**Cahier des charges métier : Energy Agent Chatbot**

**1. Contexte & enjeux**

L’**Energy Agent Chatbot** est une application conçue pour analyser et prévoir la consommation électrique d’un foyer à partir de données internes pré-intégrées. L’objectif est de rendre la consommation énergétique accessible et compréhensible pour un public non technique (particuliers ou professionnels) via une interface intuitive et un design moderne. L’application utilise l’API Gemini 1.5 Flash (déjà disponible) pour traiter les questions en langage naturel et fournir des réponses claires et visuelles.

**Enjeux :**

* **Simplicité** : Expliquer la consommation électrique (tendances, pics, habitudes) de manière claire et engageante.
* **Interactivité** : Offrir un chatbot en français qui répond en moins de 5 secondes à des questions variées (historique, comparaisons, prévisions, coûts).
* **Visualisation** : Afficher l’historique et les prévisions via des graphiques interactifs (barres, courbes, camemberts).
* **Estimations financières** : Fournir des estimations de coût basées sur un tarif interne fixe (non modifiable par l’utilisateur).
* **Gratuité** : L’application est gratuite, hormis l’utilisation de l’API Gemini (déjà disponible).
* **Impact professionnel** : Démontrer une solution moderne et attrayante pour les recruteurs dans les domaines de l’énergie et de l’intelligence artificielle.

**Contexte :**

* Les données de consommation sont internes (fichier pré-intégré, pas d’import utilisateur).
* L’application est conçue pour un seul foyer (version 1).
* Tests réalisés avec 46 questions (43 spécifiques + 3 cas spéciaux : vide, hors sujet, invalide) pour garantir une couverture complète des besoins.

**2. Objectifs métier**

* **Compréhensibilité** : Rendre la consommation électrique accessible via des réponses textuelles, des graphiques interactifs et des rapports structurés.
* **Polyvalence** : Répondre à des questions sur :
  + **Historique** : Consommation passée (jour, semaine, mois).
  + **Comparaisons** : Périodes, heures pleines/creuses, jour/nuit.
  + **Prévisions** : Tendances futures (journalier, hebdomadaire, mensuel).
  + **Coûts** : Estimations basées sur un tarif interne (ex. 0,20 €/kWh).
* **Visualisation** :
  + Historique : Consommation totale, répartition par zones (cuisine, buanderie, chauffage).
  + Prévisions : Projections avec indication des incertitudes.
* **Performance** : Réponses en moins de 5 secondes.
* **Expérience utilisateur** : Interface moderne, intuitive, avec un design énergique pour impressionner un public professionnel.

**3. Périmètre fonctionnel**

L’application est accessible via une interface **Streamlit** avec trois onglets (Chatbot, Tableau de bord, Prévisions) et une barre latérale (sidebar) pour guider l’utilisateur.

**3.1. Onglet 1 : Chatbot interactif ⚡**

**Description**  
Interface de dialogue en français permettant de poser des questions sur la consommation électrique.

**Fonctionnalités principales**

* **Réponses textuelles** : Claires, chiffrées et en langage naturel.  
  *Exemple :* « Vous avez consommé 2,5 kWh hier. »
* **Graphiques interactifs** : Affichage automatique si pertinent (barres pour l’historique, courbes pour prévisions, camemberts pour répartition).
* **Types de questions supportées** :
  + **Passé** : consommation par période (jour, semaine, mois).
  + **Comparaisons** : entre périodes (mois en cours vs mois précédent, jour/nuit, heures pleines/creuses).
  + **Prévisions** : tendances futures (journalier, hebdomadaire, mensuel).
  + **Coût** : estimations basées sur un tarif interne de **0,20 €/kWh**.

**Capacités étendues**

* **Couverture complète** : 46 questions prévues et testées (43 spécifiques + 3 cas spéciaux).
* **Souplesse** : Adaptation aux formulations variées, reformulation automatique et propositions de questions similaires.
* **Robustesse** : Gestion des questions non prévues mais liées à l’énergie.

**Exemples concrets**

* *Question 41* : « Si le coût de l’électricité est de 0,20 € le kilowattheure, de combien dois-je réduire ma consommation pour économiser 5 € le mois suivant ? »  
  → Réponse : « Réduisez votre consommation de 25 kWh. »
* *Question 42* : « Est-ce que ma consommation de nuit a augmenté récemment ? »  
  → Réponse : « Oui, +10 % par rapport au mois dernier. »
* *Question 43* : « Anomalies dans les relevés d’intensité ? »  
  → Réponse : « Deux anomalies détectées le 25/08/2025. »

**Cas spéciaux**

* **Vide** (ex. « ») → « Veuillez poser une question valide. »
* **Hors sujet** (ex. « Quelle est la météo ? ») → « Cette question est hors sujet, essayez une question sur votre consommation. »
* **Invalide** (ex. « ??? ») → « Question non compréhensible, veuillez reformuler. »

**Performance attendue**

* Temps de réponse : **< 5 secondes** pour chaque question.

**3.2. Onglet 2 : Tableau de bord visuel 📊**

* **Description** : Visualisation de l’historique de consommation (passé à présent).
* **Fonctionnalités** :
  + **Consommation totale** : Graphique en barres montrant la consommation mensuelle sur 12 mois (en kWh).
  + **Répartition dernier mois** :
    - Par zones : cuisine, buanderie/éclairage, chauffage/climatisation.
    - “Autres équipements” : Différence entre consommation totale et somme des zones.
    - Format : Barres ou camembert interactif (survol pour afficher les valeurs).
  + **Comparaisons** :
    - Entre zones (ex. cuisine vs chauffage).
    - Périodes : Jour/nuit, semaine/week-end, heures pleines/creuses.
  + **Analyse intelligente** :
    - Moyennes, maxima, pics de consommation.
    - Répartition par tranches horaires (0-6h, 6-12h, 12-18h, 18-24h).
  + **Filtres** : Choix de périodes (jour, semaine, mois, année) via menus déroulants.
* **Performance** : Chargement des graphiques en <2 secondes.

**3.3. Onglet 3 : Prévisions 📈**

* **Description** : Visualisation des prévisions de consommation future.
* **Fonctionnalités** :
  + Graphiques de projection (courbes) pour des périodes journalières, hebdomadaires ou mensuelles.
  + Indication des incertitudes via bandes ou infobulles (ex. "Prévision : 2,5 ± 0,3 kWh").
  + Mise en avant des tendances ou pics anticipés (ex. "Pic prévu à 18h demain").
* **Performance** : Génération des graphiques en <2 secondes.

**3.4. Sidebar informationnelle**

* **Description** : Barre latérale persistante pour guider l’utilisateur.
* **Fonctionnalités** :
  + **Pédagogie** : Explications simples (ex. "kWh = unité de consommation électrique", "sous-compteurs = zones comme cuisine").
  + **Contexte** : Présentation de l’application (analyse énergétique, prévisions).
  + **Hypothèses** : Tarif interne fixé à 0,20 €/kWh pour les estimations de coût.

**4. Données utilisées**

* **Source** : Données internes pré-intégrées (fichier CSV, non importé par l’utilisateur).
* **Colonnes** :
  + **Consommation totale** : Puissance moyenne par minute (kW), convertie en kWh (somme × 1/60).
  + **Cuisine** : Consommation (Wh/min), convertie en kWh (÷1000).
  + **Buanderie/éclairage** : Consommation (Wh/min), convertie en kWh.
  + **Chauffage/climatisation** : Consommation (Wh/min), convertie en kWh.
  + **Tension** : Valeurs en volts (V) pour analyser la stabilité.
  + **Autres équipements** : Consommation totale moins somme des zones (cuisine, buanderie, chauffage).
* **Granularités** : Analyse à la minute, heure, jour, semaine, mois.
* **Traitement** : Données stockées et gérées via une base DuckDB pour un accès rapide et efficace.
* **Hypothèse interne** : Tarif de 0,20 €/kWh pour les estimations de coût, non modifiable par l’utilisateur.

**5. Interface & expérience utilisateur**

* **Plateforme** : Interface Streamlit avec trois onglets (Chatbot, Tableau de bord, Prévisions) et une sidebar.
* **Design** :
  + **Palette** : Bleu électrique (#1E90FF), jaune/vert néon (#39FF14), anthracite (#333333) pour un style énergétique et moderne.
  + **Style** : Cartes d’indicateurs, badges, icônes (ex. ⚡ pour consommation), micro-animations discrètes (ex. chargement fluide).
  + **Accessibilité** : Polices lisibles, contrastes élevés (niveau AA), infobulles explicatives.
* **États UX** :
  + **Chargement** : Affichage progressif (skeleton screens).
  + **Données absentes** : Messages clairs (ex. "Aucune donnée pour cette période").
  + **Erreurs** : Guidage utilisateur (ex. "Posez une question sur votre consommation").
* **Graphiques interactifs** :
  + Survol : Afficher les valeurs (ex. "2,5 kWh à 18h").
  + Légendes cliquables : Activer/désactiver des séries de données.
* **Performance** : Réponses et graphiques en <5 secondes.

**6. Contraintes & exclusions**

* **Langue** : Français uniquement.
* **Tarif** : Fixe à 0,20 €/kWh (hypothèse interne), non modifiable via l’interface.
* **Données** : Internes, sans import utilisateur ni mention de fournisseur externe.
* **Périmètre** : Version 1 pour un seul foyer.
* **Coût** : Gratuit, sauf l’API Gemini (déjà disponible).
* **Sécurité** : Les données sensibles restent internes, sans accès direct par le chatbot.

**7. Livrables attendus**

* **Application Streamlit** : Interface avec trois onglets et sidebar.
* **Chatbot** : Réponses textuelles et graphiques pour 46 questions.
* **Tableau de bord** : Visualisation de la consommation totale, répartition par zones, comparaisons.
* **Prévisions** : Graphiques avec tendances et incertitudes.
* **Documentation utilisateur** : Guide court et clair (usage, lecture des graphiques, définitions).

**8. Indicateurs de succès**

* **Fiabilité** : 100 % des 43 questions comprises, réponses précises et cohérentes.
* **Lisibilité** : Graphiques clairs, interactifs et actionnables (survol, filtres).
* **Prévisions** : Tendances fiables, incertitudes visualisées.
* **Satisfaction visuelle** : Design moderne, thème énergétique, finition soignée.
* **Performance** : Réponses en <5 secondes, graphiques en <2 secondes.

**9. Tests et validation**

* **Questions testées** :
  + Question 41 : "Si le coût de l’électricité est de 0,20 € le kilowattheure, de combien dois-je réduire ma consommation pour économiser 5 € le mois suivant ?" (Réponse : "Réduisez de 25 kWh", temps : ~1,2s).
  + Question 42 : "Est-ce que ma consommation de nuit a augmenté récemment ?" (Réponse : "Oui, +10 %", temps : ~0,9s).
  + Question 43 : "Anomalies dans les relevés d’intensité ?" (Réponse : "2 anomalies détectées", temps : ~0,9s).
  + Cas spéciaux :
    - Vide : "Veuillez poser une question valide" (temps : ~0s).
    - Hors sujet : "Question hors sujet" (temps : ~0,4s).
    - Invalide : "Question non compréhensible" (temps : ~0s).
* **Critères** :
  + Réponses correctes et chiffrées pour les 43 questions.
  + Messages clairs pour les cas spéciaux.
  + Graphiques interactifs et lisibles.
  + Latence <5 secondes par question.
* **Scénario** : Tests sur 46 questions (43 + 3 cas spéciaux) avec 100 itérations.

**10. Annexe : Exemples de questions (43)**

1. Combien d’électricité ai-je consommé hier ?
2. Quelle est ma consommation totale cette semaine ?
3. Est-ce que je consomme plus ce mois-ci que le mois dernier ?
4. Quelle a été ma journée la plus énergivore ce mois-ci ?
5. Quelle est ma consommation moyenne par jour ?
6. Quelle est ma consommation cumulée depuis le début de l’année ?
7. Quels sont mes 3 jours les plus énergivores ce mois-ci ?
8. Est-ce que je consomme plus que la moyenne nationale ?
9. Quelle est ma consommation moyenne le matin vs soir ?
10. Est-ce que je consomme plus le week-end que la semaine ?
11. Quelle est ma consommation en heures pleines vs creuses ?
12. Est-ce que je consomme plus en journée ou la nuit ?
13. Consommation typique un lundi vs dimanche ?
14. Répartition par tranche horaire (0-6h, 6-12h, etc.) ?
15. Consommation moyenne entre 18h et 22h ?
16. Consommation moyenne par saison (hiver, été) ?
17. Quelle part vient de la cuisine ?
18. Quel sous-compteur consomme le plus ?
19. Chauffage/clim consomme-t-il beaucoup ?
20. Répartition entre sous-compteurs et le reste ?
21. Consommation totale de la buanderie ce mois-ci ?
22. Chauffage : plus en janvier qu’en avril ?
23. La cuisine consomme-t-elle plus le week-end ?
24. Part des sous-compteurs dans le total (%) ?
25. Un sous-compteur actif la nuit ?
26. Pourquoi ma facture est plus élevée ce mois-ci ?
27. Ai-je augmenté ma consommation vs la semaine dernière ?
28. Combien coûterait ma consommation cette semaine à 0,20 €/kWh ?
29. Dépense électrique moyenne par jour ?
30. Combien ai-je dépensé depuis le début du mois ?
31. Économie si je réduis de 10 % ?
32. Ai-je dépassé mon budget mensuel ?
33. Payé en heures pleines vs creuses ?
34. Économie si je décale la machine à laver en heures creuses ?
35. Ai-je eu un pic de consommation inhabituel hier ?
36. Un appareil est-il resté allumé toute la nuit ?
37. Ma tension (Voltage) est-elle restée stable ?
38. Différence notable entre hier et avant-hier ?
39. Mes 3 plus gros pics cette semaine ?
40. Ai-je consommé alors que j’étais absent ?
41. Si le kWh est à 0,20 €, de combien réduire pour économiser 5 € le mois suivant ?
42. Ma consommation de nuit a-t-elle augmenté récemment ?
43. Anomalies dans les relevés d’intensité ?

**Améliorations apportées à ton modèle**

1. **Focus métier** :
   * Suppression de tout jargon technique (RAG, LangGraph, Polars, JSON, MCP).
   * BLOC 1 simplifié : mention de **DuckDB** comme base de données interne, sans détails techniques.
   * Accent sur les besoins utilisateurs (réponses claires, graphiques, prévisions).
2. **Gratuité** :
   * Clarification : application gratuite, sauf l’API Gemini (que tu possèdes).
   * Suppression des contraintes de coût (200 $, calculs d’appels API).
3. **Clarté et lisibilité** :
   * Structure alignée avec ton modèle (onglets, sidebar, questions).
   * Explications simplifiées (ex. conversions kW → kWh, définitions dans la sidebar).
   * Exemples concrets tirés de tes tests (questions 41, 42, 43).
4. **Professionnalisme** :
   * Design énergétique modernisé (palette, animations, accessibilité).
   * Objectifs métier renforcés (compréhensibilité, impact pour recruteurs énergie/IA).
   * Tests validés avec temps réels (~0,9-1,2s pour les questions, <5s total).
5. **Exhaustivité** :
   * Couverture complète des 43 questions + cas spéciaux.
   * Détails sur les graphiques (interactivité, incertitudes).
   * Sidebar pédagogique pour guider l’utilisateur.

Origine datatset : <https://www.kaggle.com/datasets/sonialikhan/household-electric-power-consumption>

11. ARCHITECTURE TECHNIQUE VALIDÉE

11.1 Système de mise à jour automatique :

- Vérification automatique des données au démarrage

- Génération intelligente des données manquantes

- Pipeline bloc 1 automatisé

- Sauvegardes et rollback sécurisés

11.2 Données et traitement :

- Source : household.csv (895,238 enregistrements)

- Base finale : energy\_2h\_aggregated.duckdb (7,432 enregistrements)

- Période : 2023-12-16 → 2025-08-30 10:30:00

- Agrégation : Par périodes de 2h avec features temporelles

11.3 Environnement technique :

- Conda environment 'energy-agent'

- Pipeline bloc 1 validée et testée

- Système de mise à jour opérationnel

- Performance : Mise à jour complète en ~22 secondes

11.4 Prochaines étapes :

- Intégration Streamlit avec système de mise à jour

- Développement du chatbot IA (BLOC 2)

- Création des visualisations (BLOC 3)

- Tests UAT complets