

Université du Québec en Outaouais
Département d'informatique
**Examen final du cours Pratique professionnelle et
communication en informatique**

**TITRE : Stratégie de Durabilité
Numérique
et Informatique Verte**

Projet 6 – INF1753, Automne 2025

GreenSoft Solutions

Membres de l'équipe :

1. Chaumont, Marc-André
2. Fedjo Tejioleng, Wilfried Jephthé
3. Koumi, Mawulom Ida
4. Mbengue, Mouhamadou Bachir
5. Njikap Djoukam, Ivan Loïc
6. Nkeng Mandes, Louis
7. Tambat, Trésor Mégane

Sous la supervision de : Pr Daniel yapi

01 décembre 2025

Table des matières

1	Introduction Générale	4
2	Diagnostic Environnemental et Audit Énergétique	5
2.1	Définitions : Diagnostic vs Audit Énergétique	5
2.2	Identification des Sources Principales de Consommation	5
2.3	Principales Sources de Consommation chez GreenSoft Solutions	6
2.4	Évaluation de l'Empreinte Carbone (Scopes 1, 2, 3)	7
2.5	Analyse du Cycle de Vie (ACV)	7
2.6	Analyse des Risques et Conformité	8
3	Plan de Durabilité et Bonnes Pratiques Techniques	9
3.1	Actions pour Réduire l'Empreinte Environnementale	9
3.1.1	Optimisation des Infrastructures Informatiques et Serveurs	9
3.1.2	Écoconception Logicielle	10
3.1.3	Gestion Durable du Matériel	10
3.1.4	Optimisation des Pratiques Internes	11
3.2	Indicateurs de Performance (KPI) de Durabilité	11
3.3	Intégration de la Durabilité “By Design”	12
3.3.1	Sécurité by design	12
3.3.2	Éthique by design	12
3.3.3	Écoconception by design	12
4	Aspects Éthiques, Légaux et Responsabilité Sociale	13
4.1	Lien entre les Actions de Durabilité, les Obligations Légales et les Codes Professionnels	13
4.2	Principes d'Éthique, de Transparence et de Justice Sociale dans la Durabilité Numérique	13
4.3	Responsabilité de l'Entreprise envers ses Employés, ses Clients et la Société	14
5	Communication, Formation et Documentation	16
5.1	Stratégie de Communication Interne et Externe	16
5.2	Plan de Formation du Personnel	16
5.3	Documentation et Dépôt GitHub	17

Conclusion	19
-------------------	-----------

1 Introduction Générale

À l'ère de la transformation numérique, les technologies de l'information représentent à la fois un moteur d'innovation et une source croissante de pression environnementale. L'explosion des volumes de données, l'essor du *cloud computing*, l'intelligence artificielle et les infrastructures de stockage intensives en énergie contribuent à une empreinte écologique mondiale significative. Selon l'Agence internationale de l'énergie [Belkhir and Elmeligi, 2018], le secteur numérique pourrait représenter plus de 10 % de la consommation électrique mondiale d'ici 2030. Cette situation impose une réflexion stratégique sur la durabilité numérique, définie comme la capacité des organisations à concilier performance technologique, responsabilité sociale et protection de l'environnement.

Dans ce contexte global, les entreprises technologiques ont un rôle déterminant. Elles doivent non seulement offrir des solutions performantes, mais également intégrer des pratiques écoresponsables tout au long du cycle de vie de leurs produits et services : conception, hébergement, traitement de données, maintenance et fin de vie des équipements.

GreenSoft Solutions, une entreprise technologique de taille moyenne, fournit des services infonuagiques et des solutions logicielles. Consciente de l'impact environnemental croissant de ses infrastructures, la direction souhaite adopter une démarche structurée de durabilité numérique. L'objectif est à la fois écologique, éthique et légal : réduire l'empreinte carbone, respecter les obligations professionnelles et mettre en œuvre des pratiques responsables.

Ainsi, notre projet s'articule autour de quatre volets :

- diagnostiquer l'environnement et réaliser un audit énergétique ;
- élaborer un plan de durabilité et des bonnes pratiques techniques ;
- analyser les aspects éthiques, légaux et de responsabilité sociale ;
- proposer une stratégie de communication, formation et documentation.

L'objectif final est de réduire de 20 % l'empreinte carbone numérique de GreenSoft Solutions sur deux ans, tout en intégrant les principes d'écoconception et de gouvernance responsable.

2 Diagnostic Environnemental et Audit Énergétique

Définitions : Diagnostic vs Audit Énergétique

Le **diagnostic environnemental** est une analyse globale de l'impact d'une organisation, d'un service ou d'un produit sur l'environnement[for Standardization, 2015]. Il évalue les effets liés à l'énergie, aux déchets, à l'air, à l'eau et au cycle de vie des équipements.

L'**audit énergétique** est quant à lui une étude technique détaillée visant à mesurer, analyser et optimiser la consommation d'énergie. Il permet d'identifier les sources de gaspillage et les pistes d'amélioration de l'efficacité énergétique.

Aspect	Diagnostic environnemental	Audit énergétique
Finalité	Impact global sur l'environnement	Optimisation de la consommation d'énergie
Portée	Large : eau, air, déchets, cycle de vie	Ciblée : performance énergétique
Méthode	Analyses qualitatives et quantitatives	Mesures techniques et calculs d'efficacité
Résultat	Plan d'action environnemental global	Plan d'économie d'énergie
Normes	ISO 14001, ISO 14040/44	ISO 50001

TABLE 2.1 – Comparaison entre diagnostic et audit énergétique

Identification des Sources Principales de Consommation

L'identification des sources de consommation repose sur des données techniques, organisationnelles et opérationnelles.

Moyens techniques

Type de données	Sources	Objectif
Données électriques	Factures, compteurs, sous-compteurs	Évaluer la consommation réelle
Données informatiques	Supervision (Nagios, Zabbix, Grafana)	Mesurer charge et activité TI
Données d'équipements	Inventaire du matériel	Connaître la consommation moyenne
Données organisationnelles	Horaires, télétravail, déplacements	Relier énergie et pratiques humaines
Données bâtimentaires	CVC, éclairage, ventilation	Repérer pertes indirectes

TABLE 2.2 – Sources techniques pour l’audit énergétique

Méthodes d’analyse

- **Cartographie énergétique** : flux d’énergie, diagramme Sankey.
- **Analyse du cycle de vie (ACV)** selon ISO 14040/44.
- **Indicateurs énergétiques** : PUE, ITEU, kg CO₂/kWh.
- **Entretiens internes** : personnel TI, logistique et opérations.
- **Benchmarking** : normes Energy Star, EPEAT, ASHRAE 90.4.

Principales Sources de Consommation chez GreenSoft Solutions

Catégorie	Sources majeures	Observations
Centres de données	Refroidissement, alimentation	Jusqu’à 40 % de l’énergie totale
Serveurs & Cloud	Calcul intensif, stockage	Absence d’auto-scaling
Matériel utilisateur	Postes, écrans, imprimantes	Hétérogénéité, veille prolongée
Déplacements	Voyages, transport	Télétravail à privilégier

TABLE 2.3 – Sources principales de consommation

Évaluation de l'Empreinte Carbone (Scopes 1, 2, 3)

L'empreinte carbone est mesurée en tonnes équivalent CO₂. Elle s'appuie sur trois niveaux d'émissions.

Scope	Type d'émission	Exemples GreenSoft
Scope 1	Directes	Chauffage, véhicules, générateurs
Scope 2	Indirectes liées à l'énergie	Centres de données, serveurs, postes
Scope 3	Indirectes élargies	Fabrication, transport, déplacements

TABLE 2.4 – Classification des émissions carbone

Exemple de calcul

$$CO_2 = (Consommation annuelle) \times (facteur d'émission)$$

$$210\,000\text{ kWh} \times 0.12\text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

Répartition indicative :

- Centres de données : 42 %
- Serveurs cloud : 26 %
- Matériel utilisateur : 20 %
- Déplacements : 12 %

Analyse du Cycle de Vie (ACV)

[for Standardization, 2006]

Phase	Part de l'empreinte	Actions possibles
Fabrication	50 %	Achats certifiés, allongement de durée de vie
Utilisation	35 %	Virtualisation, énergie renouvelable
Fin de vie	15 %	Recyclage, partenaires agréés

TABLE 2.5 – Analyse du cycle de vie des équipements

Analyse des Risques et Conformité

Risques identifiés

- Conformité partielle aux exigences ISO 14001 / 50001.
- Risque de non-conformité à la Loi 25 (protection des renseignements personnels).
- Absence d'indicateurs énergétiques.
- Risque réputationnel sans stratégie RSE.

Mesures recommandées

Type d'action	Mesure proposée	Norme / Loi
Organisationnelle	Politique de durabilité numérique	ISO 14001 / 50001
Technique	Système de suivi énergétique (KPI, PUE)	ISO 50001
Juridique	Traçabilité et destruction des données	Loi 25 / LPRPDE
Sociale / RSE	Formation, publication d'un rapport	ISO 26000
Audit	Vérification annuelle	ISO 31000

TABLE 2.6 – Mesures de conformité recommandées

3 Plan de Durabilité et Bonnes Pratiques Techniques

À la suite du diagnostic environnemental et de l'audit énergétique, GreenSoft Solutions vise à mettre en œuvre un plan de durabilité numérique fondé sur trois axes :

- réduction de la consommation énergétique et des émissions de CO₂ ;
- optimisation du cycle de vie des équipements et des logiciels ;
- intégration de la durabilité *by design* : écoconception, sécurité et éthique dès la conception.

L'objectif est d'atteindre une réduction de 25 % de l'empreinte carbone d'ici 2030, tout en alignant les pratiques de l'entreprise sur les normes ISO 14001, ISO 50001([for Standardization, 2018]) et ISO 26000[for Standardization, 2010] .

Actions pour Réduire l'Empreinte Environnementale

Pour améliorer ses performances environnementales, GreenSoft Solutions doit adopter une stratégie d'optimisation numérique orientée vers l'efficacité énergétique, la sobriété logicielle et la gestion durable du matériel.

Optimisation des Infrastructures Infonuagiques et Serveurs

Virtualisation avancée

L'entreprise doit consolider ses serveurs en augmentant le taux de virtualisation et en utilisant des instances infonuagiques auto-ajustables (*auto-scaling*). Cela permet d'allouer les ressources uniquement lorsque les applications en ont besoin, réduisant la consommation liée aux serveurs sous-utilisés.

Arrêt automatisé des instances inutilisées

Les environnements de test ou de développement peuvent être automatiquement désactivés en dehors des heures d'utilisation afin de réduire les dépenses énergétiques.

Optimisation du stockage et des transferts

L'adoption de politiques de rétention minimales, du stockage hiérarchisé (*tiering*) et de la compression permet de réduire le volume d'énergie requis pour le stockage long terme.

Approvisionnement responsable en énergie

GreenSoft Solutions peut privilégier des fournisseurs cloud alimentés par des énergies renouvelables ou certifiés Energy Star, ISO 50001 ou ASHRAE 90.4.

Écoconception Logicielle

Normes d'écoconception

La création ou la mise à jour des applications doit respecter des critères de sobriété numérique : minimisation des appels réseau, réduction de la complexité algorithmique, limitation des traitements et optimisation systématique du code[[Laurent and Gontier, 2021](#)].

.

Écoscore des projets

Chaque nouveau développement doit être évalué selon un indicateur interne mesurant l'efficacité énergétique (complexité, volume de données, charge CPU/RAM). Les projets dépassant un seuil critique doivent être revus.

Architectures logicielles durables

L'entreprise doit favoriser des architectures sobres telles que les micro-services optimisés, la conteneurisation performante et des outils moins énergivores[[Murugesan, 2008](#)].

.

Gestion Durable du Matériel

Réutilisation des composants

Les pièces encore fonctionnelles (RAM, SSD, alimentation) peuvent être réaffectées à des machines internes ou secondaires.

Recyclage responsable

Les équipements obsolètes doivent être remis à des partenaires certifiés (Électrobas, Recyc-Québec) garantissant un traitement conforme aux normes ISO 14001.

Achats écoresponsables

L'entreprise doit privilégier des équipements certifiés EPEAT, Energy Star et possédant un haut degré de réparabilité.

Optimisation des Pratiques Internes

- promotion du télétravail encadré pour réduire les déplacements ;
- mise en veille automatisée des postes de travail ;
- extinction systématique des équipements non essentiels en dehors des heures ouvrables ;
- gestion intelligente des locaux (capteurs, éclairage LED, contrôle de climatisation).

Ces actions combinées entraînent une réduction mesurable de la consommation énergétique, du coût opérationnel et de l'empreinte environnementale globale.

Indicateurs de Performance (KPI) de Durabilité

Pour assurer le suivi du plan, GreenSoft Solutions doit établir des indicateurs de performance précis.

Infrastructures infonuagiques

- taux de virtualisation (%) ;
- taux d'utilisation des instances cloud (%) ;
- consommation énergétique annuelle du cloud (kWh) ;
- émissions carbone liées au cloud (tCO₂e/an).

Écoconception logicielle

- écoscore moyen des applications ;
- taux de conformité aux normes internes d'écoconception ;
- empreinte carbone par utilisateur ou service (gCO₂e/transaction) ;
- réduction du volume de données stockées (%).

Gestion des équipements

- taux de réutilisation des composants (%) ;
- volume de déchets électroniques recyclés (kg/an) ;
- durée de vie moyenne des équipements (années) ;
- part des achats certifiés EPEAT/Energy Star.

Optimisation énergétique interne

- consommation énergétique des postes (kWh/an/poste) ;
- taux d'ordinateurs éteints après les heures ouvrables ;
- taux d'adoption du télétravail ;
- réduction de l'intensité énergétique (kWh/employé).

Intégration de la Durabilité “By Design”

L'approche *by design* vise à intégrer dès la conception du produit des critères de sécurité, d'éthique et d'écoconception. Elle constitue un pilier central d'une stratégie durable.

Sécurité by design

- analyse des risques dès la phase de conception ;
- intégration de mécanismes de sécurité natifs (authentification forte, chiffrement) ;
- adoption du modèle *Zero Trust* ;
- tests de sécurité continus à chaque version logicielle.

Éthique by design

- transparence sur l'utilisation des données ;
- lutte contre les biais algorithmiques ;
- respect du Privacy by Design ;
- conformité à la Loi 25 et aux obligations professionnelles ;
- responsabilité sociale à toutes les étapes du développement.

Écoconception by design

- optimisation des ressources calculatoires dès la modélisation ;
- choix de technologies sobres et architectures efficaces ;
- évaluation de l'impact énergétique des fonctionnalités ;
- gestion durable du cycle de vie logiciel (maintenance, modularité).

En combinant virtualisation, écoconception, recyclage et indicateurs KPI, GreenSoft Solutions adopte une stratégie proactive intégrant durabilité, sécurité et éthique au cœur même de son développement numérique.

4 Aspects Éthiques, Légaux et Responsabilité Sociale

Lien entre les Actions de Durabilité, les Obligations Légales et les Codes Professionnels

Les actions de durabilité mises en place par GreenSoft Solutions doivent s'appuyer sur les obligations légales, les normes professionnelles et les codes éthiques de la pratique informatique.

Sur le plan légal, l'entreprise doit respecter les principes fondamentaux liés aux licences logicielles. Dans un modèle propriétaire, l'utilisateur acquiert un droit d'usage et non la propriété du logiciel. Ce cadre impose des responsabilités quant à la gestion des données, à la sécurité et à la conformité réglementaire.

Au Canada, la LPRPDE encadre la collecte, l'utilisation et la conservation des renseignements personnels dans le secteur privé. GreenSoft Solutions doit donc obtenir un consentement valide, documenter la finalité de la collecte et assurer la protection rigoureuse des données.

La Loi 25 du Québec impose une modernisation continue des systèmes d'information afin d'assurer la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des données. Cette obligation encourage indirectement une infrastructure plus moderne, plus efficace et moins énergivore.

Du point de vue des normes professionnelles, l'ISO 14001 structure les systèmes de gestion environnementale, l'ISO 50001 encadre la gestion énergétique, et l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) numérique (ISO 14040/44) permet de mesurer l'impact environnemental global d'un système numérique. Ces cadres soutiennent l'optimisation énergétique, la réduction des déchets électroniques et la prise en compte de l'impact environnemental des solutions logicielles.

Ces exigences s'étendent également aux relations avec les clients : budgets carbone de projets, transparence sur l'impact environnemental, conformité légale et respect des attentes du marché.

Principes d'Éthique, de Transparence et de Justice Sociale dans la Durabilité Numérique

Les principes d'éthique, de transparence et de justice sociale jouent un rôle central dans la durabilité numérique. L'éthique guide le développement vers des pratiques responsables

qui respectent l'environnement et les individus. Cela implique la limitation de la collecte excessive de données, ce qui réduit la consommation énergétique liée au stockage et à la gestion de l'information.

La transparence consiste à communiquer clairement avec les utilisateurs et les partenaires sur la collecte des données, l'impact environnemental des solutions, et le fonctionnement des algorithmes qui influencent les décisions automatisées. Elle renforce la confiance et réduit les risques de dérives technologiques[for Standardization, 2010] .

La justice sociale vise à assurer l'accessibilité et l'équité dans les technologies numériques. Cela inclut la prévention des biais algorithmiques, l'accessibilité pour les personnes en situation de handicap, et des conditions de travail respectueuses tout au long de la chaîne de valeur du numérique.

Ainsi, l'intégration de ces principes garantit que les solutions numériques soient écologiques, équitables, compréhensibles et bénéfiques pour l'ensemble de la société.

Responsabilité de l'Entreprise envers ses Employés, ses Clients et la Société

GreenSoft Solutions a une responsabilité essentielle envers ses employés, ses clients et la société.

Responsabilité envers les employés

L'entreprise doit garantir un environnement de travail sain, équitable et sécuritaire. Elle doit également encourager la participation et le développement professionnel, notamment dans les initiatives de durabilité et d'éthique numérique.

Responsabilité envers les clients

Elle consiste à offrir des services fiables, sécuritaires et conçus de manière durable :

- protection des renseignements personnels ;
- transparence sur les pratiques numériques ;
- conception de produits respectueux de l'environnement ;
- communication honnête sur les impacts écologiques.

Responsabilité envers la société

L'entreprise doit contribuer au bien-être collectif en réduisant ses émissions, en gérant ses déchets électroniques, en innovant de manière durable et en respectant les normes environnementales. Elle doit également veiller à ne pas accentuer les inégalités, mais plutôt à promouvoir un numérique éthique, durable et accessible.

Ainsi, GreenSoft Solutions adopte une approche holistique : soutenir ses employés, sécuriser ses clients et agir pour un numérique socialement responsable.

5 Communication, Formation et Documentation

Stratégie de Communication Interne et Externe

Une stratégie de communication efficace est essentielle pour assurer l'adhésion organisationnelle aux initiatives de durabilité numérique.

Communication interne

Rapport trimestriel de durabilité numérique : Un rapport synthétique sera publié trimestriellement, incluant les indicateurs clés (consommation, émissions évitées, recyclage, progression des KPIs). Il sera accessible sur l'intranet[[Project, 2023](#)] .

Infographies thématiques : Affichées dans les bureaux et l'intranet, elles présenteront :

- les bonnes pratiques écoresponsables ;
- les gestes quotidiens de réduction énergétique ;
- les objectifs annuels prioritaires.

Canal de communication dédié (Teams/Slack) : Permettra aux employés de poser des questions, proposer des idées et suivre les initiatives vertes.

Communication externe

Section “Durabilité numérique” sur le site web : Présentation des engagements, certifications, résultats annuels et partenariats.

Rapport RSE annuel : Rédigé selon les standards internationaux GRI.

Infographies publiques : Diffusées sur les réseaux professionnels pour renforcer la crédibilité de l'entreprise.

Plan de Formation du Personnel

La formation est essentielle pour ancrer les pratiques de durabilité numérique.

Niveau 1 — Sensibilisation générale

- introduction à la durabilité numérique ;
- bonnes pratiques énergétiques quotidiennes ;
- écoconception des usages ;
- gestion responsable des équipements.

Format : capsules vidéo et quiz.

Niveau 2 — Formation technique ciblée

Pour les équipes TI, DevOps et développement :

- écoconception logicielle ;
- optimisation des serveurs ;
- virtualisation ;
- développement "Green by Design".

Format : ateliers et guide technique.

Niveau 3 — Formation avancée et leadership

Pour les cadres :

- gouvernance numérique durable ;
- conformité légale ;
- gestion du risque environnemental ;
- intégration des normes ISO.

Documentation et Dépôt GitHub

GreenSoft Solutions créera un dépôt GitHub dédié aux initiatives de durabilité numérique.

1. Guide ou charte numérique verte

Il contiendra :

- bonnes pratiques d'usage ;
- règles de consommation responsable ;
- exigences de sécurité et d'éthique ;
- standards minimaux pour tout développement logiciel.

2. Modèles de rapports et tableaux de suivi

- matrices d’audit énergétique ;
- formats de rapport RSE ;
- modèles d’indicateurs de performance.

3. Documentation du processus

- journal des changements ;
- dossiers techniques ;
- historique des versions.

Conclusion

Le projet réalisé sur GreenSoft Solutions met en évidence l'importance cruciale d'une démarche de durabilité numérique dans le secteur technologique. L'analyse de l'empreinte carbone et des infrastructures numériques démontre que les serveurs, les centres de données, les équipements TI et les déplacements professionnels constituent des sources majeures d'impact environnemental[[Project, 2023](#)] .

L'étude confirme l'importance de l'Analyse du Cycle de Vie (ISO 14040/44), de l'optimisation énergétique (ISO 50001) et des pratiques Green IT comme leviers essentiels pour réduire ces impacts. L'intégration de l'écoconception, de la virtualisation, du recyclage responsable et des indicateurs KPI fournit une approche structurée pour réduire durablement l'empreinte environnementale.

Les aspects éthiques, légaux et sociaux jouent également un rôle fondamental. La transparence, la protection des données, l'équité et la responsabilité sociale constituent des dimensions essentielles d'un numérique responsable.

Ainsi, la durabilité numérique dépasse la simple efficacité énergétique : elle englobe la gestion des ressources, l'éthique, la conformité légale et la responsabilité sociale. En adoptant ces pratiques, GreenSoft Solutions renforce sa crédibilité, son innovation et sa résilience, tout en contribuant à un avenir numérique respectueux des générations futures.

Bibliographie

- [Belkhir and Elmeligi, 2018] Belkhir, L. and Elmeligi, A. (2018). Assessing ict global emissions footprint : Trends to 2040 recommendations. *Journal of Cleaner Production*.
- [for Standardization, 2006] for Standardization, I. O. (2006). Iso 14040/44 : Analyse du cycle de vie.
- [for Standardization, 2010] for Standardization, I. O. (2010). Iso 26000 : Responsabilité sociétale des organisations.
- [for Standardization, 2015] for Standardization, I. O. (2015). Iso 14001 : Environmental management systems – requirements with guidance for use.
- [for Standardization, 2018] for Standardization, I. O. (2018). Iso 50001 : Energy management systems – requirements with guidance for use.
- [Laurent and Gontier, 2021] Laurent, A. and Gontier, R. (2021). *Green IT et durabilité numérique*. Presses Universitaires de France.
- [Murugesan, 2008] Murugesan, S. (2008). Harnessing green it : Principles and practices. *IT Professional*, 10(1) :24–33.
- [Project, 2023] Project, T. S. (2023). Lean ict – pour une sobriété numérique.