonctionnalités pour les applications web et mobiles, tout en étant léger. Dans les points forts, il est relevé que la création d'une API est simple et rapide.

Ainsi, Express.js permet de créer des *endpoints* d'API avec les verbes HTTP GET, POST, PUT, DELETE et de définir des routes correspondantes. À cela s'ajoute l'intégration de *middlewares* pour gérer des tâches telles que l'authentification et la validation des données (SRIKANTH, 2023).

### 5.3.4 ASP.NET Core API

ASP.NET Core permet également un développement *backend* d'API RESTful. MICROSOFT (2024) le présente comme un *framework* C# performant et sécurisé. Au-dessus des méthodes, il permet de définir les routes ainsi que les verbes HTTP comme des attributs. De plus, il est possible d'utiliser des outils comme la sérialisation JSON, l'identification et l'autorisation avec JSON Web Token (JWT).

Pour développer une API avec ASP.NET Core, il faut utiliser des contrôleurs qui implémentent *ControllerBase*. Ces contrôleurs permettent de gérer les requêtes HTTP et interagissent avec la base de données via *Entity Framework*. Les verbes GET, POST, PUT, DELETE sont utilisés comme annotations pour les méthodes, indiquant les opérations CRUD correspondantes. Les

## Chapitre 5. Choix des technologies

---

attributs définissent également les routes ainsi que les types de données acceptées. Le *framework* prend en charge la création de modèles de données et de contextes de base de données pour une gestion efficace des données (ANDERSON & LARKIN, 2024).

*Entity Framework* (EF) est un ORM pour ASP.NET qui permet d'interagir avec la base de données en utilisant des entités définies en C#. Les requêtes Language Integrated Query (LINQ) sont utilisées pour interroger la base de données. Le code suivant présente comment récupérer un élément par son identifiant(ANDERSON & LARKIN, 2024) :

```
1 [HttpGet("{id}")]
2 public async Task<ActionResult<TodoItem>> GetTodoItem(long id)
3 {
4     var todoItem = await _context.TODOItems.FindAsync(id);
5
6     if (todoItem == null)
7     {
8         return NotFound();
9     }
10
11     return todoItem;
12 }
```

### 5.3.5 Laravel

Laravel est un *framework* de développement web basé sur langage PHP. Il est réputé pour sa syntaxe élégante et ses fonctionnalités robustes. Ce *framework* permet de gérer le *frontend* et le *backend* des applications web, tout en offrant des outils puissants comme l'injection de dépendances ou encore une couche d'abstraction de base de données (LARAVEL, s. d.).

En plus d'être un *framework fullstack*, Laravel peut servir de *backend* API pour des applications JavaScript à page unique (SPA). Il peut fournir des fonctionnalités d'authentification avec Sanctum, de stockage et de récupération de données, d'ORM avec Eloquent et utiliser des services comme les files d'attente (LARAVEL, s. d.).

## 5.4 Critères et choix

Afin de sélectionner les *frameworks* de développement, une liste de critères avec une pondération a été établie, la même pour la partie *frontend* que *backend*. Chaque critère sera passé en revue ci-après et une note sera attribuée de 1 à 10, de bas en haut. Voici la liste des critères :

- **Popularité et ancienneté** : Popularité du framework selon différentes sources, avec une prise en compte de l'année de sortie. Pondéré à 20%.
- **Sécurité** : Prise en compte de la sécurité si connue. Pondéré à 20%.
- **Connaissance de l'auteur du TB** : Prise en compte des connaissances de l'auteur du TB sur les *frameworks*, incluant les cours et projets du bachelor ainsi que l'expérience acquise sur des projets au EASILab. Pondéré à 25%.

- **Intégration au projet GROUP-IT** : Évaluation de l'utilisation de technologies similaires. Pondéré à 15%.
- **Intégration au projet Mobetic** : Évaluation de l'utilisation de technologies similaires. Pondéré à 15%.
- **Déploiement** : Évaluation des coûts de l'infrastructure. Pondéré à 5%.

### 5.4.1 Popularité et ancienneté

#### Frontend

Afin d'établir un classement des *frameworks* selon leur popularité, trois sources ont été prises en compte dont le classement de l'enquête de Stack Overflow. De plus, l'année de sortie du *framework* fait l'objet de 25% du classement. Le détail des calculs se trouvent dans l'annexe III.

React se classe en tête de tous les classements, suivi à chaque fois par Angular parmi les *frameworks* sélectionnés. Le classement de STACK OVERFLOW (2024) illustre ceci à la figure 5.4.

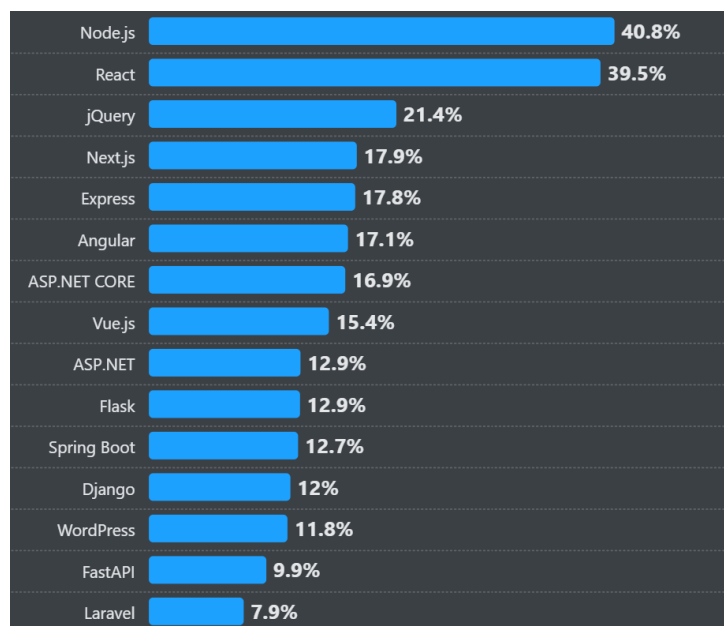


FIGURE 5.4 – Classement 2024 des *frameworks* web frontend et backend  
Source : STACK OVERFLOW (2024)

#### Backend

De manière similaire au classement du *frontend*, trois sources ont été consultées et la date de sortie a également été prise en compte. Pour le *backend*, le *framework* Django ressort en premier, suivi de près par Express.js et ASP.NET.

### 5.4.2 Sécurité

#### Frontend

La sécurité a également été prise en compte dans le choix de la technologie. Bien que STOKYO (2022) mentionne qu'il est difficile de trancher sur un *framework* plus sécurisé, il existe tout de même quelques nuances. Dans la catégorie des *frameworks* de Javascript, c'est Angular qui se place en premier grâce à ses meilleures performances contre les menaces (APPSDEVPRO, 2023). En ce qui concerne Blazor, il a l'inconvénient d'être souvent dépendant de bibliothèques tierces, ce qui peut poser des problèmes de sécurité et de compatibilité si elles ne sont pas à jour (DOROSH, 2024).

#### Backend

Au niveau *backend*, ASP.NET Core arrive en tête tout comme Django, notamment pour sa sécurité intégrée dès le départ et ses outils permettant de prévenir les vulnérabilités, comme le mentionne VERACODE (2018). Cependant, il convient de faire attention au point 8 de l'OWASP concernant l'utilisation de bibliothèques externes pour la désérialisation JSON. En ce qui concerne les autres *frameworks backend*, Express.js arrive en dernière position notamment à cause de faiblesses liées à des modules hébergés sur NPM. VERACODE (2018) nuance toutefois ces différences en affirmant que ces *frameworks* sont globalement équivalents en matière de sécurité.

### 5.4.3 Connaissances de l'auteur

#### Frontend

Pendant mon bachelor, j'ai principalement appris et réalisé des projets avec ASP.NET MVC et React. J'ai également acquis de l'expérience avec Flutter à travers un projet de développement mobile. Concernant Angular, j'ai eu l'occasion de travailler avec ce *framework* sur deux projets au EASILab. Par contre, je n'ai jamais utilisé Vue.js ni Blazor.

#### Backend

Au niveau *backend*, je maîtrise principalement ASP.NET Core, avec lequel j'ai réalisé des API web pour deux projets. Avec Python, j'ai une expérience plus limitée, mais j'ai tout de même travaillé sur quelques projets personnels sans utiliser Django ou Flask. En ce qui concerne Laravel, je n'ai pas d'expérience.

### 5.4.4 Intégration aux projets existants

#### GROUP-IT

Le projet GROUP-IT utilise Angular pour le *frontend* et ASP.NET Framework pour le *backend*. Il serait donc pertinent de choisir Angular afin de faciliter une possible fusion des plateformes à l'avenir. Pour le *backend*, il est important de noter qu'ASP.NET Framework est une ancienne version et il serait plutôt recommandé d'opter pour ASP.NET Core aujourd'hui.

#### Mobetic

Mobetic utilise également Angular en version 16 pour le *frontend* et le framework Flask pour le *backend*. Ainsi, Angular se présente comme une option à considérer sérieusement. Bien que le *backend* soit différent, ce critère est moins pertinent dans le cas d'Angular. Cela s'explique par le fait que les méthodes d'API sont moins similaires à celles de GROUP-IT.

### 5.4.5 Coût de déploiement

En ce qui concerne le coût de déploiement, les *frameworks* ne présentent généralement pas de différence. Cependant, il convient de noter que déployer du ASP.NET peut être plus coûteux, car il s'agit d'une solution propriétaire de Microsoft. Par exemple, pour utiliser *Internet Information Services* (IIS), une licence Windows Server est nécessaire et elle coûte environ 500\$ (MICROSOFT, 2024).

### 5.5 Récapitulatif et justification du choix

Selon les différents critères présentés ci-dessus ainsi que les moyennes et pondérations effectuées à l'annexe III, les deux tableaux récapitulatifs suivants ont été créés. Ainsi, Angular en version 18 a été choisi pour le *frontend* et ASP.NET Core en version 8 pour le *backend*.

#### Frontend

Frontend	Vue.js	React	Angular	ASP.net MVC	Flutter	Blazor
Popularité et ancienneté (20%)	7.5	9.5	9	9	6.7	6
Sécurité (20%)	8	8	8	9	8	7
Connaissances de l'auteur (25%)	4	8	6	8	8	4
Intégration GROUP-IT (15%)	5	5	10	5	5	5
Intégration Mobic (15%)	5	5	10	5	5	5
Coût du déploiement (5%)	8.5	8.5	8.5	5.5	8.5	5.5
Moyenne	6	7.4	8.3	7.4	6.9	5.4

TABLE 5.1 – Comparaison des frameworks frontend  
Source : l'auteur

#### Backend

Backend	Django	Flask	Express.js	ASP.NET Core	Laravel
Popularité et ancienneté (20%)	9	7.5	8.5	8	7.3
Sécurité (20%)	9	8	6.5	9	8
Connaissances de l'auteur (25%)	4	4	6	8	2
Intégration GROUP-IT (15%)	5	5	5	8	5
Intégration Mobic (15%)	5	10	5	5	5
Coût du déploiement (5%)	7	7	7	5.5	7
Moyenne	6.5	6.7	6.4	7.6	5.4

TABLE 5.2 – Comparaison des frameworks backend  
Source : l'auteur

#### Base de données

Vu que le *framework* de développement backend choisi est ASP.NET Core, la meilleure base de données à utiliser est de loin SQL Server. D'une part, il s'agit d'une technologie de Microsoft et d'autre part, Entity Framework Core est conçu pour fonctionner avec SQL Server (SAGITA, 2019).

## 5.6 Architecture choisie avec les technologies

Suite aux décisions prises dans la section précédente, un nouveau diagramme d'architecture a été élaboré. Les différentes implémentations seront présentées dans le chapitre suivant.

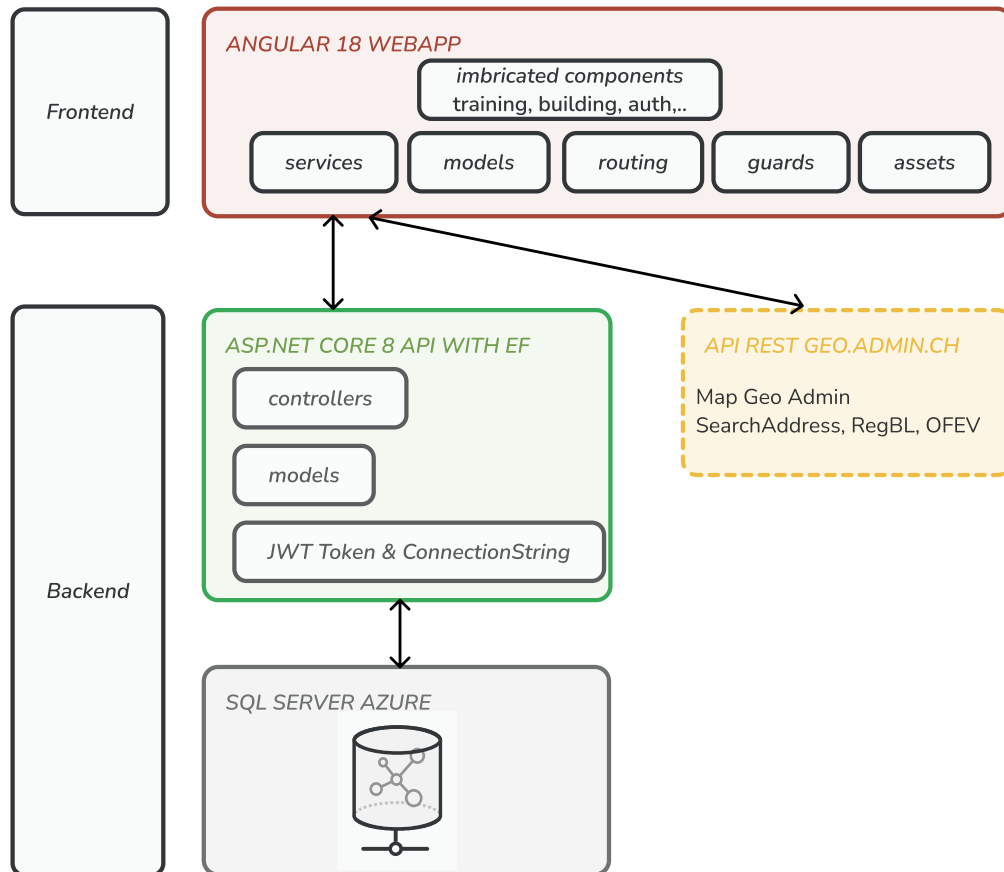


FIGURE 5.5 – Architecture finale du proof of concept  
Source : l'auteur

## 6 | Implémentation et gestion du projet

Ce chapitre a pour objectif de présenter la gestion du projet, les implémentations réalisées, ainsi que l'approche DevOps. Il se terminera par une présentation des tests effectués.

Lors du rendez-vous de lancement du projet avec le Prof. David Wannier, le lundi 20 mai, il a été décidé d'utiliser la méthodologie Agile Scrum pour la gestion du projet. Deux jours plus tard, une rencontre a eu lieu avec l'Exergy Management Lab, représenté par le Prof. Stéphane Genoud et Noemi Imboden. Lors de cette réunion, il a été décidé que Noemi Imboden, doctorante au Lab, prendrait le rôle de Product Owner. Comme Noemi est en échange universitaire à Vancouver, les réunions de sprint doivent se tenir à partir de 16 heures, heure suisse, et se déroulent via Microsoft Teams.

Le travail de bachelor pour les étudiants à temps partiel s'étend du 20 mai 2024 au 16 août 2024, sur une durée de 12 semaines et demie. Il a été décidé de diviser ce travail en cinq sprints : le premier, le sprint 0, dure cinq semaines, suivi de quatre sprints de développement d'environ deux semaines chacun. La figure III.3 montre le planning réalisé. Afin de faciliter les rencontres, les revues, rétrospectives et planifications sont regroupées au cours d'une même séance. Les dates de ces séances ont été fixées en fonction de la disponibilité de la Product Owner et du professeur responsable du suivi. Cela explique quelques décalages et le fait que certains sprints soient légèrement plus courts ou plus longs que les deux semaines initialement prévues.

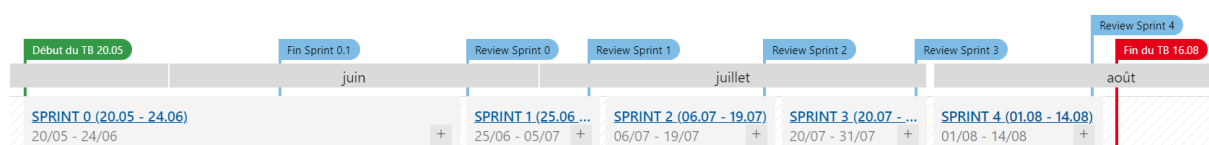


FIGURE 6.1 – Planification des sprints sur Azure DevOps  
Source : capture d'écran de l'auteur

En ce qui concerne l'organisation au sein des sprints, il faut relever que des séances de product backlog refinement ont eu lieu, notamment pour mieux comprendre les besoins et faire valider les maquettes réalisées. Des échanges réguliers par email et via Teams ont également eu lieu avec la Product Owner pour clarifier certains points.

En revanche, les daily meetings n'ont pas eu lieu, car le développement est effectué de manière individuelle. Cependant, un suivi des tâches a été mis en place pour visualiser l'avancement au sein du sprint.

### 6.1 Sprint 0 : Préparation de l'environnement et recherches

Le sprint 0 a permis de lancer le projet en effectuant des recherches pour comprendre le sujet, en prenant connaissance des plateformes existantes, en analysant les besoins et en déterminant les technologies appropriées. Ces besoins ont été notés sous forme de User Stories, présentées à la figure 6.2. C'est également au cours de ce sprint que le Product Backlog a été élaboré puis validé avec la Product Owner.

ID	Title
11	> En tant que lecteur, je souhaite comprendre la thématique et les enjeux énergétiques actuels, afin de comprendre le contexte du travail de bachelor.
12	> En tant que lecteur, je veux que le rapport respecte la structure d'un travail de bachelor afin qu'il soit conforme aux exigences d'un travail scientifique.
14	> En tant que collaborateur de l'EML et de l'EASILAB, je souhaite savoir sur quelles plateformes ce projet se rapproche technologiquement, afin d'envisager de futures intégrations.
13	> En tant que lecteur, je souhaite prendre connaissance de l'état l'art sur les plateformes de conseil en énergie du bâtiment destiné aux particuliers, afin de prendre connaissance de solutions similaires.
8	> En tant que mandant du projet, je souhaite disposer en place un outil de gestion de projet agile afin de suivre efficacement les user stories.
7	> En tant que mandant du projet, je souhaite disposer d'un repository Git, afin de voir le code et ses modifications facilement.
16	> En tant que mandant du projet, je souhaite connaître une analyse comparative des technologies de développement actuelles, afin que les plus appropriées soient choisies pour le projet.
9	> En tant que mandant du projet, je souhaite disposer d'une pipeline CI/CD, afin de permettre afin de pouvoir continuellement déployer l'outil.
15	> En tant que mandant du projet, je souhaite que les bonnes pratiques en matière de sécurité informatique soient identifiées, afin de garantir une plateforme sécurisée.

FIGURE 6.2 – User Stories du sprint 0 sur Azure DevOps  
Source : capture d'écran de l'auteur

Lors de la première Sprint Review, le 24 juin, il a été convenu de prolonger le sprint 0 pour terminer les User Stories de recherche avant de commencer un sprint de développement. Ainsi, le sprint 0 a été divisé en deux parties :

- la première partie, nommée 0.1, d'une durée de trois semaines, du 20.05 au 10.06.
- la deuxième partie, nommée 0.2, d'une durée de deux semaines, du 11.06 au 25.06.

#### 6.1.1 Sprint 0.1

Durant cette phase du sprint, plusieurs réunions ont été organisées. Après les réunions de lancement du projet, des rencontres ont eu lieu avec deux collaborateurs de l'Exergy Management Lab pour prendre connaissance de la plateforme GROUP-IT et évaluer une éventuelle intégration. De plus, une séance a eu lieu avec Jérémie Vianin, collaborateur au EASILab, pour comprendre les technologies actuellement utilisées dans le laboratoire et évaluer si certaines plateformes pourraient accueillir le projet.

Ensuite, deux autres rencontres ont été consacrées à des discussions techniques. La première, avec Jean-Luc Beuchat, professeur de sécurité informatique, portait sur les menaces actuelles dans le développement logiciel. La deuxième, avec Gwenaëlle Gustin, collaboratrice au EASILab, visait à identifier les bonnes pratiques et les configurations nécessaires pour la mise en place de l'ALM Azure DevOps.

Rapidement, l'environnement Azure DevOps a été configuré avec plusieurs paramètres, dont :

- la configuration d'Azure Boards pour la gestion Scrum, notamment avec des règles pour établir les priorités MoSCOW,

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

- la création d'un repository GIT avec un projet de démonstration,
- le déploiement de ce projet de démonstration via un pipeline CI/CD vers Azure Static Web Apps,
- la création d'une page wiki pour regrouper les informations importantes et les comptes rendus de réunion,
- l'ajout d'un tableau de bord personnalisé avec des graphiques de suivi du projet,
- l'octroi des droits d'accès au professeur de suivi et aux mandants sur les fonctionnalités utilisées.

### Branching strategy

Lors de ce premier sprint, la stratégie de *branching* a également été définie. L'idée initiale, étant donné que le projet a un seul développeur, était de procéder par *feature isolation*. Cela permet de séparer clairement les développements. La branche principale, `main`, contient le code du proof of concept prêt à être démontré. Les branches `feature` concernent les fonctionnalités en cours de développement. Une fois la fonctionnalité testée, la branche `feature` est fusionnée dans la branche `main`. À la fin de chaque sprint, un `tag` est ajouté pour identifier la version. Cette partie sera présentée plus en détail dans la section DevOps. De plus, une convention de nommage pour les messages de commit a été établie, en s'inspirant de celle utilisée au EASILab. L'objectif est de lier les commits aux User Stories dans Azure Board. Voici les informations à indiquer dans l'ordre :

1. FIX pour une correction de bug, FEAT pour une fonctionnalité ou REFACT
2. - FRONT pour le développement frontend ou BACK pour le backend
3. : #ID de la User Story sur Azure Board
4. description

Un des points clés de ce premier sprint a été l'établissement du Product Backlog. Celui-ci a été élaboré en prenant compte de la donnée du TB et en questionnant la Product Owner sur les besoins. Le Product Backlog, disponible dans son intégralité à l'annexe ??, a ainsi pu être établi. Chaque User Story a été priorisée et estimée en Story Points, représentant l'effort requis. Ces User Stories ont été regroupées en cinq Features représentant les grandes phases du projet :

Work Item Type	Title
Feature	> 🏠 Préparation de l'environnement de développement
Feature	> 🏠 Analyse du sujet et recherches
Feature	> 🏠 Formation en énergie
Feature	> 🏠 Login et gestion des comptes
Feature	> 🏠 Conseil énergétique selon les données du bâtiment

FIGURE 6.3 – Features du projet sur Azure DevOps  
Source : capture d'écran de l'auteur

## 6.1 Sprint 0 : Préparation de l'environnement et recherches

Il est à noter que, lors de ce sprint, le fonctionnement des artefacts importants de Scrum a été expliqué à la Product Owner. Cela comprenait la présentation des différentes séances de revue, de rétrospective et de planification, ainsi que le fonctionnement du Product Backlog, avec les User Stories, leur priorité établie selon MoSCoW et leur effort estimé en Story Points.

De plus, à la fin de cette phase de sprint, une première version d'une application à titre de démonstration a été déployée sur le service Azure Static Web Apps. Comme l'URL ne pouvait pas être modifiée, une redirection a été établie depuis <https://energyadvisor.iemweb.hevs.ch>.

Avant la réunion intermédiaire, un email a été envoyé avec le lien de la plateforme et le déroulement de la séance :



FIGURE 6.4 – Email envoyé avant la réunion intermédiaire de sprint 0  
Source : capture d'écran de l'auteur

Lors de la réunion, il a été souligné l'importance de rester en sprint 0 pour continuer la phase de recherche avant d'entamer le développement. Le planning a été modifié pour permettre de prolonger cette phase avec le sprint 0.2, dédié à la poursuite des recherches.

### 6.1.2 Sprint 0.2

Lors de la deuxième partie du sprint 0, un accent particulier a été mis sur les recherches et la rédaction de l'état de l'art des plateformes similaires (Chapitre 3), des mesures de sécurité à prendre en compte (Chapitre 4) ainsi que sur les choix technologiques (Chapitre 5). De plus, à la fin de ce sprint, les premières maquettes ont été réalisées sur le logiciel Figma pour illustrer les User Stories et préparer le développement pour le sprint suivant.

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

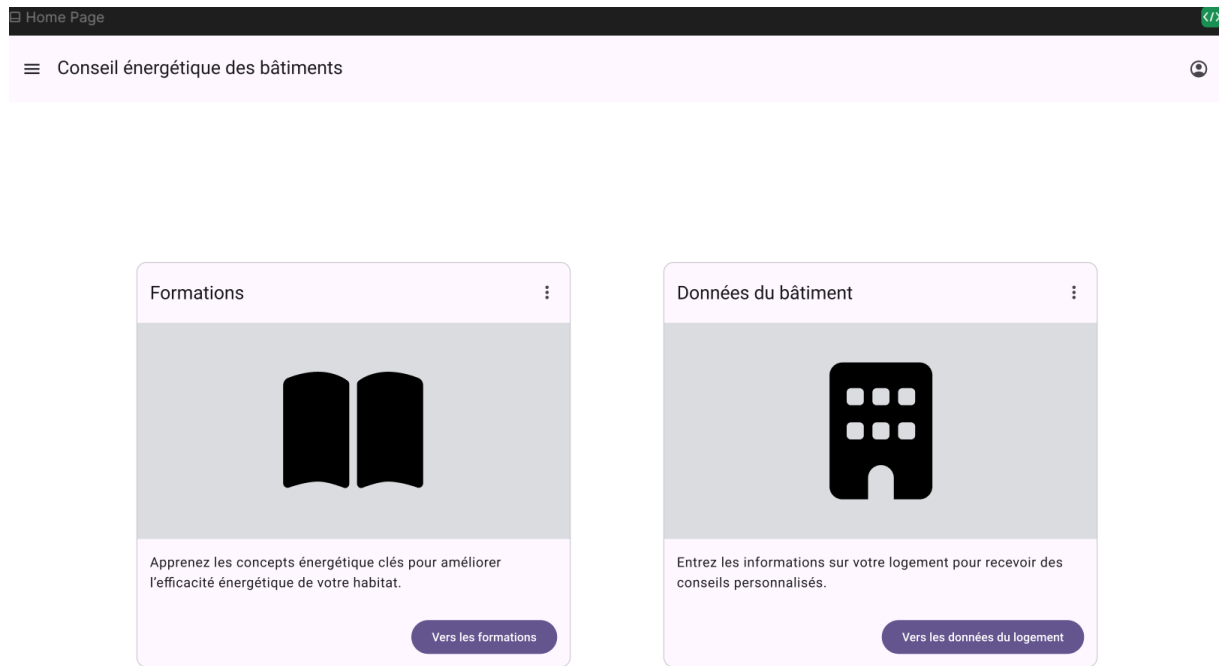


FIGURE 6.5 – Maquette de la page d'accueil sur Figma au sprint 0  
Source : capture d'écran de l'auteur

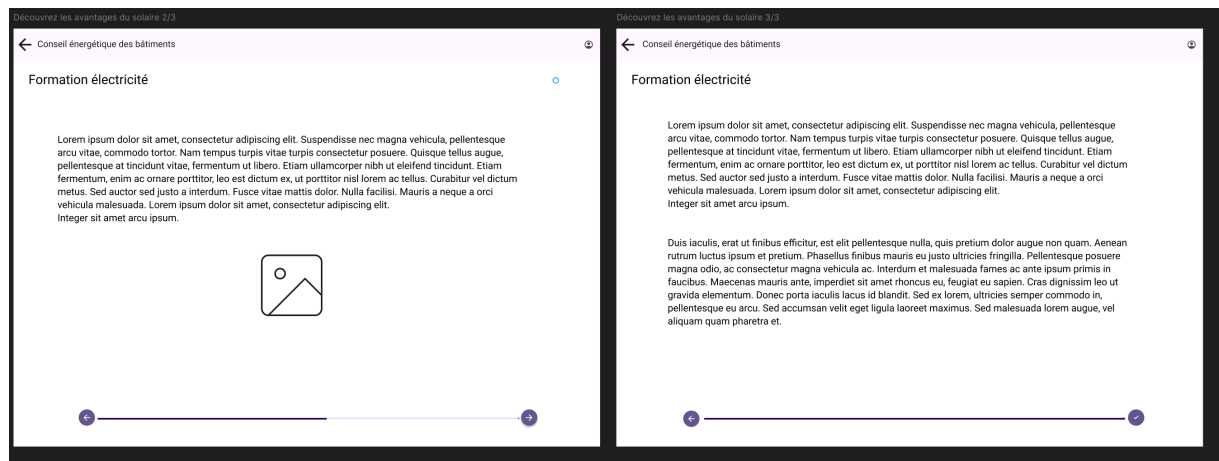


FIGURE 6.6 – Maquette des pages de formation sur Figma au sprint 0  
Source : capture d'écran de l'auteur

Lors de la revue du sprint 0, les User Stories, concernant principalement la fonctionnalité de recherche, ont été passées en revue. Pendant la réunion, il a été relevé la pertinence de prendre en compte la facilité de déploiement dans le choix technologique. Bien que les technologies aient déjà été sélectionnées, ce critère sera ajouté avec une pondération de 5 %.

## 6.2 Sprint 1 : Développement de la partie formation

Le Sprint 1 a pris place du mercredi 26 juin au vendredi 5 juillet. Il s'agissait du sprint le plus court de tout le projet. Malgré cela, il a été décidé d'inclure 8 User Stories, avec un effort total estimé à 30 Story Points. Ce choix a été fait en tenant compte du fait qu'il restait 91 Story Points à réaliser dans le backlog. La répartition de cette charge sur 4 sprints donnait une moyenne de 22.75 Story Points par sprint. Par conséquent, un nombre plus élevé de Story Points a été sélectionné dans ce sprint. Cela se justifie par la présence de 2 User Stories de recherche et de rédaction, qui sont toujours en cours et qui totalisaient à elles seules 13 Story Points. L'objectif principal de ce sprint était de développer la fonctionnalité de formation en énergie.

ID	Title	Story Points	State
15	> En tant que mandant du projet, je souhaite que les bonnes pratiques en matière de sécurité informatique soient identifiées, afin de garantir une plateforme sécurisée. ...	5	Closed
49	En tant qu'utilisateur, je peux accéder à la page d'accueil contenant le titre de plateforme.	1	Closed
55	En tant qu'utilisateur, je peux choisir de me former ou de saisir des données de ma maison, afin de sélectionner l'option qui me convient le mieux.	2	Closed
19	En tant qu'utilisateur, je peux choisir une thématique de formation sur le domaine énergétique, afin d'approfondir mes connaissances dans un domaine choisi.	2	Closed
18	En tant qu'utilisateur, je peux accéder à un sous-menu pour choisir la formation, afin de me concentrer et me former sur la thématique sélectionnée.	3	Closed
56	En tant qu'utilisateur, je souhaite suivre une formation structurée en plusieurs pages, afin de pouvoir assimiler le contenu de manière progressive et agréable.	5	Closed
57	En tant qu'utilisateur, je peux naviguer dans la formation en passant à la page suivante ou en revenant à la page précédente.	2	Closed
20	En tant qu'utilisateur, je souhaite voir la progression de ma formation, afin de situer mon évolution.	2	Closed

FIGURE 6.7 – User Stories du Sprint 1 sur Azure DevOps  
Source : capture d'écran de l'auteur

Lors du sprint, l'interface de la page principale contenant le titre a été créée. Il s'agissait de la User Story #49 qui était la référence ayant 1 Story Point d'effort. Ensuite, la majeure partie du développement s'est concentrée sur la création des composants de formation, en utilisant Angular avec la bibliothèque Angular Material, basée sur le Material Design de Google. Le développement a nécessité de revoir certains cours en ligne pour se remettre à niveau sur le *framework* Angular.

Voici la structure des composants de la page d'accueil des formations :

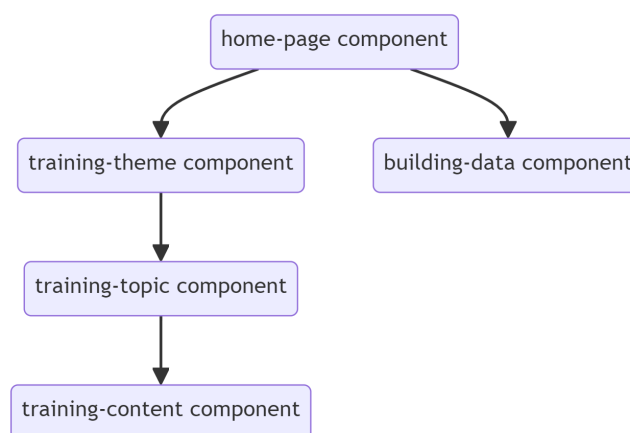


FIGURE 6.8 – Structure des composants Angular de la formation  
Source : graphique de l'auteur

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

Voici à quoi correspondent ces composants :

- **home-page component** : contient le choix entre la partie formation ou les données des bâtiments.
- **training-theme component** : les grandes thématiques de formation sont proposées ici.
- **training-topic component** : c'est ici que se passe le choix de la formation.
- **training-content component** : il s'agit du composant du contenu de la formation avec les boutons d'avancement.
- **building-data component** : composant vide pour le moment, créé en prévision de la suite.

Le développement du sprint 1 a été fait uniquement dans le *frontend*, la création du *backend* étant prévue dans le sprint suivant avec la gestion des logins. En ce qui concerne le contenu des formations, il a été rédigé dans une structure JSON avec du contenu HTML pour le balisage des pages de formation.

À la fin du sprint, le mail suivant a été envoyé à la Product Owner :

TB Sec. Energy Advisor - infos review 1



Brouchoud François

À Imboden Noemi

Cc Wannier David



04.07.2024

Salut Noemi,

Voici quelques informations en vue de la review du sprint 1 qui aura lieu demain à 16h.

Les User Stories que nous avons sélectionnées pour [le sprint 1](#) ont été réalisées et tu peux tester la plateforme via ce lien : <https://energyadvisor.iemweb.hevs.ch>

- J'ai pris en compte ta remarque concernant la maquette de la formation que tu as testée sur [figma](#), et il est maintenant possible de quitter une formation.
- Pour le contenu des formations, j'ai mis du contenu exemple, cependant nous pourrions facilement ajouter du contenu de formation avec l'équipe de l'EML.

Concernant le rapport, j'ai continué avec une section sur la protection des données.

Je suis encore en cours de rédaction pour les sections sur la sécurité informatique et le choix technologique. Voici la version de cet après-midi : [PDF TB\\_Secure\\_energy\\_building\\_advisor.pdf](#)

Demain, nous allons passer en revue les User Stories de ce sprint et planifier le sprint 2.

Schönen Tag noch und bis morgen,  
François

FIGURE 6.9 – Email envoyé avant la review du Sprint 1  
Source : capture d'écran de l'auteur

Toutes les User Stories de développement ont été acceptées, à l'exception de celle concernant la recherche, car il restait de la rédaction à effectuer sur la partie de la sécurité informatique et du choix technologique.

Lors de la rétrospective, il a été constaté que le sprint s'était bien déroulé. Cependant, il a été souligné qu'il serait important de disposer du contenu final des formations pour vérifier si cela est cohérent avec le développement effectué.

### 6.3 Sprint 2 - Implémentation de l'authentification

Le sprint 2 s'est déroulé du samedi 6 juillet au vendredi 19 juillet. La planification a pris en compte les 17 Story Points validés lors du Sprint 1, ainsi que les 13 Story Points de rédaction encore en cours. Ces 13 Story Points de recherche approchant la fin, il a été décidé de sélectionner au total 34 Story Points pour ce sprint, qui s'étendait cette fois sur deux semaines complètes. L'objectif principal de ce sprint était de mettre en place le système d'authentification avec l'enregistrement de la progression des formations dans la base de données.

ID	Title	Story Points	State
16	> ■■ En tant que mandant du projet, je souhaite connaître une analyse comparative des technologies de développement actuelles, afin que les plus appropriées soient choisies pour le projet.	8	● Closed
15	> ■■ En tant que mandant du projet, je souhaite que les bonnes pratiques en matière de sécurité informatique soient identifiées, afin de garantir une plateforme sécurisée.	5	● Closed
21	> ■■ En tant qu'utilisateur, je veux pouvoir interrompre une formation à tout moment et reprendre plus tard là où je me suis arrêté, afin de poursuivre mon apprentissage.	8	● Closed
24	> ■■ En tant que futur utilisateur enregistré, je souhaite créer un compte sur la plateforme, afin de retrouver mes informations dans le futur.	8	● Closed
25	> ■■ En tant qu'utilisateur enregistré, je peux supprimer mon compte, afin de contrôler mes données personnelles et quitter la plateforme quand je veux.	2	● Closed
26	> ■■ En tant qu'administrateur, je peux supprimer des comptes, afin de gérer les accès à la plateforme.	3	● Closed

FIGURE 6.10 – User Stories du Sprint 2 sur Azure DevOps  
Source : capture d'écran de l'auteur

Au début du sprint, l'application backend en ASP.NET 8 a été créée. Pour le distinguer du frontend, deux dossiers ont été créés à la racine du projet :

- `ui` : application frontend Angular
- `api` : application backend ASP.NET

Pour la base de données, SQL Server a été choisi avec l'ORM Entity Framework (EF). Cette base de données a été déployée sur Azure en utilisant un abonnement gratuit « SQL Server Standard S0 », lequel s'avère largement suffisant pour nos besoins. Le fichier `appsettings.json` contient le lien vers la base de données sur Azure, ainsi que les identifiants de connexion. La base de données est hébergée en Suisse, ce qui est un atout pour la conformité à la LPD.

Bases	
Groupe de ressources ...	: <a href="#">SecureEnergyBuildingAdvisor</a>
Nom du serveur	: <a href="#">energyadvisor.database.windows.net</a>
Statut	: Online
Pool élastique	: <a href="#">Pas de pool élastique</a>
Emplacement	: Switzerland North
Chaînes de connexion	: <a href="#">Afficher les chaînes de connexion de la base de données</a>
Abonnement ( <a href="#">déplacer</a> )	: <a href="#">Azure pour les étudiants</a>
Niveau tarifaire	: Standard S0 : 10 DTU

FIGURE 6.11 – Configuration de la base de données SQL Server sur Azure  
Source : capture d'écran de l'auteur

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

Les modèles de données ont ensuite été créés pour permettre la génération de la base de données avec Entity Framework. Il s'en est suivi la création des contrôleurs ainsi que le déplacement des données de formation dans la base de données. Ensuite, dans le *frontend*, un service d'appel à l'API a été créé. La structure finale de la base de données est présentée à l'annexe IV.

Pour assurer la sécurité, le login et les *endpoints* API des contrôleurs liés à des données d'utilisateur sont protégés par un mécanisme d'autorisation. Pour cela, l'attribut `[Authorize]` a été ajouté au niveau du contrôleur afin de restreindre l'accès à ces endpoints aux seuls utilisateurs authentifiés, garantissant ainsi que seules les personnes autorisées peuvent accéder ou manipuler les données.

```
1 // Code C#, extrait de TrainingProgressController.cs
2 [Authorize]
3 [Route("api/[controller]")]
4 [ApiController]
5 public class TrainingProgressController : ControllerBase
6 {
7     // endpoints de l'API soumis à autorisation
8 }
```

Le frontend utilise un service d'authentification qui vérifie la validité des jetons JWT avant d'autoriser l'accès aux différentes routes de l'application. Deux types de rôle ont été mis en place avec l'*admin* et le *user*. Ils permettent de limiter l'accès à certaines pages en fonction des permissions. Dans le code suivant, l'accès à la page admin est soumis à la vérification du rôle d'admin.

```
1 // Code Typescript, extrait de app.route.ts
2 export const routes: Routes = [
3     { path: '/', component: HomeComponent },
4     ...
5     {
6         path: 'admin',
7         component: AdminComponent,
8         canActivate: [roleGuard],
9         data: { roles: ['Admin'] }
10    },
11 ];
```

```
1 // Code Typescript, extrait de auth.service.ts
2 // Obtention du rôle à partir du Token
3 getRoles = (): string[] | null => {
4     const token = this.getToken();
5     if(!token)
6         return null;
7
8     const decodedToken: any = jwtDecode(token);
9     return decodedToken.role || null;
10 }
```

## 6.3 Sprint 2 - Implémentation de l'authentification

À la fin du sprint, le déploiement du *backend* sur Azure n'a pas pu être effectué immédiatement. L'API a donc été temporairement hébergée sur une machine Windows Server. Cependant, le certificat SSL n'était pas valide immédiatement, ce qui nécessitait une approbation de connexion non sécurisée sur le navigateur. Ce problème a été résolu lors du sprint suivant.

Voici le mail qui a été envoyé avant la revue de sprint à la Product Owner :



FIGURE 6.12 – Email envoyé avant la Sprint Review 2  
Source : capture d'écran de l'auteur

La revue de ce sprint a eu lieu uniquement en présence de la Product Owner, le professeur responsable du suivi étant en vacances. Les User Stories de développement ont été validées. Le burndown chart à la figure 6.13 montre une diminution régulière du nombre d'heures restantes pour les tâches, avec un avancement proche de la courbe idéale. Le solde de 5 heures à la fin s'explique par la partie relative au choix technologique qui n'a pas encore été finalisée. Cette User Story a donc été reportée au chapitre 3. Lors de la rétrospective, il a été noté que tout se déroulait bien, même s'il était important d'intégrer du contenu concret des formations pour vérifier le rendu.

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

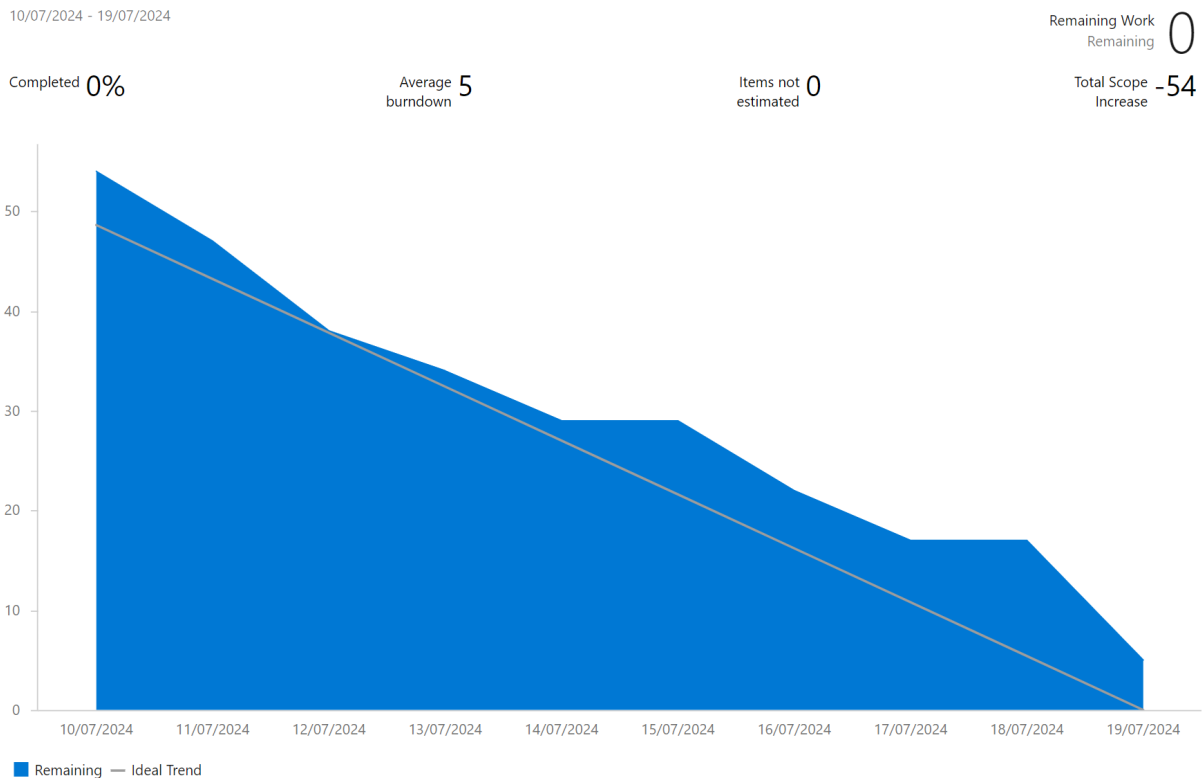


FIGURE 6.13 – Burn down chart du sprint 2 à partir de l'évaluation des tâches au 10 juillet  
Source : capture d'écran de l'auteur

### 6.4 Sprint 3 - Affichage des données du bâtiment

Le sprint 3 s'est déroulé du 20 juillet au 31 juillet. L'objectif principal de ce sprint était le développement de la fonctionnalité d'affichage des données des bâtiments. Pour calculer l'effort total des User Stories à prendre, la vélocité a été prise en compte. Suite aux deux premiers sprints, elle a été mesurée à 21 Story Points. Ainsi, il a été décidé de prendre l'équivalent en effort de 20 Story Points, tout en rajoutant l'US #16 relative à la rédaction sur les technologies. Cela a porté le nombre total de Story Points à 28, en sachant que la User Story #16 est presque terminée.

ID	Title	Story Points	State
16	En tant que mandant du projet, je souhaite connaître une analyse comparative des technologies de développement actuelles, afin que les plus appropriées soient choisies pour le projet.	8	Closed
28	En tant qu'utilisateur, je veux saisir des données sur mon logement, dont le type de chauffage et l'année de construction, afin de fournir les données nécessaires à l'obtention de conseils pertinents.	2	Closed
31	En tant qu'utilisateur, je peux saisir l'adresse de mon logement, afin que la plateforme récupère automatiquement le type chauffage et l'année de construction de mon logement.	8	Closed
32	En tant qu'utilisateur, je peux modifier les données récupérées suite à la saisie de mon logement, afin de mettre à jour celles qui sont obsolètes.	1	Closed
72	En tant qu'utilisateur, je bénéficie de conseils lors de la saisie des données, afin de disposer d'information concernant la classe énergétique du logement avec un conseil de rénovation.	3	Closed
73	En tant qu'utilisateur, je veux obtenir des informations sur les émissions de CO2 de mon logement, afin de prendre conscience des émissions de mon logement.	3	Closed
74	En tant qu'utilisateur enregistré, je peux sauvegarder la saisie du bâtiment, afin de retrouver les données et conseils ultérieurement.	3	Closed

FIGURE 6.14 – User Stories du Sprint 3 sur Azure DevOps  
Source : capture d'écran de l'auteur

## 6.4 Sprint 3 - Affichage des données du bâtiment

Au début du sprint, des maquettes ont été réalisées et validées avec la Product Owner pour s'assurer que le développement corresponde aux attentes. Cela a permis de commencer la User Story #28, laquelle nécessitait la mise en place d'un système de conseils basé sur un arbre décisionnel.

Pour les User Stories #31 et #73, des appels à l'API de Map Geo Admin ont été nécessaires. La compréhension du fonctionnement de l'API a demandé un certain temps. Afin de clarifier les échanges entre l'application frontend Angular et l'API Geo Admin, le diagramme de séquence présenté à la figure 6.15 ci-dessous a été créé.

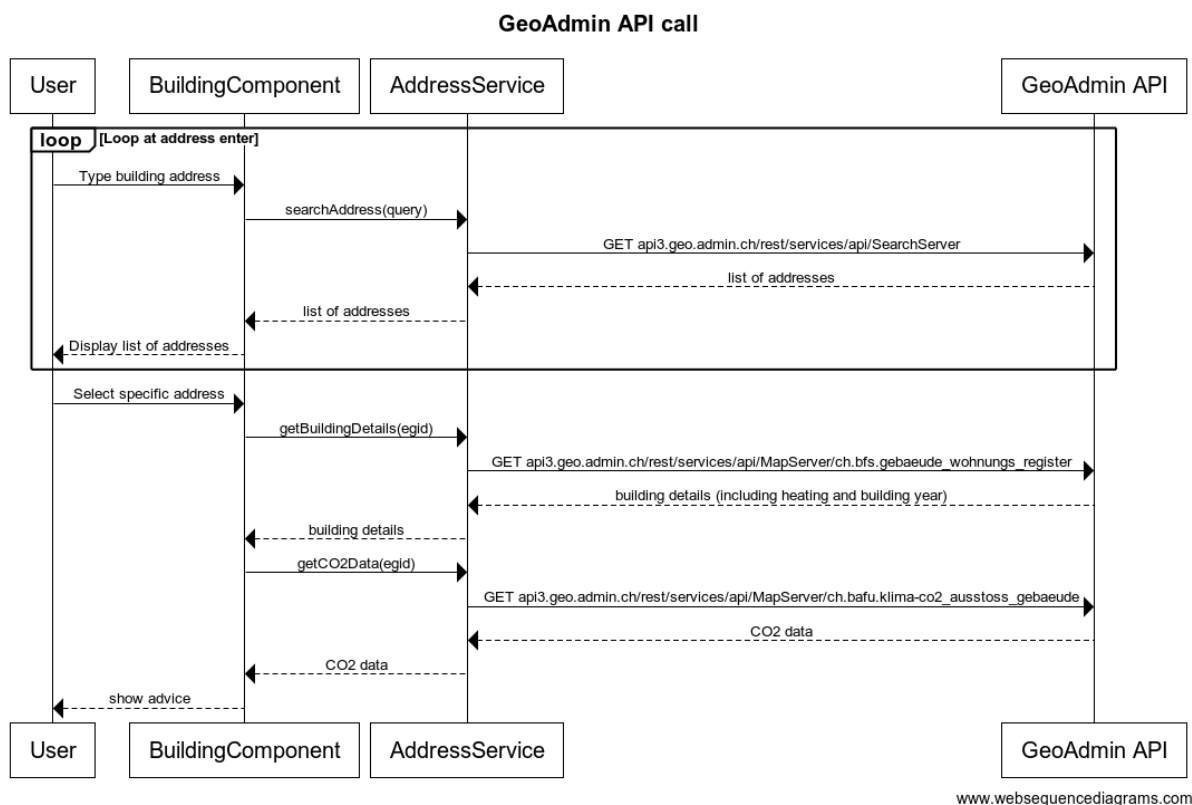


FIGURE 6.15 – Diagramme de séquence des appels API à Map Geo Admin  
Source : l'auteur

Suite à la récupération des données, il a fallu faire correspondre le code du générateur de chauffage (GENH1) de l'API Geo Admin avec le type de chauffage à afficher, comme illustré dans la figure 6.16. Pour simplifier l'interface utilisateur, les données ont été regroupées en grandes catégories de systèmes de chauffage.

Initialement, un bouton « Voir les conseils » avait été prévu pour générer les conseils, mais grâce à Angular, cette fonctionnalité a été retirée en accord avec la Product Owner. Les données sont désormais actualisées en temps réel en utilisant les *FormControls* et les *observables*, qui mettent à jour automatiquement les conseils affichés lors de chaque modification.

Source d'énergie / de chaleur du chauffage		GENH1 / GENH2
Numérique (entier), 4 positions		
On distingue les sources d'énergie / chaleur suivantes:		
Code	Source d'énergie / de chaleur	
7500	Aucune	
7501	Air	
7510	Géothermie (générique)	
7511	Sonde géothermique	
7512	Serpentin géothermique	
7513	Eau (nappe phréatique, eaux superficielles, eaux résiduelles)	
7520	Gaz	
7530	Mazout	

FIGURE 6.16 – Tableau de correspondance des codes et des sources d'énergie dans le RegBL  
Source : Capture d'écran (OFS, 2024)

Pour la User Story #74 qui concerne l'enregistrement dans la base de données, un nouveau modèle de données a été créé pour enregistrer l'adresse, l'identifiant du bâtiment (Egid), l'année de construction et le type de chauffage. Voici le modèle de données correspondant :

```
1 // Code C#, extrait de BuildingData.cs
2 public class BuildingData
3 {
4     [Key]
5     public int Id { get; set; }
6
7     [ForeignKey("User")]
8     public string? UserId { get; set; }
9     public string? Address { get; set; }
10    public string? Egid { get; set; }
11    public string? HeatingType { get; set; }
12    // Year of construction
13    public int Year { get; set; }
14 }
```

Les endpoints nécessaires pour l'enregistrement et la récupération des données ont ensuite été créés. Leur utilisation est détaillée par les échanges dans le diagramme de séquence à la figure 6.17.

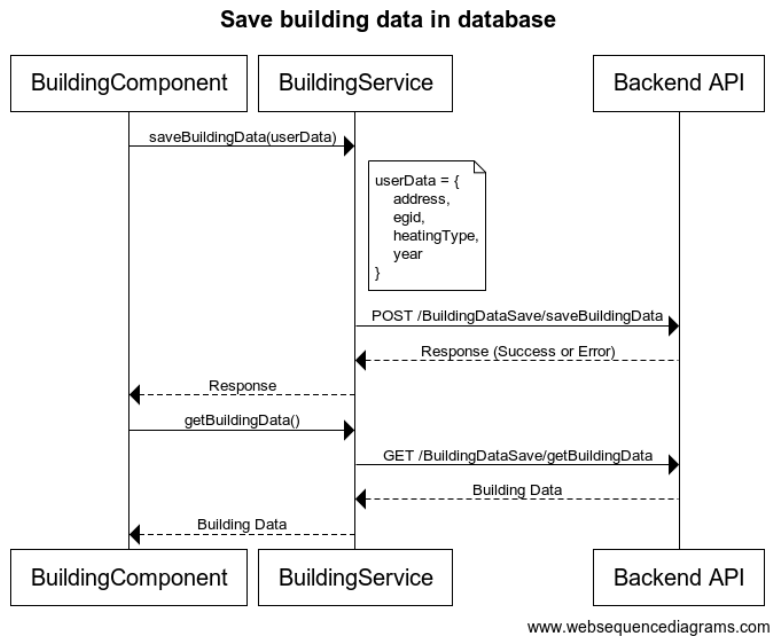


FIGURE 6.17 – Diagramme de séquence pour la sauvegarde des données du bâtiment  
Source : l'auteur

Voici le mail qui a été envoyé à la Product Owner à la fin de ce sprint :

TB Sec. Energy Advisor - Review 3 / Last planning



Brouchoud François  
À Imboden Noemi  
Cc Wannier David



mar. 30.07

Salut Noemi,

J'espère que tu vas bien.

Demain aura lieu la sprint review 3 ainsi que le dernier planning pour le développement du proof of concept.

Les User Stories prévues pour ce sprint ont pu être implémentées et tu peux tester la plateforme ici : <https://energyadvisor.iemweb.hevs.ch>.

Pour la partie sur les données du logement, la plateforme utilise l'API de map.geo.admin pour récupérer les informations. Cependant, il se peut que le type de chauffage ne soit pas à jour pour certaines adresses.

Demain, nous passerons en revue les User Stories pour les valider si elles répondent aux besoins.

Pour le dernier planning, j'ai deux suggestions (en jaune dans le Product Backlog) :

- Créer une User Story pour les données de formation que tu m'as fournies, car cela nécessite quelques adaptations de la structure de données.
- Ajouter une User Story pour sourcer les données (appels API, conseils) avec un lien.

88	User Story	En tant qu'utilisateur, je veux bénéficier de formations à jour sur la thématique de l'énergie, afin de pouvoir me former.	2
75	User Story	En tant qu'utilisateur, je peux connaître le potentiel solaire de ma maison, afin d'évaluer s'il est pertinent d'installer des panneaux solaire.	5
87	User Story	En tant qu'utilisateur, je peux visualiser l'emplacement de la maison sur une carte avec le potentiel solaire indiqué, afin d'identifier quelles parties du toit son...	8
90	User Story	En tant qu'utilisateur, je souhaite connaître la source des données, afin d'en vérifier la provenance.	1
89	User Story	En tant qu'administrateur, je peux éditer le contenu au format HTML des formations, afin de le tenir à jour pour les visiteurs.	5

On pourra au discuter au planning demain.

À demain,  
François

FIGURE 6.18 – Email envoyé avant la review du Sprint 3  
Source : capture d'écran de l'auteur

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

À la revue de sprint, les User Stories ont été toutes validées. Cependant, une erreur a été relevée concernant l'obtention automatique du type de chauffage avec l'adresse. Il s'agissait d'une absence de données dans le RegBL laquelle a pu être comblée en prenant en compte un deuxième champ indiquant aussi le type de chauffage. Concernant le burndown chart présenté à la figure 6.19, un léger retard a été accumulé au début du sprint en raison de la sous-estimation de la complexité de l'API de Map Geo Admin. Par contre, une fois l'API comprise, la majorité du développement a pu être effectué durant le week-end du 26 au 28 juillet. La rétrospective n'a pas révélé de problème.

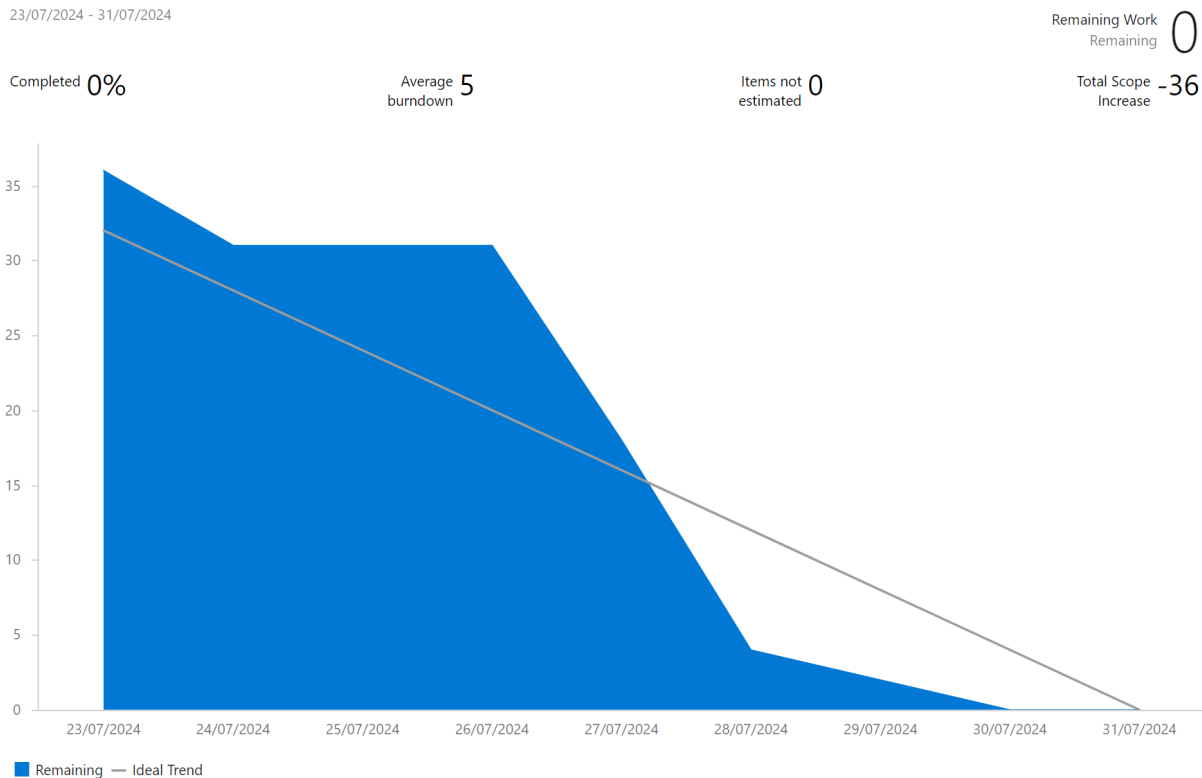


FIGURE 6.19 – Burn down chart du sprint 3 à partir de l'évaluation des tâches le 23 juillet  
Source : capture d'écran de l'auteur

### 6.5 Sprint 4 - Affichage du potentiel solaire

Le sprint 4 s'est déroulé du 1er août au 14 août. Des modifications ont été apportées au product backlog avec une réévaluation des priorités des User Stories pour permettre d'en rajouter des nouvelles. Étant donné qu'il s'agit du dernier sprint dans le cadre du travail de bachelor, certaines User Stories ont été classées en « won't do ». De plus, il a été suggéré d'évaluer la possibilité de traduire la plateforme, donnant naissance à la User Story #109, évaluée à 13 Story Points.

L'objectif principal de ce sprint était l'affichage du potentiel solaire du toit, avec un indicateur du taux de toits équipés de panneaux solaires dans la commune. Au total, 7 User Stories et 5 bugs ont été sélectionnés, pour un total de 27 Story Points.

## 6.5 Sprint 4 - Affichage du potentiel solaire

ID	Title	Story Points	State
88	>  En tant qu'utilisateur, je veux bénéficier de formations à jour sur la thématique de l'énergie, afin de pouvoir me former.	2	Closed
75	>  En tant qu'utilisateur, je peux connaître le potentiel solaire de ma maison, afin d'évaluer s'il est pertinent d'installer des panneaux solaire.	8	Closed
90	>  En tant qu'utilisateur, je souhaite connaître la source des données, afin d'en vérifier la provenance.	1	Closed
89	>  En tant qu'administrateur, je peux éditer le contenu au format HTML des formations, afin de le tenir à jour pour les visiteurs.	5	Closed
117	>  En tant qu'utilisateur enregistré, je veux voir quelles sont les formations que j'ai déjà réalisées, afin de suivre ma progression.	2	Closed
30	>  En tant qu'utilisateur enregistré, je souhaite connaître le pourcentage de maisons équipées de panneaux solaires dans ma commune, afin de situer l'implémentation.	2	Closed
114	>  En tant que mandant du projet, je souhaite avoir des informations sur la technologie front-end Blazor, afin de savoir si une intégration est possible.	1	Closed
91	>  Mot de passe s'affiche dans la barre de saisie en clair lors du clic sur enter	1	Resolved
92	>  Message d'erreur double compte pas clair	1	Resolved
93	>  Bouton retour peut revenir sur la page login	1	Resolved
94	>  Ajouter CSP et click jacking headers	2	Resolved
118	>  L'étiquette formation terminée ne s'affiche pas instantanément.	1	Resolved

FIGURE 6.20 – User Stories et bugs du Sprint 4 sur Azure DevOps  
Source : capture d'écran de l'auteur

La User Story #88 a nécessité une révision de la structure de formation. Le contenu fourni en Word s'est avéré légèrement différent de la structure initialement prévue. Afin de réorganiser la partie formation, un schéma a été réalisé et présenté à la figure 6.21.

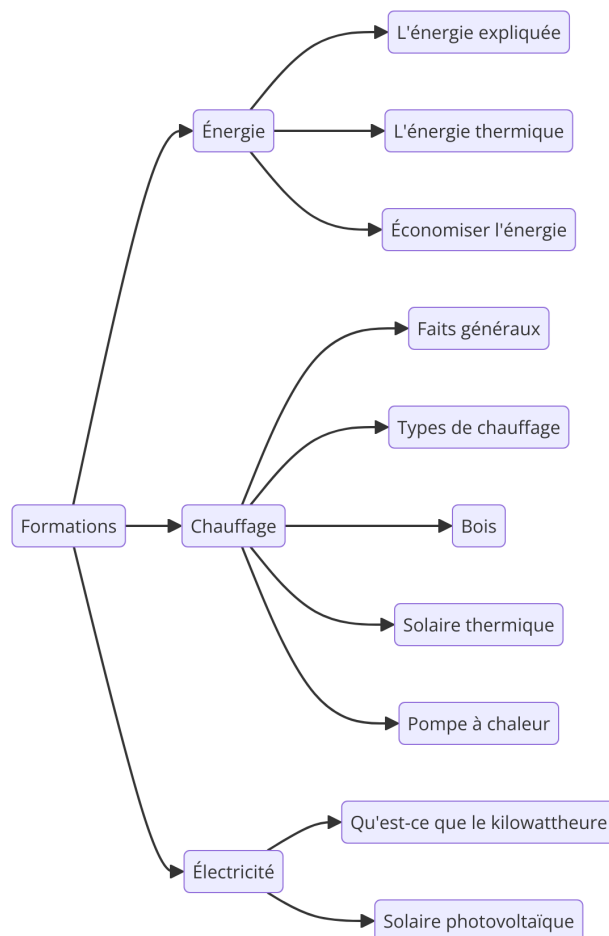


FIGURE 6.21 – Structure des formations en énergie  
Source : l'auteur

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

Les formations étant de petite taille, il a également été décidé en début de sprint d'ajouter la User Story #117 pour n'enregistrer que les formations terminées, avec une étiquette « Terminé » indiquant leur achèvement.

Pour réaliser la User Story #75 sur le potentiel solaire, il a été nécessaire d'intégrer un nouvel appel à l'API. De plus, l'API ne prenant pas directement en charge l'identifiant du bâtiment (EGID), il a fallu récupérer les coordonnées du bâtiment dans le système LV95. La figure 6.22 ci-dessous illustre la séquence depuis la sélection de l'adresse du logement.

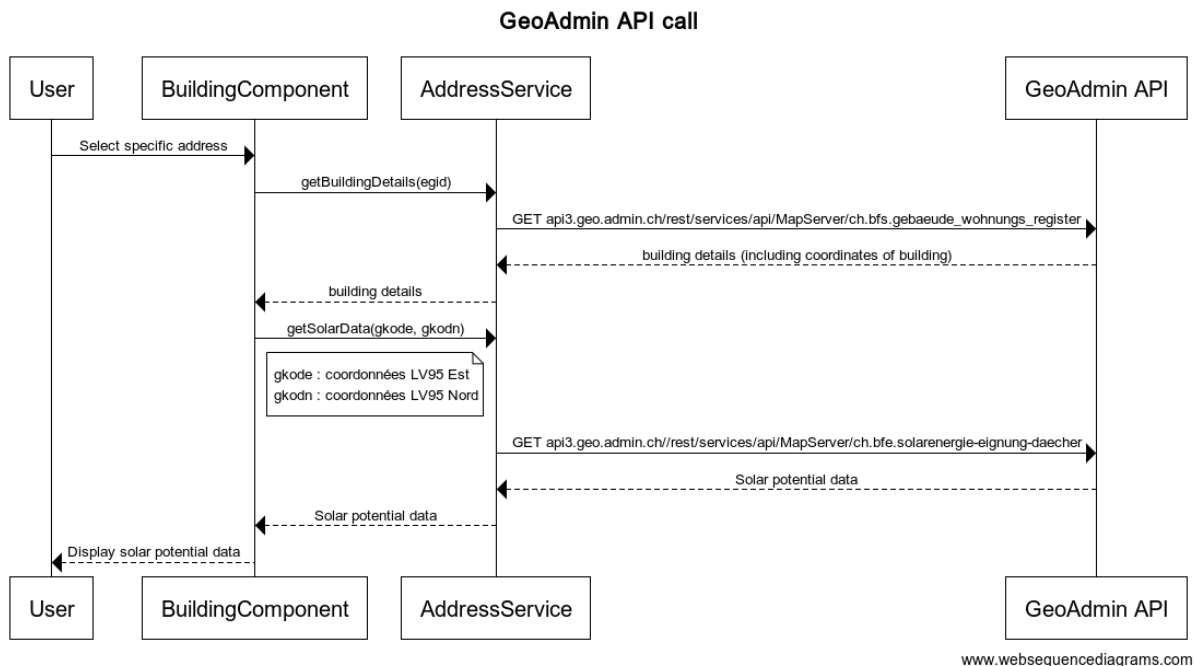


FIGURE 6.22 – Diagramme de séquence pour l'obtention du potentiel solaire  
Source : l'auteur

En ce qui concerne la User Story #30 visant à afficher le ratio de toits équipés de panneaux solaires dans les communes, il a fallu récupérer et traiter un fichier CSV provenant du projet de recherche Energy Dashboard. Un script en Python a été créé pour convertir ce fichier CSV en script d'insertion pour SQL Server. Ensuite, les modèles et l'endpoint API ont été créés, permettant la récupération du taux en fournissant le numéro OFS identifiant la commune du bâtiment.

Ce sprint, étant le dernier du travail de bachelor, a également été l'occasion de réaliser un refactor. Les composants Angular, initialement tous présents au même niveau, ont été réorganisés en dossiers par fonctionnalité de l'application. La figure 6.23 montre les résultats de ce refactoring.

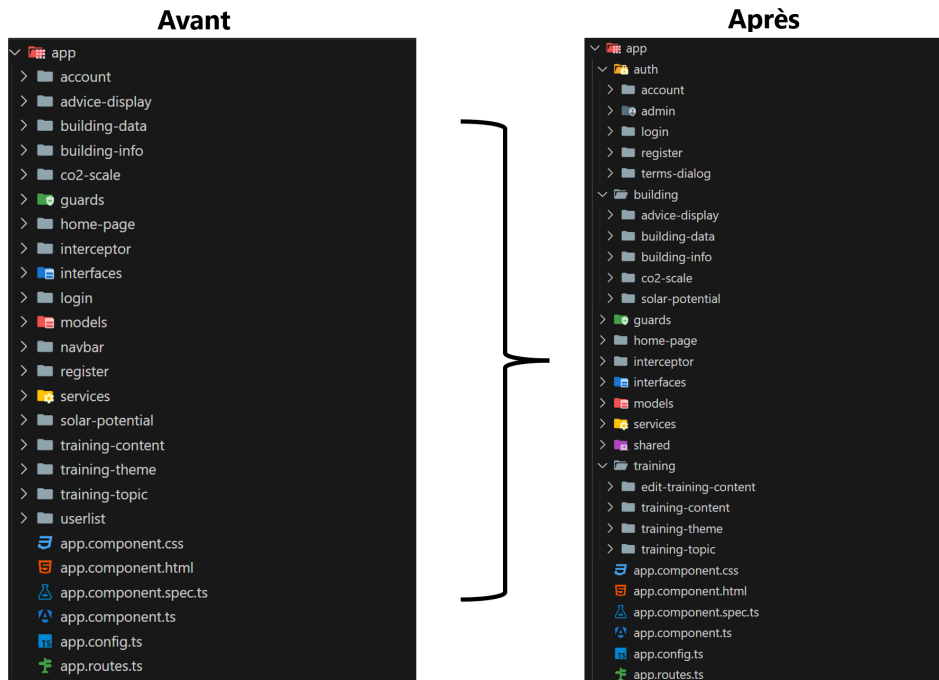


FIGURE 6.23 – Refactor de l'application Angular  
Source : capture d'écran de l'auteur

Durant ce sprint, le développement a été réalisé de manière plus condensée au début, comme l'indique le burn-down chart. Cela a été fait pour terminer rapidement les User Stories et se concentrer ensuite sur les bugs et la finalisation du rapport.

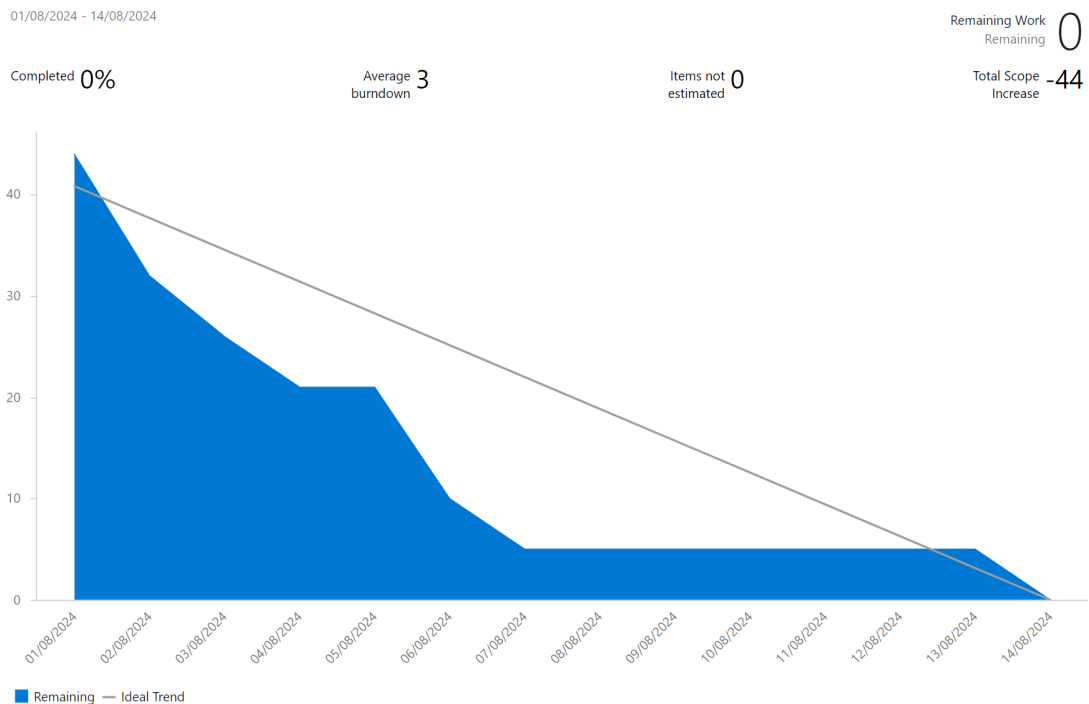


FIGURE 6.24 – Burn down chart du sprint 4 à partir de l'évaluation des tâches le 1er août  
Source : capture d'écran de l'auteur

## Chapitre 6. Implémentation et gestion du projet

---

Dès que le développement des nouvelles fonctionnalités a été terminé, un email a été envoyé à la Product Owner pour le signaler, afin qu'elle puisse déjà les tester.

### Fin des User Stories de développement pour le Sprint 4



Salut Noemi,

Je t'annonce que j'ai terminé les User Story de développement pour le dernier sprint (4).

Tu peux continuer à utiliser et tester la plateforme sur lien habituel : <https://energyadvisor.iemweb.hevs.ch/>

Je vais maintenant me concentrer sur la résolution de quelques bugs, l'optimisation des pipelines, les tests automatiques, ainsi que sur la rédaction de l'implémentation.

N'hésite pas à me faire part de tout bug ou problème que tu pourrais rencontrer sur la plateforme.

Bonne journée,  
François

FIGURE 6.25 – Email envoyé avant la review du Sprint 4  
Source : capture d'écran de l'auteur

La Sprint Review a permis de valider toutes les User Stories qui ont été sélectionnées. La rétrospective a mis en évidence la bonne collaboration durant ce projet de travail de bachelor. Il a également été relevé qu'il y avait une bonne gestion de projet. D'ailleurs, la Product Owner a exprimé le souhait de poursuivre le projet.

## 6.6 Diagramme de vélocité et burn-up chart

Le diagramme de vélocité et le burn-up chart ont aidé à suivre l'avancement du projet. La moyenne de la vélocité a atteint 25 Story Points. Il convient de noter que, lors des deux derniers sprints, une validation complète des User Stories a eu lieu.

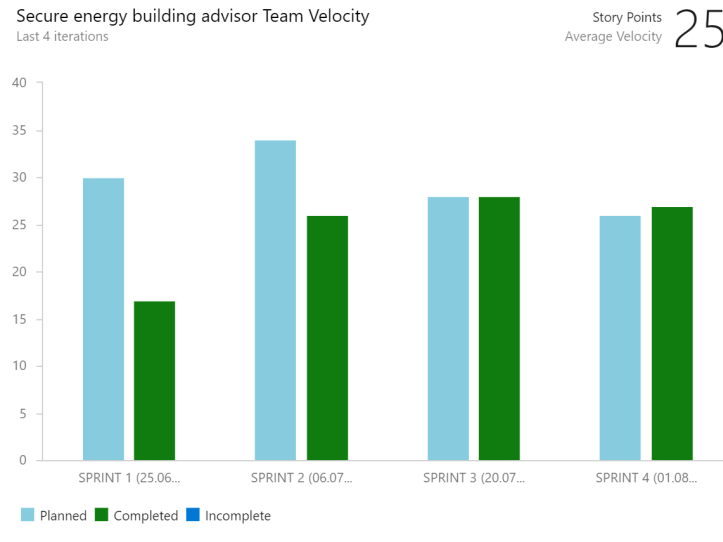


FIGURE 6.26 – Diagramme de vélocité du projet  
Source : capture d'écran de l'auteur

En ce qui concerne le burn-up chart, il convient de noter une augmentation du nombre de Story Points vers la fin, due à la réévaluation des User Stories et à l'ajout de nouvelles.

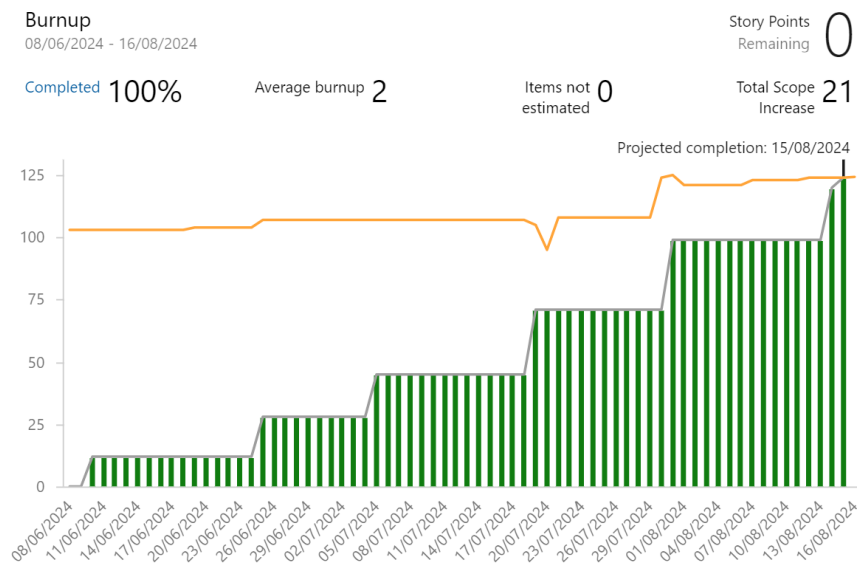


FIGURE 6.27 – Burn-up chart du projet  
Source : capture d'écran de l'auteur

### 6.7 Usage du DevOps

DevOps est une approche qui combine les équipes de développement logiciel (Dev) et les opérations informatiques (Ops) pour améliorer l'efficacité et la qualité des livraisons. En intégrant des pratiques comme l'intégration continue (CI) et la livraison continue (CD), DevOps automatise le processus de développement, de test et de déploiement des logiciels, permettant ainsi des mises à jour plus rapides et fiables (ATLASSIAN, 2024). Dans le cadre de ce travail, la CI/CD a été utilisée dès le début. Bien que toutes les fonctionnalités de DevOps et l'intégration de tous les artefacts n'aient pas été complètement implémentées, cette approche a tout de même été adoptée. Voici les étapes de DevOps avec ce qui a été réalisé dans le projet :

- **Plan** : La planification du projet a été réalisée via Azure DevOps en utilisant l'outil Boards pour gérer les User Stories, les bugs et les tâches.
- **Code** : Le versionnage du code a été effectué à l'aide de Git sur Azure DevOps avec l'outil Repos en utilisant la stratégie de branching, présentée à la section 6.1.1. Une branche dev a été ajoutée pour permettre de merger les *features* et de les tester sur un environnement de développement avant la mise en production.
- **Build** : Deux pipelines CI ont été configurés pour construire respectivement la version de production et de celle de développement lors de push sur la branche master ou dev.
- **Test** : Les tests ont principalement été manuels, excepté l'analyse de code avec SonarCloud, déclenchée par ligne de commande PowerShell.
- **Release** : Réalisé lors du merge de la branche dev vers la branche master.
- **Deploy** : Le pipeline déploie l'application vers Azure Statics App.
- **Operate & Monitor** : Ces fonctionnalités n'ont pas encore été mises en place.

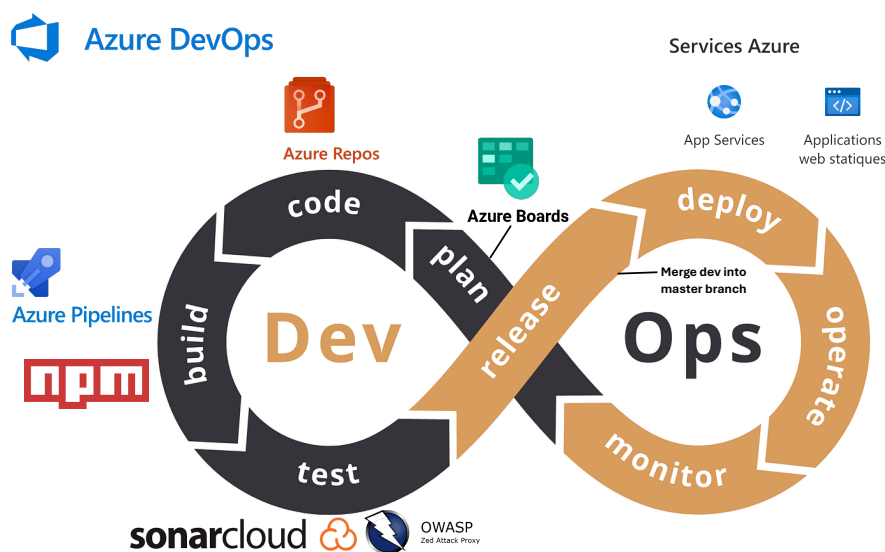


FIGURE 6.28 – Utilisation de DevOps dans le projet  
Source : graphique de l'auteur



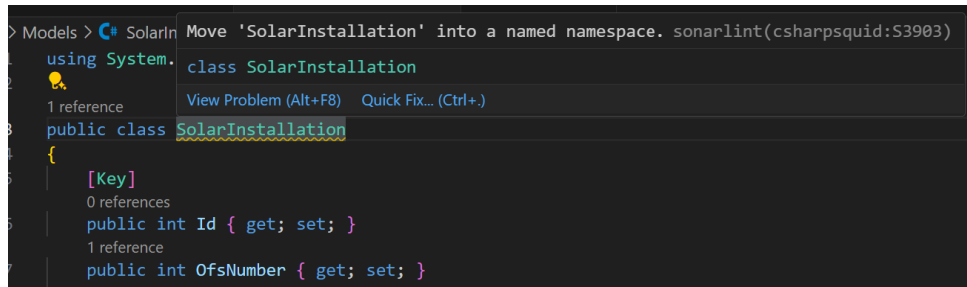


FIGURE 6.30 – Avertissement SonarLint d'absence de namespace  
Source : capture d'écran de l'auteur

Par exemple, comme montré dans la figure 6.31, SonarCloud a détecté une tentative de désactivation de la protection XSS d'Angular via la méthode `bypassSecurityTrustHtml`. Cette erreur a pu être ignorée, car ici le contenu a déjà été analysé par la bibliothèque `DOMPurify`. Mais cela montre tout de même l'attention que l'outil porte sur le code.

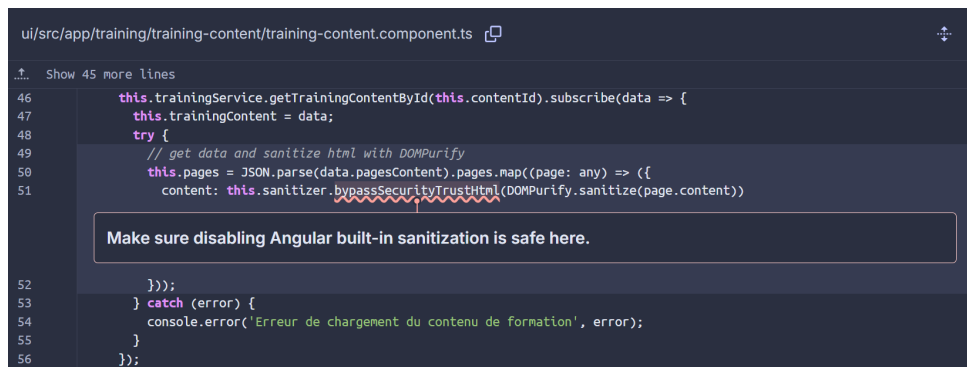


FIGURE 6.31 – Avertissement SonarCloud concernant la désactivation de la sécurisation  
Angular  
Source : capture d'écran de l'auteur

La figure 6.32 illustre un autre exemple d'avertissement qui concerne l'utilisation d'une politique CORS trop permissive avec `AllowAnyOrigin`. Cela a été résolu en limitant les origines aux URL de l'application *frontend*.

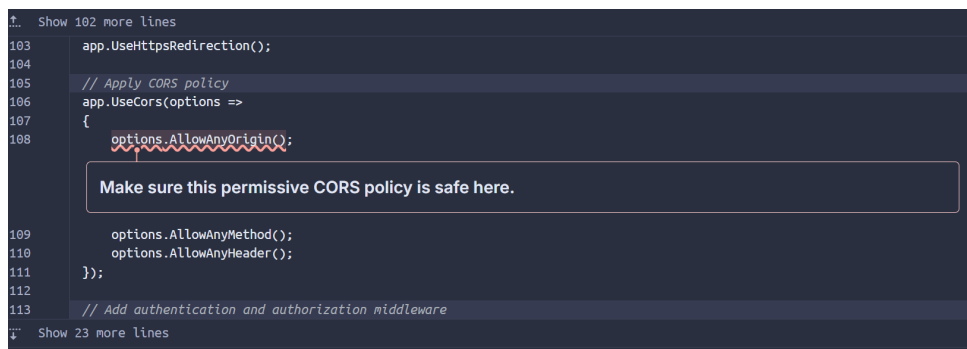


FIGURE 6.32 – Avertissement SonarCloud concernant une politique CORS trop permissive  
Source : capture d'écran de l'auteur

En ce qui concerne l'intégration de SonarCloud au pipeline, cela ne s'est malheureusement pas révélé concluant. En effet, seul le backend ou le frontend était testé, mais jamais les deux en même temps. Les rapports étaient ainsi incomplets. Il a donc été décidé de lancer l'analyse via des scripts PowerShell.

## Tests DAST

En plus des tests SAST, OWASP ZAP a été utilisé pour analyser l'application. Plusieurs alertes ont été relevées, principalement liées à la configuration d'Azure Static Web Apps. Par exemple, l'alerte concernant la « Mauvaise configuration inter-domaines » est due à un fichier JavaScript hébergé par Azure. Cela concerne un paramètre d'Azure non modifiable directement dans le code.

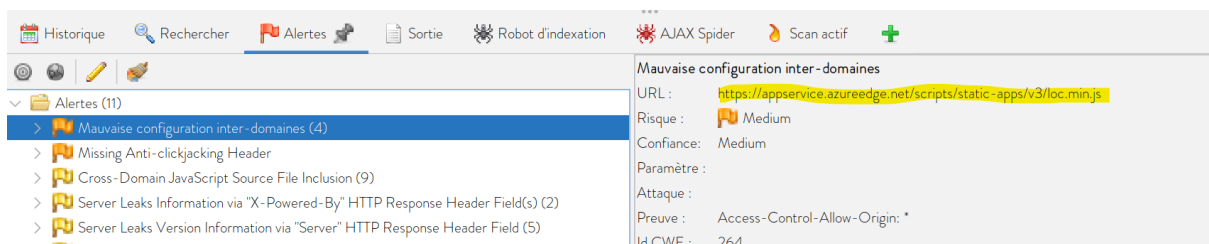


FIGURE 6.33 – Alerte ZAP concernant la configuration inter-domaines d'Azure Static Web Apps  
Source : capture d'écran de l'auteur

### 6.7.3 Déploiement

Les applications *frontend* sont déployées sur Azure Static Web Apps aux adresses suivantes :

- **Environnement de développement** : <https://ambitious-bush-018745603.5.azurestaticapps.net>
- **Environnement de production** : <https://ambitious-hill-07f782103.5.azurestaticapps.net>

Pour l'application backend ASP.NET, les déploiements sont réalisés sur Azure App Services aux adresses suivantes :

- **Environnement de développement** : <https://energyadvisordev.azurewebsites.net>
- **Environnement de production** : <https://energyadvisor.azurewebsites.net>

Contrairement au *frontend*, les déploiements du *backend* sont effectués directement à partir de VS Code. Cela est fait en utilisant l'extension Azure App Service, qui permet de déployer l'application en quelques clics depuis l'interface de VS Code, en sélectionnant l'application cible sur Azure et en lançant le déploiement.


Enfin, la base de données associée est hébergée sur Azure SQL Database. La ConnectionString contient son URL : `energyadvisor.database.windows.net`.

### 6.8 Guide de la plateforme

L'application a été déployée à l'adresse suivante : <https://energyadvisor.iemweb.hevs.ch>.

#### 6.8.1 Accès à la plateforme en tant qu'utilisateur

Pour illustrer toutes les fonctionnalités disponibles, ce guide suit le parcours d'un utilisateur ayant créé un compte sur la plateforme.

Pour créer un compte, il faut cliquer sur l'icône suivante : 

Sur la page d'accueil, l'utilisateur a le choix entre suivre des formations sur l'énergie ou obtenir des informations et des conseils énergétiques sur son logement :

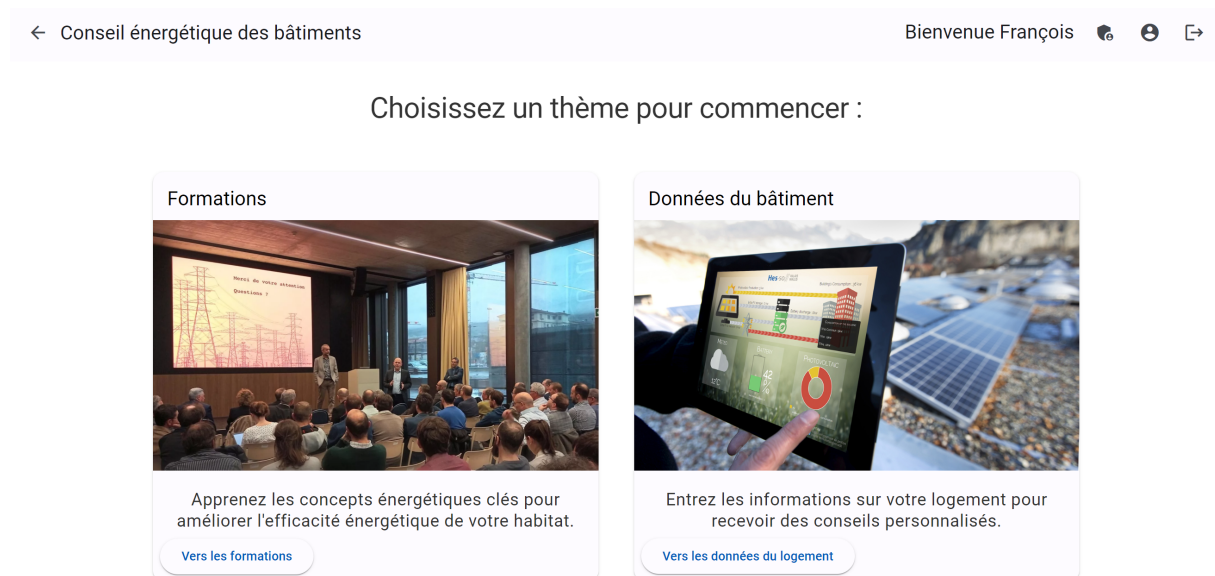


FIGURE 6.34 – Page d'accueil de l'application  
Source : capture d'écran de l'auteur

## Partie formation

Dans la partie formation, les sujets sont classés par thèmes :

Découvrez les sujets classés par thèmes :



FIGURE 6.35 – Page des thèmes de formation

Source : capture d'écran de l'auteur

Lors de la sélection d'un thème, il est possible ensuite de démarrer une formation. Les formations déjà terminées sont marquées par l'étiquette « Terminée ».

Formations sur le thème energie :



FIGURE 6.36 – Page du choix de la formation

Source : capture d'écran de l'auteur

Chaque formation est divisée en plusieurs pages. L'utilisateur peut naviguer entre les pages à l'aide des flèches. Une fois la formation terminée, elle peut être validée en cliquant sur le bouton « Vu » et sera alors marquée comme « Terminée ».

### L'Énergie thermique

#### Énergie thermique – Chauffage

L'énergie thermique, ou chaleur, est l'énergie liée à la température d'un objet. Voici quelques moyens simples d'expliquer l'énergie thermique :

- **Thé chaud** : Lorsque vous avez une tasse de thé chaud, la tasse est chaude au toucher. Cette chaleur provient de l'énergie thermique du thé.
- **Soleil** : Le soleil émet de l'énergie thermique vers la Terre. C'est la raison pour laquelle il fait chaud les jours ensoleillés.
- **Friction** : Lorsque vous frottez vos mains l'une contre l'autre, elles deviennent chaudes. Cela est dû au fait que le mouvement (énergie cinétique) est converti en énergie thermique par la friction.
- **Cuisson** : En cuisinant, la cuisinière ou le four deviennent chauds. Cette chaleur (énergie thermique) est transférée aux aliments et les cuit.

Ainsi, l'énergie thermique est l'énergie que les objets possèdent en raison de leur température. Elle peut être générée et transférée par divers processus, tels que la friction ou les rayons du soleil.

FIGURE 6.37 – Page de la formation  
Source : capture d'écran de l'auteur

### Partie données du bâtiment

La section sur les données du bâtiment offre plusieurs possibilités de saisie pour obtenir des conseils. La méthode la plus simple consiste à entrer l'adresse postale du logement. L'autocomplétion de l'adresse se déclenche, permettant de sélectionner l'adresse souhaitée. Les conseils seront alors affichés. En cas de données manquantes, telles que l'année de construction, il est possible de les ajouter manuellement. Enfin, il est possible d'enregistrer la saisie en cliquant sur le bouton « Enregistrer ».

← Conseil énergétique des bâtiments Bienvenue François 🌐 🗺️ 🏠

#### Données du logement

Saisir l'adresse du logement\*

Route des Iles 15 Saint-Maurice

Saisissez les données suivantes concernant votre maison :

Type de chauffage\* : Chaleur à distance

Année de construction\* : 2003

[Enregistrer](#) ⓘ Récupéré du registre des bâtiments et logements.

#### Potentiel solaire

Aptitude de la toiture : 🌞🌞🌞🌞🌞

Production annuelle estimée : 53620 kWh

Équivalent en ménages : 🏠🏠🏠🏠🏠🏠🏠🏠🏠

Dans votre commune, 11% de toits sont équipés de panneaux solaires.

Sources : [Toit solaire](#), [Energy Dashboard](#)

#### Conseils pour le chauffage

Félicitations ! Vous avez déjà un système de chauffage écologique basé sur des énergies renouvelables. Que ce soit du bois, une pompe à chaleur ou autre, vous contribuez activement à la protection de notre planète. Les systèmes de chauffage renouvelables ne sont pas seulement durables, mais ils aident aussi à réduire les coûts énergétiques à long terme. Merci de faire partie de la solution et d'aider à préserver notre environnement.

[En savoir plus sur le chauffage.](#)

#### Conseils pour l'isolation

En prenant en compte l'année de construction, votre maison respecte le label Minergie.

#### Émissions de CO<sub>2</sub>


Estimation en kg/m<sup>2</sup> par année :

0	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	> 25
---	-------	--------	---------	---------	---------	------

Source : [calculateur CO<sub>2</sub> de la Confédération](#)

FIGURE 6.38 – Page des conseils énergétiques sur le bâtiment  
Source : capture d'écran de l'auteur

## Gérer son compte

En se rendant sur l'icône :  , il est possible de supprimer son compte pour quitter la plateforme.

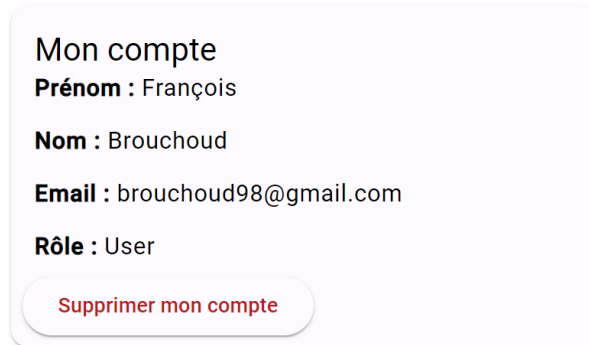



FIGURE 6.39 – Gérer son compte  
Source : capture d'écran de l'auteur

## 6.8.2 Administration de la plateforme

En tant qu'administrateur, en cliquant sur l'icône :  , il est possible d'administrer la plateforme.

### Édition des formations

Sur la page admin, la liste des formations s'affiche avec une icône de crayon à côté de chaque formation.

#### Liste des formations

Titre	Chemin	Actions
L'Énergie expliquée	energie	
L'Énergie thermique	energie	
Économiser l'énergie	energie	

FIGURE 6.40 – Liste des formations à éditer  
Source : capture d'écran de l'auteur

En cliquant sur l'icône de crayon, il est possible d'éditer le titre, la description et le contenu de la formation. Le contenu de la formation est structuré en JSON, où chaque page de la formation est représentée par un objet contenant l'identifiant de la page et son contenu en HTML.

### Editer le contenu de la formation

Titre\*  
L'Énergie expliquée

Description\*  
Connaître la définition de l'énergie et ses différentes formes.

Pages Content (JSON)\*  
{  
 "pages": [  
 {  
 "id": 1,  
 "content": "<div id=\"page1\"><h2>L'énergie expliquée</h2><p> L'énergie décrit la capacité à effectuer un travail, à libérer de la chaleur ou à émettre des rayonnements (lumineux). Elle est la force motrice qui permet le déroulement de certains processus.</p><p> L'énergie peut se présenter sous les formes suivantes :<ul><li>Énergie cinétique</li><li>Énergie potentielle</li><li>Énergie de tension</li><li>Énergie thermique</li><li>Énergie électrique</li><li>Énergie lumineuse</li><li>Énergie chimique</li><li>Énergie nucléaire</li></ul></p></div>"  
 },  
 ]  
}

Enregistrer

FIGURE 6.41 – *Édition d'une formation*  
Source : capture d'écran de l'auteur

Enfin, au bas de la page admin, il est possible de voir la liste des utilisateurs. Un indicateur affiche si la dernière connexion de l'utilisateur remonte à plus de 365 jours. Il est possible de supprimer un utilisateur en cliquant sur l'icône de corbeille.

### Liste des utilisateurs




Nom	Email	Rôle	Dernière connexion	Actions
François Brouchoud	brouchoud98@gmail.com	User	Moins de 365 jours	
Noemi Imboden	noemi.imboden@hevs.ch	Admin	Moins de 365 jours	
Max Test	test123@yopmail.com	User	Plus de 365 jours	

FIGURE 6.42 – *Édition d'une formation*  
Source : capture d'écran de l'auteur

## 7 | Conclusion

Ce travail de bachelor a permis de créer un *proof of concept* fonctionnel pour une application web de conseils énergétiques. L'application offre des formations et des recommandations personnalisées en s'appuyant sur les données des logements récupérées via les API de la Confédération. Le projet a été développé avec les technologies Angular et ASP.NET, choisies selon des critères prédéfinis. Il s'est déroulé sur quatre sprints en utilisant la méthodologie Scrum ainsi que l'approche DevOps.

Les résultats obtenus montrent que l'application répond aux besoins définis par le laboratoire d'Exergy Management. Il a été possible de récupérer les données via l'API de Map Geo Admin. L'implémentation de l'authentification avec JWT Token s'est avérée concluante. De plus, les tests, notamment les SAST réalisés avec SonarCloud, confirment que l'application respecte les standards de sécurité actuels.

Cependant, le projet présente certaines limites. Pour une mise à disposition publique, il serait nécessaire de prendre en compte les restrictions des hébergements gratuits sur Azure. De plus, il conviendrait d'améliorer les aspects de sécurité, notamment par l'intégration d'un système de monitoring. L'application a été livrée à l'Exergy Management Lab, et elle ouvre ainsi la voie à de futurs développements, comme l'intégration des calculs énergétiques réalisés dans le cadre du projet de recherche GROUP-IT Rénovation.

## 8 | Utilisation de l'intelligence artificielle

Dans le cadre de ce projet, l'intelligence artificielle a été utilisée pour mieux comprendre les concepts complexes, notamment dans le *framework* Angular pour ce qui concerne l'intégration de l'authentification. C'est le modèle GPT-4 qui a été utilisé pour obtenir des conseils et des explications sur ces sujets complexes.

Concernant le code, GitHub Copilot a été utilisé en combinaison avec SonarLint sur VS Code. Copilot a aidé à interpréter les avertissements signalés par SonarLint et à proposer des corrections. Ces suggestions ont parfois été appliquées, mais toujours avec la plus grande prudence. Cela a été fait en veillant à bien comprendre chaque modification avant de l'intégrer. Pour les bugs, GitHub Copilot a également servi à comprendre les messages d'erreur générés par l'IDE, ce qui a parfois permis de résoudre les problèmes plus rapidement et de mieux comprendre les erreurs rencontrées.

Il est important de préciser que l'intelligence artificielle n'a pas été utilisée pour la rédaction de ce rapport, mais uniquement pour la compréhension des concepts via GPT-4 et l'assistance dans le code avec GitHub Copilot.

# Bibliographie

- ADEME. (2023, novembre). *Isoler sa maison*. Angers. Récupérée le 7 juin 2024, à partir de <https://librairie.ademe.fr/ged/6488/guide-pratique-isoler-sa-maison.pdf>
- ALEXANDER, W. (2024, janvier 7). Découvrez le framework Angular [OpenClassrooms]. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://openclassrooms.com/fr/courses/7471261-debutez-avec-angular/7549261-decouvrez-le-framework-angular>
- ALOOBA. (s. d.). OWASP top 10 : everything you need to know when assessing OWASP top 10 skills. Récupérée le 25 juin 2024, à partir de <https://www.alooba.com/skills/concepts/information-security/owasp-top-10/>
- ANDERSON, R. & LARKIN, K. (2024, juillet 16). Tutoriel : créer une API web avec ASP.NET Core. Récupérée le 20 juillet 2024, à partir de <https://learn.microsoft.com/fr-fr/aspnet/core/tutorials/first-web-api?view=aspnetcore-8.0>
- ANGULAR. (2024). Angular. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://angular.dev/>
- APPSDEVPRO. (2023, décembre 29). Which JavaScript Framework Will Reign in 2024 : Angular vs React vs Vue | LinkedIn. Récupérée le 12 juillet 2024, à partir de <https://www.linkedin.com/pulse/which-javascript-framework-reign-2024-angular-vs-react-z7tbf/>
- ASHI. (2021, octobre 20). Understanding flask framework : installation, features & expert insights [Analytics vidhya]. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/flask-python/>
- ASSEMBLÉE FÉDÉRALE DE LA CONFÉDÉRATION SUISSE. (2023, septembre 1). Loi fédérale sur la protection des données. Récupérée le 1 juillet 2024, à partir de <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2022/491/fr>
- ASSEMBLÉE FÉDÉRALE DE LA CONFÉDÉRATION SUISSE. (2024). Loi sur l'énergie. Récupérée le 7 juin 2024, à partir de <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20121295/index.html>
- ATLASSIAN. (2024). Qu'est-ce que DevOps ? [Atlassian]. Récupérée le 13 août 2024, à partir de <https://www.atlassian.com/fr/devops>
- AUSSILLOUX, V. & BAÏZ, A. (2020). Comment accélérer la rénovation énergétique des logements. *La note d'analyse de France Stratégie*, 95(6), 1-12. Publisher : France Stratégie. doi :10.3917/lna.095.0001

## Bibliographie

---

- AWS. (s. d.). Qu'est-ce que Flutter ? – L'application Flutter expliquée – AWS [Amazon Web Services, Inc.]. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://aws.amazon.com/fr/what-is/flutter/>
- BERMAN, D. (2022, avril 22). Pourquoi les outils SAST et SCA sont complémentaires pour sécuriser les applications - Le Monde Informatique [LeMondelInformatique]. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-pourquoi-les-outils-sast-et-sca-sont-complementaires-pour-securiser-les-applications-86397.html>
- BUREAU D'ÉTUDE ÉNERGIE SOLAIRE SUISSE. (2021, juin 30). Un panneau solaire photovoltaïque, comment ça marche ? [Bureau d'Etude en Energie Solaire Suisse]. Récupérée le 7 juin 2024, à partir de <https://energiesolaire-suisse.ch/un-panneau-solaire-photovoltaique-comment-ca-marche/>
- CHAUFFEZ RENOUVELABLE. (s. d.). Chauffez renouvelable avec les pompes à chaleur [Chauffez renouvelable]. Récupérée le 8 juin 2024, à partir de <https://www.chauffezrenouvelable.ch/systemes-de-chauffage-renouvelables/pompes-a-chaleur/>
- CHRISTEN, J. (2022, octobre). *Security testing in App development*. Présentation.
- CONFÉRENCE DES DIRECTEURS CANTONAUX DE L'ÉNERGIE. (2022). Politique du bâtiment 2050+, Document stratégique. Récupérée le 10 juin 2024, à partir de [https://endk.ch/fr/ablage\\_fr/endk/Gebaudepolitik\\_2050-PLUS\\_FR\\_20220826.pdf](https://endk.ch/fr/ablage_fr/endk/Gebaudepolitik_2050-PLUS_FR_20220826.pdf)
- CONSEIL FÉDÉRAL. (2022). Energie : Le Conseil fédéral lance la campagne d'économies d'énergie. Récupérée le 10 juin 2024, à partir de <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques/communiques-conseil-federal.msg-id-90158.html>
- DETEC. (s. d.). Principes de la politique énergétique. Récupérée le 9 juin 2024, à partir de <https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/energie/grundsaeetze-der-energiepolitik.html>
- DEVSPARATION. (2023, septembre 22). Angular vs. blazor : choosing the right framework [Devspiration]. Récupérée le 14 août 2024, à partir de <https://devspiration.com/blog/angular-vs-blazor-choosing-the-right-framework/>
- DINAMIC. (2015, mars). *La valeur verte des logements d'après les bases Notariales BIEN et PERVAL*. Dinamic. Récupérée le à partir de [https://immobilierdurable.eu/medias/sites/5/2015/10/Dynamic-Valeur-Verte\\_Etude\\_Mars2015.pdf](https://immobilierdurable.eu/medias/sites/5/2015/10/Dynamic-Valeur-Verte_Etude_Mars2015.pdf)
- DJANGO. (s. d.). Présentation de django. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de <https://python.doctor/page-django-introduction-python>

- DONGO, J., GABIOUD, D., LAADHAR, A., MEYER, M., NIELSEN, B., REVAZ, F. & THOMSEN, C. (2022). domOS : an “operating system” for smart buildings. *Proceedings CLIMA 2022 : The 14th REHVA HVAC World Congress*. ISBN : 9789463665643 Meeting Name : CLIMA 2022 The 14th REHVA HVAC World Congress Num Pages : 7 Place : Delft, The Netherlands Publisher : TU Delft OPEN Publishing - Delft University of Technology. doi :<https://doi.org/10.34641/clima.2022.437>
- DOROSH, K. (2024). Microsoft blazor web application development in 2024 [MobiDev]. Récupérée le 14 août 2024, à partir de <https://mobidev.biz/blog/blazing-a-trail-web-app-development-with-microsoft-blazor>
- DROMETER, M., GALLATI, J., HABERMACHER, F., KING, M., ZIMMERMANN, Y. S. & ZÖLLNER, S. (2023). *Herausforderungen bei energetischen Sanierungen*. Hochschule Luzern, Departement Wirtschaft, Institut für Betriebs- und Regionalökonomie. Récupérée le 10 juin 2024, à partir de [https://www.hslu.ch/-/media/campus/common/files/dokumente/w/w-ibr/regionaloekonomie/hslu-forschungsbericht-herausforderungen-bei-energetischen-sanierungen.pdf/?sc\\_lang=de-ch](https://www.hslu.ch/-/media/campus/common/files/dokumente/w/w-ibr/regionaloekonomie/hslu-forschungsbericht-herausforderungen-bei-energetischen-sanierungen.pdf/?sc_lang=de-ch)
- DUBOIS-DOGNON, I. (2023, septembre 28). *Cours 2 : La gouvernance de la protection des données*.
- EASILAB. (2024). Mobetic. Récupérée le 23 juin 2024, à partir de <https://vlhmobetic.hevs.ch/>
- ENERGIE PLUS. (s. d.). Améliorer la régulation du chauffage électrique [Energie Plus Le Site]. Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <https://energieplus-lesite.be/ameliorer/chauffage12/ameliorer-l-installation-de-chauffage-electrique/ameliorer-la-regulation-du-chauffage-electrique/>
- ENERGIE PLUS. (2021). Énergie+ [Energie Plus Le Site]. Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <https://energieplus-lesite.be/>
- ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH. (s. d.-a). Ampoules et lampes : Les LEDs remplacent toutes les autres technologies d'éclairage. Récupérée le 9 juin 2024, à partir de <https://www.energie-environnement.ch/maison/eclairage-et-piles/ampoules-et-lampes>
- ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH. (s. d.-b). Conseils pratiques pour économiser l'énergie et préserver les ressources naturelles, la biodiversité et notre cadre de vie - energie-environnement.ch. Récupérée le 20 juin 2024, à partir de <https://www.energie-environnement.ch/>
- ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH. (2023, novembre 21). Besoins de chaleur et CECB - energie-environnement.ch. Récupérée le 24 juin 2024, à partir de <https://www.energie-environnement.ch/economiser-le-chauffage/situer-sa-consommation-de-chauffage?id=497>

## Bibliographie

---

- ENERGIE-ENVIRONNEMENT.CH. (2024). À propos - energie-environnement.ch. Récupérée le 21 juin 2024, à partir de <https://www.energie-environnement.ch/contact>
- EXERGY MANAGEMENT LAB. (2020). Exergy Management Lab | HES-SO Valais-Wallis [HES-SO Valais-Wallis]. Récupérée le 15 juin 2024, à partir de <https://www.hevs.ch/fr/mini-sites/projets-produits/energy-management-lab/>
- EXPRESS. (s. d.). Express - node.js web application framework. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de <https://expressjs.com/>
- FLUTTER. (2024, juin 24). Flutter architectural overview. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://docs.flutter.dev/resources/>
- GENOUD, S. (2020). *Présentation de l'Exergy Management Lab à la commune de Conthey*.
- GENOUD, S. (2022). Pénurie d'énergie hiver 2022 - 2023 | Analyse de la situation par Stéphane Genoud [HES-SO Valais-Wallis]. Récupérée le 10 juin 2024, à partir de <https://www.hevs.ch/fr/actualites/analyse-de-la-situation-par-stephane-genoud-au-24-aout-2022-203777>
- GLOBALDOTS. (2023, juin 30). 8 best practices to prevent SQL injection attacks [GlobalDots]. Récupérée le 8 juillet 2024, à partir de <https://www.globaldots.com/resources/blog/how-to-prevent-sql-injection-attacks/>
- GROUP-IT. (2018). GROUP-IT : la transition énergétique est en marche [HES-SO Valais-Wallis]. Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <https://www.hevs.ch/fr/actualites/group-it--la-transition-energetique-est-en-marche-19390>
- GROUP-IT. (2019, novembre 7). GROUP-IT – C'est quoi ? Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <https://www.group-it.ch/explications/>
- GROUP-IT. (2024, février 29). GROUP-IT Rénovations énergétiques. Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <https://www.group-it.ch/group-it-renovation/>
- HES-SO VALAIS-WALLIS. (2022, mars 10). Politique de protection des données de la HES-SO Valais-Wallis. Récupérée le à partir de <https://hevs.allinone.io/media/document/21/2022-10-03-politiqueprotectiondonnees.pdf>
- HOLCOMBE, J. (2023, novembre 27). Mobile vs. desktop market share and usage statistics [Kinsta®]. Récupérée le 19 juin 2024, à partir de <https://kinsta.com/mobile-vs-desktop-market-share/>
- KIRSTEN S. (s. d.). Cross site request forgery (CSRF) | OWASP foundation [Cross site request forgery (CSRF) | OWASP foundation]. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://owasp.org/www-community/attacks/csrf>

- LARAVEL. (s. d.). Laravel - the PHP framework for web artisans. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de <https://laravel.com/>
- MICROSOFT. (2024). ASP.NET web APIs | rest APIs with .NET and c# [Microsoft]. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet/apis>
- MON PLAN CLIMAT. (2022). Bâtiments et climat | Mon plan climat. Récupérée le 7 juin 2024, à partir de <https://monplanclimat.ch/romandie/batiments-et-climat.html>
- MOULET, C. (2015, janvier 28). *map.geo.admin.ch Contenu et évolution technologique*. Récupérée le à partir de <https://fr.slideshare.net/slideshow/mapgeoadminch-contenu-et-volution-technologique-44010841/44010841#19>
- MÜLLER, J. (2024). Moins d'impôts grâce aux travaux. *immobilier.ch News Genève - Vaud*. Récupérée le 14 juin 2024, à partir de <https://www.immobilier.ch/fr/actualite-magazines/moins-d-impots-grace-aux-travaux>
- OFEN. (2023, janvier 6). Parc immobilier 2050 – Vision de l'OFEN. Récupérée le 8 juin 2024, à partir de <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/8985>
- OFEN. (2024). Wie viel Strom und Wärme kann mein Dach produzieren? [Sonnendach.ch]. Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <http://www.sonnendach.ch>
- OFEV. (2023, mars 15). Calculateur interactif de CO2 sur le géoportail de la Confédération. Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/thema-klima/klimawandel-stoppen-und-folgen-meistern/schweizer-klimapolitik/gebäude/co2-rechner-gebäude.html>
- OFFICE FÉDÉRAL DE LA CYBERSÉCURITÉ. (2021). Faille de sécurité critique dans la bibliothèque Java «Log4j» [Faille de sécurité critique dans la bibliothèque Java «Log4j»]. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de <https://www.ncsc.admin.ch/ncsc/fr/home/aktuell/im-fokus/log4j.html>
- OFS. (2023a). Consommation [Office fédéral de la statistique]. Récupérée le 7 juin 2024, à partir de <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiken/energie/verbrauch.html>
- OFS. (2023b). Indicateur de la législature : Dépendance énergétique envers l'étranger [Office fédéral de la statistique]. Récupérée le 9 juin 2024, à partir de <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiken/querschnittsthemen/monitoring-legislaturplanung/indikatoren/energieabhaengigkeit-vom-ausland.html>
- OFS. (2024). RegBL | Registre fédéral des bâtiments et des logements. Récupérée le 12 août 2024, à partir de <https://www.housing-stat.ch/fr/help/42.html#GENH>

## Bibliographie

---

- OWASP. (s. d.-a). Component analysis | OWASP foundation. Récupérée le 13 août 2024, à partir de [https://owasp.org/www-community/Component\\_Analysis](https://owasp.org/www-community/Component_Analysis)
- OWASP. (s. d.-b). Vulnerability scanning tools | OWASP foundation. Récupérée le 13 août 2024, à partir de [https://owasp.org/www-community/Vulnerability\\_Scanning\\_Tools](https://owasp.org/www-community/Vulnerability_Scanning_Tools)
- OWASP. (2021a). A01 Contrôles d'accès défaillants - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 1 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A01\\_2021-Broken\\_Access\\_Control/](https://owasp.org/Top10/fr/A01_2021-Broken_Access_Control/)
- OWASP. (2021b). A02 Défaillances cryptographiques - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 1 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A02\\_2021-Cryptographic\\_Failures/](https://owasp.org/Top10/fr/A02_2021-Cryptographic_Failures/)
- OWASP. (2021c). A03 Injection - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 8 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A03\\_2021-Injection/](https://owasp.org/Top10/fr/A03_2021-Injection/)
- OWASP. (2021d). A04 Conception non sécurisée - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A04\\_2021-Insecure\\_Design/](https://owasp.org/Top10/fr/A04_2021-Insecure_Design/)
- OWASP. (2021e). A05 Mauvaise configuration de sécurité - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A05\\_2021-Security\\_Misconfiguration/](https://owasp.org/Top10/fr/A05_2021-Security_Misconfiguration/)
- OWASP. (2021f). A06 Composants vulnérables et obsolètes - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A06\\_2021-Vulnerable\\_and\\_Outdated\\_Components/](https://owasp.org/Top10/fr/A06_2021-Vulnerable_and_Outdated_Components/)
- OWASP. (2021g). A07 Identification et authentification de mauvaise qualité - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A07\\_2021-Identification\\_and\\_Authentication\\_Failures/](https://owasp.org/Top10/fr/A07_2021-Identification_and_Authentication_Failures/)
- OWASP. (2021h). A08 Manque d'intégrité des données et du logiciel - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A08\\_2021-Software\\_and\\_Data\\_Integrity\\_Failures/](https://owasp.org/Top10/fr/A08_2021-Software_and_Data_Integrity_Failures/)
- OWASP. (2021i). A09 Carence des systèmes de contrôle et de journalisation - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A09\\_2021-Security\\_Logging\\_and\\_Monitoring\\_Failures/](https://owasp.org/Top10/fr/A09_2021-Security_Logging_and_Monitoring_Failures/)
- OWASP. (2021j). A10 Falsification de requête côté serveur (SSRF) - OWASP Top 10 :2021. Récupérée le 9 juillet 2024, à partir de [https://owasp.org/Top10/fr/A10\\_2021-Server-Side\\_Request\\_Forgery\\_%28SSRF%29/](https://owasp.org/Top10/fr/A10_2021-Server-Side_Request_Forgery_%28SSRF%29/)
- RAVILLE, J. (2022, mars 3). ASP .NET Core MVC - Model, View, Controller et ViewModel | LinkedIn. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://www.linkedin.com/pulse/asp-net-core-mvc-model-view-controller-et-viewmodel-james-ravaille/>

- REACT. (2024). Démarrage rapide – React [Démarrage rapide – React]. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://fr.react.dev/learn>
- REGBL. (s. d.). RegBL | Registre fédéral des bâtiments et des logements. Récupérée le 8 juillet 2024, à partir de [https://www.housing-stat.ch/fr/madd/public.html# acces\\_via\\_lapi\\_de\\_swisstopo](https://www.housing-stat.ch/fr/madd/public.html# acces_via_lapi_de_swisstopo)
- REGBL. (2024). Swiss Geoportal [geo.admin.ch]. Récupérée le 19 juin 2024, à partir de <https://map.geo.admin.ch>
- RTS. (2023, avril 13). Les efforts d'économies d'énergie de la population suisse donnent des résultats mitigés. Récupérée le 14 juin 2024, à partir de <https://www.rts.ch/info/suisse/13940681-les-efforts-deconomies-denergie-de-la-population-suisse-donnent-des-resultats-mitiges.html>
- SAGITA, D. (2019, février 16). Using database in ASP.NET core [Medium]. Récupérée le 12 juillet 2024, à partir de <https://medium.com/@daniel.sagita/using-database-in-asp-net-core-f69f99048bb>
- SCRUM.ORG. (s. d.-a). Professional scrum developer glossary | scrum.org. Récupérée le 13 août 2024, à partir de <https://www.scrum.org/resources/professional-scrum-developer-glossary>
- SCRUM.ORG. (s. d.-b). Scrum glossary | scrum.org. Récupérée le 13 août 2024, à partir de <https://www.scrum.org/resources/scrum-glossary>
- SERVICE DE L'ÉNERGIE ET DES FORCES HYDRAULIQUES. (2021a, mars). *Ce qu'il faut savoir sur les subventions communales*. Récupérée le 10 juin 2024, à partir de <https://www.vs.ch/documents/87616/11119368/Subventions+communales.pdf/a03e3398-5392-ff36-8180-a8862400c87f?t=1618219063115>
- SERVICE DE L'ÉNERGIE ET DES FORCES HYDRAULIQUES. (2021b). *Efficacité énergétique et énergies renouvelables : des investissements rentables dans le Canton du Valais*. Récupérée le 10 juin 2024, à partir de <https://www.vs.ch/documents/87616/2371334/Efficacit%C3%A9+%C3%A9nerg%C3%A9tique+et+%C3%A9nergies+renouvelables.+Des+investissements+rentables+dans+le+Canton+du+Valais/533ff67d-39b2-4902-91a0-a314e2f4caed>
- SERVICE PUBLIC DE WALLONIE ENERGIE. (2022). Energie + : l'outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments non résidentiels publics et privés [Site énergie du Service public de Wallonie]. Récupérée le 17 juin 2024, à partir de <https://energie.wallonie.be/fr/energie-l-outil-d-aide-a-la-decision-en-efficacite-energetique-des-batiments-non-residentiels-publics-et-privés.html?IDD=112845&IDC=9016>

## Bibliographie

---

- SMITH, S. (2023, novembre 30). Vue d'ensemble d'ASP.NET Core MVC. Récupérée le 10 juillet 2024, à partir de <https://learn.microsoft.com/fr-fr/aspnet/core/mvc/overview?view=aspnetcore-8.0>
- SONARSOURCE. (s. d.). SAST testing, code security & analysis tools | SonarQube [SAST testing, code security & analysis tools | SonarQube]. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de <https://www.sonarsource.com/solutions/security/>
- SRIKANTH, A. (2023, mai 22). Creating a REST API with node.js and express [Postman blog]. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de <https://blog.postman.com/how-to-create-a-rest-api-with-node-js-and-express/>
- STACK OVERFLOW. (2024). Technology | 2024 stack overflow developer survey. Récupérée le 21 juillet 2024, à partir de <https://survey.stackoverflow.co/2024/technology/>
- STOKYO, T. (2022, décembre 17). How secure are the top frameworks for development ? | HackerNoon. Récupérée le 26 juillet 2024, à partir de <https://hackernoon.com/how-secure-are-the-top-frameworks-for-development>
- SUISSE ENERGIE. (s. d.-a). À propos SuisseEnergie : le programme d'encouragement de la Confédération dans le domaine de l'énergie [Suisse Energie]. Récupérée le 23 juin 2024, à partir de <https://www.suisseenergie.ch/suisseenergie/>
- SUISSE ENERGIE. (s. d.-b). Chauffez renouvelable grâce aux pompes à chaleur. Récupérée le 8 juin 2024, à partir de <https://www.suisseenergie.ch/systemes-de-chauffage/pompes-a-chaleur/>
- SUISSE ENERGIE. (s. d.-c). Des bâtiments toujours plus efficaces en énergie [Suisse Energie]. Récupérée le 24 juin 2024, à partir de <https://www.suisseenergie.ch/batiment/>
- SUISSE ENERGIE. (s. d.-d). Installation solaire : calculateur de coûts et d'utilité [Suisse Energie]. Récupérée le 24 juin 2024, à partir de <https://www.suisseenergie.ch/tools/calculateur-solaire/>
- SUISSE ENERGIE. (2021, août). *Consommation électrique d'un ménage*. Récupérée le 9 juin 2024, à partir de <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/10559>
- SUISSE ENERGIE. (2022, mai). *Acquisition professionnelle d'appareils ménagers : Recommandations à l'attention des régies immobilières, des coopératives d'habitation et des propriétaires*. Récupérée le à partir de <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/8533>

- SUISSE ENERGIE, CONFÉRENCE DES SERVICES CANTONAUX DE L'ÉNERGIE. (2022, janvier). *Rénovation des bâtiments : Comment réduire de moitié la consommation énergétique dans une maison individuelle grâce à des mesures ciblées*. Récupérée le à partir de <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/6712>
- SWISS ENERGYScope. (2015). Quelles économies d'énergie réaliserait-on si tous les bâtiments étaient rénovés au standard Minergie®? [Energyscope]. Récupérée le 7 juin 2024, à partir de <https://www.energyscope.ch/fr/questions/quelles-economies-denergie-realiserait-on-si-tous-les-batiments-etaient-renoves-au-standard-minergie/>
- SWISSOLAR. (s. d.). Technologies solaires / Photovoltaïque. Récupérée le 8 juin 2024, à partir de <https://www.swissolar.ch/fr/connaissances/technologies-solaires/photovoltaique>
- SWISSOLAR. (2024, juin 9). Une étape décisive pour la sécurité de l'approvisionnement en énergie solaire. Récupérée le 10 juin 2024, à partir de <https://www.swissolar.ch/fr/news/detail/une-etape-decisive-pour-la-securite-de-l-approvisionnement-en-energie-solaire-59330>
- SWISSTOPO. (2024). Swiss Geoportal [geo.admin.ch]. Récupérée le 24 juin 2024, à partir de <https://map.geo.admin.ch>
- SWISSTOPO & OFEN. (s. d.). Swiss Geoportal [geo.admin.ch]. Récupérée le 23 juin 2024, à partir de <https://map.geo.admin.ch>
- VERACODE. (2018, juillet 18). How secure are popular web frameworks ? here is a comparison [Veracode]. Récupérée le 12 juillet 2024, à partir de <https://www.veracode.com/blog/secure-development/how-secure-are-popular-web-frameworks-here-comparison>
- VUE.JS. (2024). Vue.js [Introduction | vue.js]. Récupérée le 12 juillet 2024, à partir de <https://vuejs.org/>
- W3 SCHOOLS. (2022, mars). Introduction to django. Récupérée le 11 juillet 2024, à partir de [https://www.w3schools.com/django/django\\_intro.php](https://www.w3schools.com/django/django_intro.php)
- ZAP DEV TEAM. (2024). ZAP – Getting Started. Récupérée le 13 août 2024, à partir de <https://www.zaproxy.org/getting-started/>
- ZUFFEREY, A. (s. d.-a). Le portail romand du développement durable. Récupérée le 22 juin 2024, à partir de <https://cohabiter.ch/>
- ZUFFEREY, A. (s. d.-b). Objective-A. Récupérée le 17 juin 2024, à partir de [https://www.objective-a.com/index.php?art=welcome\\_\\_fr](https://www.objective-a.com/index.php?art=welcome__fr)

## Bibliographie

---

ZUFFEREY, A. (2011, septembre). Une nouvelle génération d'outils de simulation online. Récupérée le 16 juin 2024, à partir de <https://www.objective-a.com/documents/objective-a-overview.pdf>

ZUFFEREY, A. (2023). a propos - energuide.ch. Récupérée le 23 juin 2024, à partir de [https://www.energuide.ch/index.php?art=a\\_propos](https://www.energuide.ch/index.php?art=a_propos)



# I | Données du travail de bachelor

HES-SO Valais

FEE	FIG	FTO
	X	

Données du travail de bachelor  
Daten der Bachelorarbeit

FO.2.2.02.28.EC  
Version 2022

Filière / Studiengang:

INFORMATIQUE DE GESTION / WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Confidentiel / Vertraulich

<b>Etudiant-e / Student/in</b>		<b>Année / Jahr</b>
<b>NOM / NAME:</b> Prénom / Vorname:	<b>Brouchoud</b> François	2024
<b>Portable / Mobiltelefon:</b>	<b>079 202 79 01</b>	
<b>Proposé par / vorgeschlagen von:</b> Prof. Stéphane Genoud, Exergy Management Lab, Institut Entrepreneuriat & Management		<b>Langue d'exécution / Ausführungssprache</b>
<b>Professeur / Dozent/in:</b>	<b>David WANNIER</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Français <input type="checkbox"/> Deutsch <input type="checkbox"/> English

**Titre / Titel: Secure energy building advisor**

**Description / Beschreibung:****Contexte (entreprise, projet de recherche, etc.) / Hintergrund (Unternehmen, Forschungsprojekt usw.)**

La HES-SO Valais-Wallis s'est concentrée depuis plus d'une décennie dans les activités liées à l'énergie et en a fait l'un de ses trois axes stratégiques de développement pour les prochaines années, aux côtés du tourisme et de la santé. L'Exergy Management Lab (EML), créé en 2015 au sein de l'Institut Entrepreneuriat & Management (IEM), est un centre de recherche appliquée pluridisciplinaire dans le marketing social, les marchés de l'énergie et toutes les approches technico-économiques. Engagé dans la transition énergétique, l'EML développe des solutions durables en collaboration avec la société civile et ses partenaires, visant à augmenter la production d'énergie renouvelable et à améliorer l'efficacité énergétique.

Dans la continuité de cet engagement, l'EML souhaite développer une plateforme web qui vise à sensibiliser les privés dans la consommation énergétique de leur maison et qui leur fournit des conseils adaptés à leur habitat. Cette plateforme exploitera les données existantes relatives aux logements tels que le type de chauffage, la présence de panneaux solaires et le potentiel solaire pour aider le citoyen à prendre des bonnes décisions tout en comprenant les enjeux.

Le développement de ce projet se déroulera avec l'EML, en bénéficiant de l'expertise et du soutien des chercheurs en énergie pour l'intégration des conseils en énergie.

L'accent du travail de bachelor sera mis sur le développement d'une plateforme web en choisissant les technologies adaptées pour une interface de questions et de conseils, tout en respectant les principes de protection des données personnelles.

**A quelle problématique concrète le projet répond-il ? / Mit welcher konkreten Problematik befasst sich das Projekt?**

Face à la complexité croissante de l'information dans le domaine de l'énergie, ce projet vise à simplifier l'accès et la compréhension des données énergétiques pour les utilisateurs. La plateforme web offrira un parcours guidé avec un questionnaire ciblé sur différents aspects de la consommation et de la gestion énergétique de l'habitat. L'objectif est de permettre à l'utilisateur de comprendre ces données grâce à des explications compréhensives. En saisissant l'adresse de leur domicile, les utilisateurs permettront au système de récupérer automatiquement les données énergétiques pertinentes grâce à des API, notamment via la plateforme map.geo.admin.ch. L'idée est ensuite de présenter ces données de manière claire et intuitive pour l'utilisateur et de l'accompagner avec des recommandations personnalisées à entreprendre pour son habitat. Les utilisateurs auront la possibilité de s'enregistrer sur la plateforme pour sauvegarder leur progression. Le prototype sera conçu avec l'approche « privacy by design », permettant ainsi le respect de la protection des données personnelles en intégrant les pratiques de sécurité actuelle.

FEE	FIG	FTO
	X	

**Etapas de réalisation envisagées / Vorgehen im Hinblick auf die Durchführung**Analyse ou état de l'art / *Analyse oder "State of the Art"*

- Comparaison des frameworks de développement web en tenant compte notamment de l'intégration de bibliothèques spécifiques et permettant une sécurité adéquate ;
- Identification des bonnes pratiques pour intégrer les données souhaitées avec choix de la technologie backend adéquate, cela en mettant un accent particulier sur la sécurité des données personnelles ;
- Définition de l'architecture de développement ;
- Sélection des tests de sécurités adéquats.

Choix avec prise de position de l'étudiant / *Entscheid und Begründung des/der Studierenden*

Le choix des technologies de développement et de l'architecture résultera des analyses effectuées.

Implémentation & Testing / *Umsetzung & Tests*

Un proof of concept sera réalisé à partir d'un product backlog priorisé.

Voici une ébauche des étapes attendues par l'EML, classées par priorité :

- Développer un parcours client sur la plateforme web en intégrant une arborescence de questions et/ou d'explications sur les aspects énergétiques fournies par l'EML.
- Permettre à l'utilisateur de saisir des données sur son habitat à des fins de conseils et lui permettre de s'enregistrer pour retrouver son parcours.
- Utiliser des indicateurs de comparaison permettant de situer l'utilisateur par rapport aux données des objectifs existants (par ex. situation de sa commune).
- Intégrer la récupération automatique des données d'un habitat telles que par exemple le type de chauffage, l'année de construction, la présence de panneaux solaires pour fournir des conseils. Utiliser des API et/ou des fichiers de données existants, intégrer les fonctions de calcul fournies par l'EML.

Des tests appropriés de sécurité seront sélectionnés et réalisés pour assurer la protection des données du prototype.

**Ressources à disposition / Verfügbare Ressourcen**Dats / *Daten*(Préciser quelles sont les données, quelles sont les métriques utilisées, sous quelle forme sont-elles disponibles / *Geben Sie den Datentyp und das Datenformat sowie die verwendeten Metriken an*)Utilisation des données existantes de l'Office fédéral de l'énergie et de l'OFS sur map.geo.admin.ch et [geocat.ch](http://geocat.ch)

- [Registre des bâtiments et des logements \(avec données de chauffage sur le bâtiments\)](#)
- [Données d'installations solaires](#)

Use case


Monsieur X explore la plateforme pour approfondir sa compréhension de l'énergie. Il suit un parcours thématique interactif qui le guide à travers les principaux aspects de l'énergie. Après avoir complété ce parcours éducatif, il saisit l'adresse de sa maison. La plateforme analyse alors les données énergétiques spécifiques à son domicile et propose des suggestions pour améliorer l'efficacité énergétique. Il est également possible que Monsieur X s'enregistre pour conserver son parcours.

Hardware & ressources / *Hardware & Ressourcen*(Préciser quelles sont les ressources qui seront mises à disposition ainsi que leur environnement / *Geben Sie die zur Verfügung gestellten Ressourcen sowie deren Umgebung an*)

- Logiciels de développement existants sous licences étudiant (outils JetBrains ou Visual Studio) ;
- Utilisation de données calculées dans cadre du projet Energy Dashboard tels que la part de toit solaire équipée ou de chauffage par commune ;
- Données de conseils énergétiques et potentiels calculs d'ingénierie fournis par l'EML.

**Signatures ou visa / Unterschriften oder Visum**Responsable de la filière Informatique de gestion /  
Leiter des Studiengangs Wirtschaftsinformatik:.....  


Professeur / Dozent/in: .....



Etudiant / Student/in: .....

**Délais / Termine**

Début du TB / Start der BA:

**20.05.2024**

Dépôt du TB / Abgabe der BA:

**16.08.2024 à 12h00**Exposition publique – Silicon Valais / Öffentliche  
Ausstellung – Silicon Valais:**Date à définir**



# Product backlog

ID	Work Item...	Title	Priorité ↓	State	Story Poi...	Iteration Path	Closed Date	MoSCoW
6	Feature	🔧 Préparation de l'environnement de développement		● Closed		Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	15.08.2024 17:48	
10	Feature	🔍 Analyse du sujet et recherches		● Closed		Secure energy building advisor\SPRINT 2 (06.07 ...	15.08.2024 17:47	
17	Feature	🎓 Formation en énergie		● Closed		Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	15.08.2024 17:48	
23	Feature	🔑 Login et gestion des comptes		● Closed		Secure energy building advisor\SPRINT 2 (06.07 ...	15.08.2024 17:48	
27	Feature	🏠 Conseil énergétique selon les données du bâtiment		● Closed		Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	15.08.2024 17:47	
11	User Story	👤 En tant que lecteur, je souhaite comprendre la thématique et les enjeux énergétiques actuels, afin de comprendre le contexte du travail de bachelor.	1000	● Closed	5	Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	25.06.2024 17:17	Must
12	User Story	👤 En tant que lecteur, je veux que le rapport respecte la structure d'un travail de bachelor afin qu'il soit conforme aux exigences d'un travail scientifique.	999	● Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	10.06.2024 15:38	Must
14	User Story	👤 En tant que collaborateur de l'EML et de l'EASILAB, je souhaite savoir sur quelles plateformes ce projet se rapproche technologiquement, afin d'envisager de futures intégrations.	997	● Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	25.06.2024 17:21	Must
13	User Story	👤 En tant que lecteur, je souhaite prendre connaissance de l'état l'art sur les plateformes de conseil en énergie du bâtiment destiné aux particuliers, afin de prendre connaissance de solutions similaires.	995	● Closed	8	Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	25.06.2024 17:21	Must
8	User Story	👤 En tant que mandant du projet, je souhaite disposer en place un outil de gestion de projet agile afin de suivre efficacement les user stories.	992	● Closed	5	Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	10.06.2024 15:33	Must
7	User Story	👤 En tant que mandant du projet, je souhaite disposer d'un repository Git, afin de voir le code et ses modifications facilement.	991	● Closed	1	Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	10.06.2024 15:34	Must
16	User Story	👤 En tant que mandant du projet, je souhaite connaître une analyse comparative des technologies de développement actuelles, afin que les plus appropriées soient choisies pour le projet.	980	● Closed	8	Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	31.07.2024 16:32	Must
9	User Story	👤 En tant que mandant du projet, je souhaite disposer d'une pipeline CI/CD, afin de permettre afin de pouvoir continuellement déployer l'outil.	978	● Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 0 (20.05 ...	10.06.2024 15:33	Must
15	User Story	👤 En tant que mandant du projet, je souhaite que les bonnes pratiques en matière de sécurité informatique soient identifiées, afin de garantir une plateforme sécurisée.	970	● Closed	5	Secure energy building advisor\SPRINT 2 (06.07 ...	19.07.2024 17:14	Must
49	User Story	👤 En tant qu'utilisateur, je peux accéder à la page d'accueil contenant le titre de plateforme.	850	● Closed	1	Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	05.07.2024 16:14	Must
55	User Story	👤 En tant qu'utilisateur, je peux choisir de me former ou de saisir des données de ma maison, afin de sélectionner l'option qui me convient le mieux.	830	● Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	05.07.2024 16:16	Must
19	User Story	👤 En tant qu'utilisateur, je peux choisir une thématique de formation sur le domaine énergétique, afin d'approfondir mes connaissances dans un domaine choisi.	800	● Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	05.07.2024 16:17	Must
18	User Story	👤 En tant qu'utilisateur, je peux accéder à un sous-menu pour choisir la formation, afin de me concentrer et me former sur la thématique sélectionnée.	790	● Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	05.07.2024 18:02	Must
56	User Story	👤 En tant qu'utilisateur, je souhaite suivre une formation structurée en plusieurs pages, afin de pouvoir assimiler le contenu de manière progressive et agréable.	780	● Closed	5	Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	05.07.2024 16:22	Must
57	User Story	👤 En tant qu'utilisateur, je peux naviguer dans la formation en passant à la page suivante ou en revenant à la page précédente.	775	● Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	05.07.2024 16:23	Must
20	User Story	👤 En tant qu'utilisateur, je souhaite voir la progression de ma formation, afin de situer mon évolution.	770	● Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 1 (25.06 ...	05.07.2024 16:23	Must
24	User Story	👤 En tant que futur utilisateur enregistré, je souhaite créer un compte sur la plateforme, afin de retrouver mes informations dans le futur.	600	● Closed	8	Secure energy building advisor\SPRINT 2 (06.07 ...	19.07.2024 17:20	Must

Par souci de place, les critères d'acceptation sont visibles uniquement sur Azure DevOps.

ID	Work Item...	Title	Priorité ↓	State	Story Poi...	Iteration Path	Closed Date	MoSCoW
21	User Story	En tant qu'utilisateur, je veux pouvoir interrompre une formation à tout moment et reprendre plus tard là où je me suis arrêté, afin de poursuivre mon apprentissage.	595	Closed	8	Secure energy building advisor\SPRINT 2 (06.07 ...	19.07.2024 17:20	Must
26	User Story	En tant qu'administrateur, je peux supprimer des comptes, afin de gérer les accès à la plateforme.	590	Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 2 (06.07 ...	19.07.2024 17:20	Must
25	User Story	En tant qu'utilisateur enregistré, je peux supprimer mon compte, afin de contrôler mes données personnelles et quitter la plateforme quand je veux.	580	Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 2 (06.07 ...	19.07.2024 17:20	Must
28	User Story	En tant qu'utilisateur, je veux saisir des données sur mon logement, dont le type de chauffage et l'année de construction, afin de fournir les données nécessaires à l'obtention de conseils pertinents.	550	Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	31.07.2024 16:36	Must
31	User Story	En tant qu'utilisateur, je veux saisir l'adresse de mon logement, afin que la plateforme récupère automatiquement le type chauffage et l'année de construction de mon logement.	540	Closed	8	Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	31.07.2024 23:08	Must
32	User Story	En tant qu'utilisateur, je peux modifier les données récupérées suite à la saisie de mon logement, afin de mettre à jour celles qui sont obsolètes.	530	Closed	1	Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	31.07.2024 16:41	Must
72	User Story	En tant qu'utilisateur, je bénéficie de conseils lors de la saisie des données, afin de disposer d'information concernant la classe énergétique du logement avec un conseil de rénovation.	520	Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	31.07.2024 23:08	Must
73	User Story	En tant qu'utilisateur, je veux obtenir des informations sur les émissions de CO2 de mon logement, afin de prendre conscience des émissions de mon logement.	510	Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	31.07.2024 16:45	Must
74	User Story	En tant qu'utilisateur enregistré, je peux sauvegarder la saisie du bâtiment, afin de retrouver les données et conseils ultérieurement.	500	Closed	3	Secure energy building advisor\SPRINT 3 (20.07 ...	31.07.2024 23:08	Must
88	User Story	En tant qu'utilisateur, je veux bénéficier de formations à jour sur la thématique de l'énergie, afin de pouvoir me former.	485	Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 4 (01.08 ...	14.08.2024 16:26	Must
75	User Story	En tant qu'utilisateur, je veux connaître le potentiel solaire de ma maison, afin d'évaluer s'il est pertinent d'installer des panneaux solaires.	480	Closed	8	Secure energy building advisor\SPRINT 4 (01.08 ...	14.08.2024 16:27	Must
90	User Story	En tant qu'utilisateur, je souhaite connaître la source des données, afin d'en vérifier la provenance.	465	Closed	1	Secure energy building advisor\SPRINT 4 (01.08 ...	14.08.2024 16:32	Must
89	User Story	En tant qu'administrateur, je peux éditer le contenu au format HTML des formations, afin de le tenir à jour pour les visiteurs.	450	Closed	5	Secure energy building advisor\SPRINT 4 (01.08 ...	14.08.2024 16:34	Must
117	User Story	En tant qu'utilisateur enregistré, je veux voir quelles sont les formations que j'ai déjà réalisées, afin de suivre ma progression.	400	Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 4 (01.08 ...	14.08.2024 16:35	Must
30	User Story	En tant qu'utilisateur enregistré, je souhaite connaître le pourcentage de maisons équipées de panneaux solaires dans ma commune, afin de situer l'implémentation.	390	Closed	2	Secure energy building advisor\SPRINT 4 (01.08 ...	14.08.2024 16:36	Must
114	User Story	En tant que mandant du projet, je souhaite avoir des informations sur la technologie front-end Blazor, afin de savoir si une intégration est possible.	385	Closed	1	Secure energy building advisor\SPRINT 4 (01.08 ...	14.08.2024 22:22	Must
87	User Story	En tant qu'utilisateur, je peux visualiser l'emplacement de la maison sur une carte avec le potentiel solaire indiqué, afin d'identifier quelles parties du toit sont les plus propices à la production d'énerg...	380	New	8	Secure energy building advisor		Won't
109	User Story	En tant qu'utilisateur, je peux choisir une langue pour utiliser l'application dans ma langue préférée.	300	New	13	Secure energy building advisor		Won't
22	User Story	En tant qu'utilisateur, je peux sauter les phases de la formation qui ne m'intéressent pas, afin de me concentrer uniquement sur celles qui sont pertinentes pour moi.	250	New	2	Secure energy building advisor		Won't
29	User Story	En tant qu'administrateur, je peux consulter les informations retournées à l'utilisateur, afin de garantir l'exactitude et le bon fonctionnement des conseils fournis par la plateforme.	240	New	2	Secure energy building advisor		Won't



## III.2 Frontend - popularité

Sources	Date de sortie
<a href="https://survey.stackoverflow.co/2024/technology/">https://survey.stackoverflow.co/2024/technology/</a>	9 Angular 2010
<a href="https://www.designrush.com/agency/software-development/trends/front-end-technologies">https://www.designrush.com/agency/software-development/trends/front-end-technologies</a>	8 React 2013
<a href="https://www.knowledgehut.com/blog/web-development/front-end-technologies-list">https://www.knowledgehut.com/blog/web-development/front-end-technologies-list</a>	7 Vue 2014
	6 Flutter 2018
	10 ASP.NET MVC 2007
	6 Blazor 2018

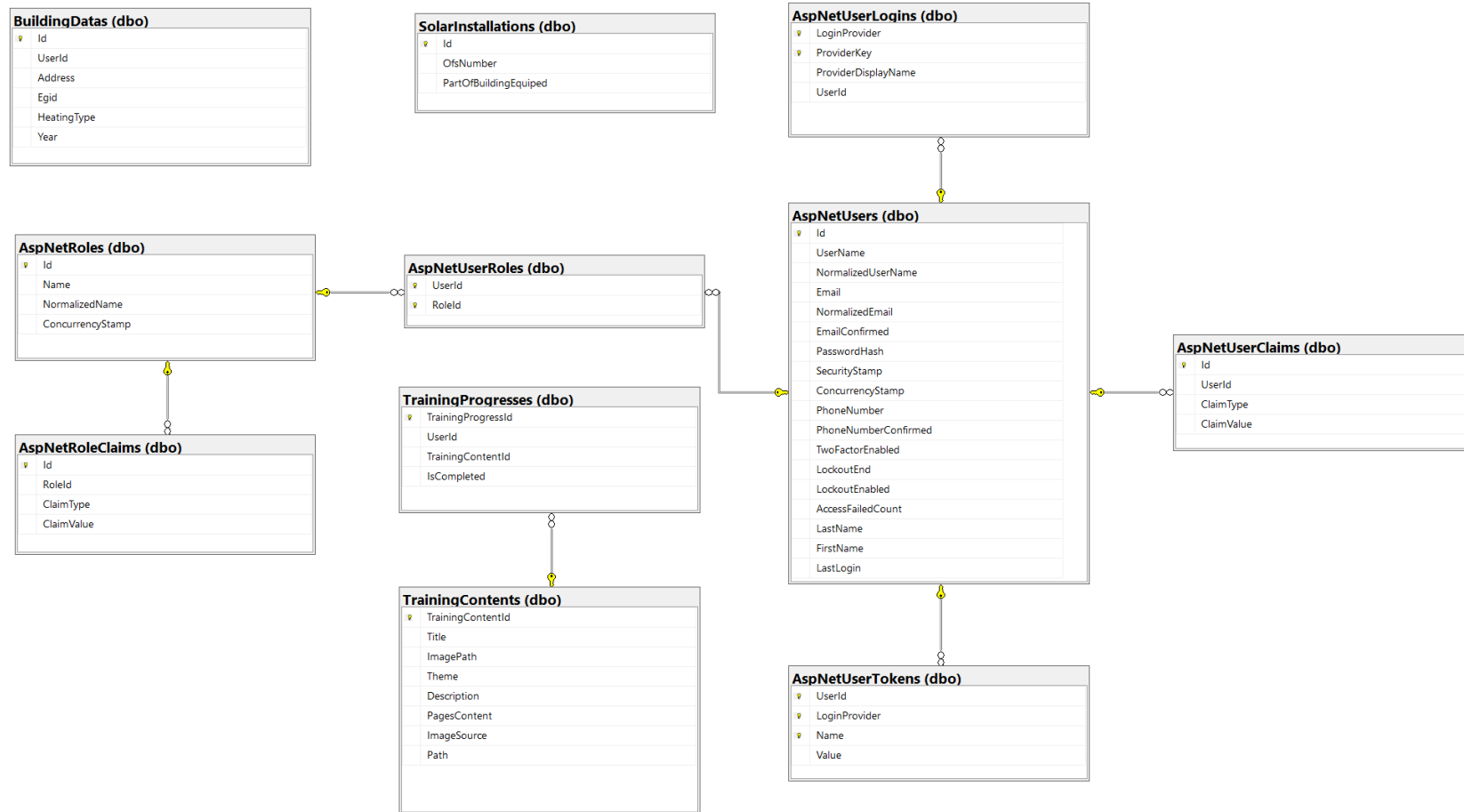
Classement	Stack Overflow Survey 2024 Ranking	DesignRush Ranking	KnowledgeHut Ranking	Date de lancement	Note
React	10	10	10	8	9.5
Angular	9	9	9	9	9.0
Vue	7	8	8	7	7.5
ASP.NET Core MVC	8			10	9.0
Flutter		7	7	6	6.7
Blazor	6	6		6	6.0

FIGURE III.2 – Comparatif de la popularité des frameworks frontend Source : capture d'écran de l'auteur



# IV

# Modélisation de la base de données



## V | Suivi des heures

Date	Type	Tâches	Heures
20.05.2024	Admin / Gestion de projet	Planification du TB, préparation et relecture du sujet en amont du kick-off	3
20.05.2024	Séance	Kick-off meeting avec David Wannier	0.5
21.05.2024	Recherche	Recherche sur le contexte de l'énergie	4
22.05.2024	Admin	Préparation des séances de kick-off	1
22.05.2024	Séance	Séance avec la product owner Noemi Imboden et Stéphane Genoud	1
23.05.2024	Recherche	Recherche, discussion et analyse du code du projet GROUP-IT RE	2.5
23.05.2024	Recherche	Séance sur la plateforme GROUP-IT PV	1
23.05.2024	Recherche	Discussion avec Jérémie Vianin sur les technologies utilisées à l'EASILab	0.5
23.05.2024	Recherche	Test de la plateforme GROUP-IT PV	1.5
24.05.2024	Cours	Cours de recherche scientifique	-
25.05.2024	Recherche	Recherche sur le domaine de l'énergie	6
27.05.2024	Recherche	Recherche sur le domaine de l'énergie	6
28.05.2024	Séance	Questions sur Azure DevOps pour la gestion de projet agile (Gwenaëlle Gustin)	0.5
28.05.2024	Recherche	Test du projet agile sur Azure	2
28.05.2024	Recherche	Recherche sur les problèmes de sécurité dans le développement	2
28.05.2024	Séance	Séance avec Jean-Luc Beuchat sur les risques de sécurité dans le développement	1
29.05.2024	Séance	Discussion sur le code de Group-IT	0.5
30.05.2024	Admin	Mise en place du document LaTeX et lien automatisé avec Zotero	4
30.05.2024	Admin	Apprentissage du fonctionnement de LaTeX	4
31.05.2024	Admin	Rafraîchissement des normes APA	3

31.05.2024	Admin	Application du template HES-SO Valais à LaTeX, tests avec Zotero	2
31.05.2024	Dev	Mise en place du document LaTeX et lien automatisé avec Zotero	2
01.06.2024	Dev/Admin	Paramétrage de Azure DevOps	6
02.06.2024	Admin	Rassemblement des notes de séances du début du TB, création du wiki	4
02.06.2024	Admin	Élaboration du product backlog	3.5
03.06.2024	Dev	Création et paramétrage du repo Git	2
03.06.2024	Dev/Recherche	Recherche et choix de la manière de gérer les branches et les tags	3.5
03.06.2024	Admin	Paramétrage des droits sur Azure DevOps	2.5
04.06.2024	Dev	Mise en fonction des pipelines sur Azure (bugs rencontrés)	7
05.06.2024	Dev	Travail sur le product backlog	7.5
05.06.2024	Rédaction	Rédaction de la structure du rapport	3
05.06.2024	Admin	Planification des séances avec le prof de suivi et le PO	1
07.06.2024	Recherche	État de l'art sur l'énergie	4.5
08.06.2024	Recherche	État de l'art sur l'énergie	7
09.06.2024	Recherche	État de l'art sur l'énergie	5.5
10.06.2024	Admin	Préparation de la séance de review 0 (intermédiaire)	1
10.06.2024	Séance	Review intermédiaire 0	0.5
11.06.2024	Dev/Admin	Modification du backlog	1
12.06.2024	Recherche	État de l'art sur l'énergie	3
13.06.2024	Recherche	Sécurité informatique	4.5
14.06.2024	Rédaction	État de l'art sur l'énergie	7.5
15.06.2024	Rédaction	État de l'art sur l'énergie	7.5
17.06.2024	Rédaction	Contexte des besoins	6.5
18.06.2024	Dev/Admin	Travail sur le product backlog	4
19.06.2024	Séance	Séance de PB refinement	1.5

## Annexe V. Suivi des heures

20.06.2024	Recherche	Recherche sur les technologies front-end	4.5
21.06.2024	Recherche	Recherche et test des technologies front-end	7.5
22.06.2024	Recherche	Recherche et test des technologies back-end	10
23.06.2024	Recherche	Comparaison des technologies	5
24.06.2024	Recherche	Choix technologique selon critères	4
25.06.2024	Recherche	Formation Angular 18	5
25.06.2024	Admin	Préparation de la review	1
25.06.2024	Admin	Sprint review 0 et planning 1	0.5
26.06.2024	Dev	Maquettes + mini formation Figma	6
27.06.2024	Recherche	Adaptation des choix technologiques	2.5
28.06.2024	Recherche	Formation ASP.NET Core 8	7
29.06.2024	Recherche	Formation Angular 18	4
01.07.2024	Développement	Dev front-end, formation, structure de la page d'accueil	5
01.07.2024	Développement	React Router et création des composants de formation	4
02.07.2024	Développement	Structure de données des questions	3.5
03.07.2024	Développement	Logique d'avancement du questionnaire	4.5
04.07.2024	Développement	Logique de retour, finalisation du design avec icône	5
05.07.2024	Développement	Correction des bugs de retour	3
05.07.2024	Développement	Déploiement, préparation de la review et du planning	2.5
05.07.2024	Séance	Sprint review 1 et planning 2	0.5
05.07.2024	Développement	Corrections mineures et redéploiement	1
07.07.2024	Admin	Planification des tâches	1
07.07.2024	Développement	Maquettes login	1
08.07.2024	Recherche	Sécurité informatique	8
09.07.2024	Recherche	État de l'art sur la sécurité	6
10.07.2024	Recherche/Rédaction	Loi sur la protection des données	6.5

11.07.2024	Recherche/Rédaction	Données récoltées	3.5
11.07.2024	Développement	Base de données SQL Server Azure	2
11.07.2024	Développement	Ajout du back-end en ASP.NET	2
12.07.2024	Recherche	Formation sur le login avec ASP.NET	4
12.07.2024	Recherche	Structure de la base de données en fonction de la formation	4
12.07.2024	Recherche	Fonctionnement des migrations	1.5
12.07.2024	Développement	Affichage des formations depuis le back-end	2
13.07.2024	Développement	Adaptation du front-end Angular à l'utilisation des endpoints ASP.NET API	6.5
14.07.2024	Développement	Structure de données des questions	2
14.07.2024	Développement	Adaptation du front-end	4
14.07.2024	Développement	Ajout de la progression	4
15.07.2024	Développement	Base de données SQL sur Azure	3
16.07.2024	Développement	Développement du login sur le back-end	6
17.07.2024	Développement	Développement du login et intégration au front-end	8.5
18.07.2024	Développement	Ajout des endpoints de suppression de compte, gestion	4
18.07.2024	Développement	Déploiement sur Azure et problèmes SSL	5.5
19.07.2024	Admin	Préparation de la review et du planning, correction des pipelines	2.5
19.07.2024	Admin	Review 2 et planning 3	1
20.07.2024	Rédaction	Rédaction des choix technologiques	7
21.07.2024	Admin	Planification des tâches et maquette du sprint 3	4.5
24.07.2024	Rédaction	Rédaction des choix technologiques	4
25.07.2024	Recherche	Compréhension de l'API GeoAdmin	3
26.07.2024	Recherche	Compréhension de l'API GeoAdmin	4
27.07.2024	Développement	Récupération et affichage des données du bâtiment	7.5

## Annexe V. Suivi des heures

28.07.2024	Développement	Mise en forme user-friendly des conseils	3.5
28.07.2024	Développement	Récupération des données CO2 et affichage	3
29.07.2024	Développement	Changement dynamique sans bouton	1.5
30.07.2024	Développement	Correction des problèmes de type de chauffage	2
31.07.2024	Admin	Review 3 et planning 4	0.5
01.08.2024	Développement	Dernières modifications du sprint 3	2
01.08.2024	Admin	Estimation des tâches et nouvelles US	3
02.08.2024	Développement	Obtention des données sur les toits solaires	7
03.08.2024	Développement	Affichage des conseils sur les toits solaires	6.5
04.08.2024	Développement	Intégration de nouveaux textes et sources	5.5
05.08.2024	Développement	Corrections et améliorations des US	6
06.08.2024	Développement	Tests de sécurité	8
07.08.2024	Développement	Corrections de bugs	7
08.08.2024	Développement	Corrections de bugs	8
09.08.2024	Développement	Corrections de bugs	4
10.08.2024	Rédaction	Rédaction sur l'implémentation	5
11.08.2024	Rédaction	Rédaction sur l'implémentation	4
12.08.2024	Rédaction	Rédaction sur l'implémentation	5
13.08.2024	Développement	Tentative de mise en place du pipeline	7
14.08.2024	Rédaction	Rédaction sur l'implémentation et relectures	9
15.08.2024	Rédaction	Rédaction de l'introduction, conclusion et résumé et relectures	12
16.08.2024	Admin	Préparation du rendu	1
<b>Total :</b>			<b>457</b>

# Informations sur ce travail

## Informations de contact

Auteur : François Brouchoud

HES-SO Valais-Wallis

E-mail : *francois.brouchoud@students.hevs.ch*

## Déclaration sur l'honneur

Je déclare, par ce document, que j'ai effectué le travail de bachelor ci-annexé seul, sans autre aide que celles dûment signalées dans les références, et que je n'ai utilisé que les sources expressément mentionnées, à l'exception des personnes qui m'ont fourni les principales informations nécessaires à la rédaction de ce travail et que je cite ci-après :

- David Wannier, Professeur responsable du suivi du travail de bachelor
- Noemi Imboden, mandante du projet ayant le rôle de Product Owner.

Lieu, date : Sierre, le 16.08.2024

Signature : 