



BOOTCAMP INSIGHTS

Les enseignements clés de l'atelier :

From knowledge to action AI workshop outcomes & expert insights

USE CASE 3

PRÉVISION DE LA DEMANDE POUR LA GESTION DE L'ÉNERGIE VIA LA TARIFICATION DYNAMIQUE

Cette synthèse revient sur les productions réalisées par les participants lors de l'atelier, complétées par les analyses et recommandations de nos experts en intelligence artificielle.

UTILISATEURS CIBLES



Le regard du groupe de travail

- **Utilities** responsables de l'exploitation et de l'équilibrage des réseaux électriques
- **Distributeurs** gérant les flux d'énergie et l'approvisionnement des clients

LES INSIGHTS DE NOS EXPERTS IA

Qui bénéficie de ce cas d'usage

Ce cas d'usage s'adresse aux **utilities et distributeurs d'énergie** exploitant des réseaux équipés de technologies **AMI/IoT** et servant des **segments de clientèle variés**, incluant

les clients résidentiels, commerciaux et industriels. Ces acteurs font face à une complexité croissante pour équilibrer la demande, la tarification et la stabilité du réseau, compte tenu de profils de consommation très hétérogènes.

Segmenter les clients pour des signaux plus efficaces

Un principe clé de cette approche repose sur la **segmentation**. L'IA agentique est utilisée pour adapter les signaux et les actions à chaque cohorte de clients, en fonction de leurs **profils de consommation** et de leur **réactivité observée aux signaux de prix**. Plutôt que d'appliquer des messages ou des incitations uniformes, le système ajuste ses recommandations aux comportements réels de chaque segment.

Ajuster les prévisions et la tarification selon la criticité des segments

La solution introduit une **granularité variable des prévisions**. Les horizons de prévision peuvent être ajustés à différentes échelles temporelles — 15 minutes, horaire ou journalière — selon la criticité du segment. Par exemple, les clients industriels peuvent nécessiter des prévisions plus fines et des signaux tarifaires plus prudents que les clients résidentiels. Cette flexibilité améliore à la fois la précision opérationnelle et la pertinence pour les clients.

Orchestrer les décisions via une boucle multi-agents

Au cœur de la solution se trouve une **boucle multi-agents** qui structure la prise de décision à l'échelle du système.

- Un **agent de prévision** anticipe la demande,
- un **agent d'élasticité** évalue la réactivité des clients,
- un **agent de tarification** définit les signaux de prix appropriés,
- un **agent d'engagement** gère la communication avec les clients,
- et un **agent conformité/risque** veille au respect des contraintes réglementaires et opérationnelles.

Ces agents partagent en continu leur contexte et leur état via un **bus d'événements** et un **feature store**, permettant une gestion de la demande coordonnée, cohérente et scalable.

OBJECTIFS



Le regard du groupe de travail

- **Réduire la demande de pointe** en influençant les comportements de consommation
- Permettre une **meilleure tarification pour les clients** grâce à une gestion optimisée de la demande

LES INSIGHTS DE NOS EXPERTS IA

Définir des objectifs clairs et mesurables

Lors du déploiement d'une solution de gestion de la demande pilotée par l'IA, il est essentiel de définir des **objectifs ciblés et mesurables**. Des objectifs clairs permettent d'aligner les équipes, de guider les choix techniques et de garantir que la solution génère une valeur concrète, plutôt qu'une multiplication d'initiatives fragmentées. L'approche SMART rend ces objectifs concrets, bornés dans le temps et actionnables.

Exemples d'objectifs SMART

Un premier objectif consiste à **augmenter de 20 % la participation des clients aux programmes de réponse à la demande d'ici le prochain trimestre**, grâce à un engagement personnalisé piloté par l'IA, délivrant le bon message au bon client au bon moment.

Un autre objectif est de **réduire la demande de pointe de 10 % lors des périodes critiques dans un délai de 6 mois**, en combinant une tarification dynamique et des notifications automatisées envoyées aux clients lorsque le réseau est sous tension.

Un troisième objectif porte sur la précision opérationnelle : **améliorer la précision des prévisions à court terme pour atteindre un MAPE inférieur à 5 % sous 9 mois**, en déployant des modèles de prévision hybrides et des mécanismes de détection d'anomalies afin d'accroître la fiabilité et la robustesse.

AVANTAGES



Le regard du groupe de travail

- **Réduction des investissements en infrastructure** en évitant le surdimensionnement lié aux pics de demande
- **Diminution des coupures et des défaillances du système** grâce à un meilleur équilibrage des charges
- **Régulation du réseau plus fréquente et plus efficace** via un suivi et des ajustements continus

LES INSIGHTS DE NOS EXPERTS IA

Améliorer la fiabilité du réseau

La solution renforce la **fiabilité du réseau** en fournissant des prévisions de demande plus précises, en facilitant une gestion plus fluide des pics et en réduisant la probabilité de coupures. Une meilleure anticipation des périodes de stress permet aux opérateurs d'agir plus tôt et de maintenir la stabilité du système.

Accroître l'efficacité économique

En optimisant la gestion de la demande et la tarification, l'approche permet de **réduire les coûts opérationnels**. Des mécanismes de tarification transparents et des recommandations personnalisées aident les clients à mieux comprendre et ajuster leur consommation, améliorant ainsi leur satisfaction et l'efficacité globale du système.

Créer de la valeur sur plusieurs cas d'usage

Au-delà de la gestion de la demande, la solution renforce le **socle de données** de l'organisation. Cette amélioration de la qualité et de la structuration des données peut être exploitée pour d'autres cas d'usage connexes, tels que la maintenance prédictive ou la planification des investissements, étendant la valeur bien au-delà du périmètre initial.

PAIN POINTS



Le regard du groupe de travail

- **Manque de visibilité sur les données**, rendant difficile l'anticipation de la demande et l'action proactive
- **Défis liés à la résilience du réseau**, en particulier lors des périodes de pointe
- **Ressources opérationnelles limitées** pour surveiller et piloter la demande en temps réel

LES INSIGHTS DE NOS EXPERTS IA

Limites du traitement des données en temps réel

Sans l'IA, le traitement des **données issues des compteurs intelligents et des données météo en temps réel** devient extrêmement complexe. Le volume, la vitesse et la diversité de ces flux ralentissent l'analyse et retardent les réponses aux pics soudains de demande, limitant la capacité à agir de manière proactive.

Contraintes des approches de tarification manuelle

Les mécanismes de tarification traditionnels reposent sur des **ajustements manuels et génériques**. Ils sont souvent lents à déployer et peu personnalisés selon les groupes de clients, ce qui réduit leur efficacité pour influencer les comportements de consommation au moment critique.

Lacunes en matière de visibilité, de qualité des données et de conformité

Une **visibilité limitée en temps réel**, combinée à une qualité de données hétérogène, complique le pilotage du réseau lors des périodes de pointe. Dans le même temps, les exigences réglementaires et de conformité s'intensifient, augmentant la pression sur les opérateurs pour justifier leurs décisions et leurs actions.

Besoin de pipelines de données de bout en bout et d'explicabilité

Pour répondre à ces enjeux, il est nécessaire de **mettre en place des pipelines de données temps réel de bout en bout** : ingestion, validation des schémas, nettoyage, enrichissement et labellisation des événements (pics, anomalies, réponses clients). En parallèle, le recours à l'**IA explicable (XAI)** est indispensable pour fournir des justifications

claires des décisions, permettant aux opérateurs et aux régulateurs de comprendre, de faire confiance et d'agir sur les recommandations de l'IA.

CONDITIONS PRÉALABLES



Le regard du groupe de travail

- **Cadres réglementaires** autorisant la gestion dynamique de la demande et l'interaction avec les clients
- **Mécanismes de protection des données** garantissant la confidentialité et la conformité
- **Infrastructures de comptage intelligent** pour collecter des données de consommation granulaires et en temps utile

LES INSIGHTS DE NOS EXPERTS IA

Aligner les prérequis avec le niveau d'ambition

Les prérequis nécessaires dépendent de **l'ambition de l'initiative** et de la valeur attendue. Une approche pragmatique consiste à renforcer progressivement les fondations techniques, organisationnelles et de gouvernance à mesure que la solution gagne en maturité.

Valeur de base : démarrer avec des exigences minimales

À un niveau fondamental, la solution peut être déployée avec des **prérequis limités**. Les compteurs intelligents et une infrastructure numérique de base suffisent pour collecter les données de consommation. Des canaux de communication simples — applications mobiles, SMS ou e-mails — permettent d'informer et d'engager les clients. Ce niveau permet de générer rapidement de la valeur avec une complexité réduite.

Valeur avancée : activer des capacités renforcées

Pour aller plus loin dans l'optimisation, des prérequis supplémentaires sont nécessaires. Du point de vue des **équipes et de la conformité**, les collaborateurs doivent être formés pour superviser les opérations IA, gérer les exceptions et garantir le respect des exigences de confidentialité et réglementaires en fonction de la sensibilité des données.

Une **forte maturité des données et de la gouvernance** est également essentielle : audits

réguliers pour assurer la complétude et la fraîcheur des données, documentation claire des workflows, des modèles et des critères de déclenchement afin de soutenir la transparence et la confiance.

Monter en charge grâce à une stratégie de déploiement structurée

Pour un déploiement avancé, une **stratégie de déploiement structurée** est indispensable. Elle inclut des pilotes sur des départs à forte volatilité, des tests A/B (comparant des scénarios « agentic ON » à des situations de référence), le suivi d'indicateurs clés de performance tels que la précision des prévisions (MAPE/RMSE), le temps de réaction, la réduction des pics et les taux de participation. Les enseignements tirés de ces pilotes permettent ensuite d'itérer et de déployer la solution progressivement à plus grande échelle.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE



Le regard du groupe de travail

- **Agent de données** collectant, traitant et analysant les données de consommation d'énergie
- Traitement des données pour produire des **insights et des prévisions** sur la demande et les usages
- **Aide à la décision pour le dispatch énergétique**, afin de mieux équilibrer l'offre et la demande
- **Envoi de messages personnalisés aux clients** pour les guider vers des usages énergétiques plus adaptés

Fonctionnement concret

L'agent IA agit comme un **orchestrateur central des données**. Il agrège et analyse les données de consommation, génère des analyses pour soutenir les décisions opérationnelles et aide les utilities à déterminer quand et comment dispatcher l'énergie. Sur cette base, l'agent communique également avec les clients, en leur fournissant des recommandations sur la meilleure façon d'utiliser l'énergie à des moments précis, notamment lors des périodes de pointe.

LES INSIGHTS DE NOS EXPERTS IA

Comprendre l'élasticité grâce à la segmentation

L'approche commence par la **segmentation des clients en cohortes** partageant des caractéristiques communes. Pour chaque cohorte, le système modélise l'**élasticité prix**, en construisant des courbes décrivant la réaction de la consommation aux signaux tarifaires. Ces modèles sont régulièrement mis à jour à partir des réponses observées, afin d'affiner en continu le ciblage et de se concentrer sur les groupes à plus fort potentiel d'impact.

Optimiser la tarification tout en préservant l'utilité client

Les décisions de tarification sont optimisées pour **minimiser la demande de pointe et les coûts de déséquilibre**, tout en préservant l'utilité pour le client. Cette optimisation s'inscrit dans des contraintes clairement définies : limites sur la vitesse d'évolution des prix, considérations d'équité entre groupes de clients et **validations humaines** pour les ajustements exceptionnels ou sensibles. Cela garantit à la fois l'efficacité et l'équité.

Exécuter les actions via des workflows agentiques

Une fois les stratégies de tarification et de gestion de la demande définies, l'**exécution agentique** prend le relais. Le système déclenche automatiquement des actions sur les équipements et les canaux de communication — applications, SMS, e-mails. Il apprend en continu à partir des taux de réponse des clients et ajuste les politiques et messages pour améliorer leur efficacité.

Enrichir l'engagement grâce au RAG et à l'IA générative

La solution s'appuie sur la **génération augmentée par récupération (RAG)** pour récupérer des éléments de contexte pertinents, tels que les clauses tarifaires, les plafonds réglementaires, les notes d'incident et les résultats passés des programmes de réponse à la demande. L'**IA générative** utilise ensuite ces informations pour produire des explications claires et des appels à l'action spécifiques à chaque segment, avec des références sources visibles dans les consoles opérateurs. L'intégration avec les plateformes d'engagement permet de mesurer les réponses clients en temps réel.

Une stack de prévision hybride

Au cœur du système se trouve une **stack de prévision hybride**. Plusieurs modèles d'IA travaillent conjointement : certains sont spécialisés dans la détection de motifs temporels, d'autres dans le traitement de données structurées, et d'autres encore dans l'identification des tendances régulières et de la saisonnalité. Cette combinaison améliore

la précision et la robustesse des prévisions sur différents horizons temporels et dans diverses conditions d'exploitation.

