

EXECUTIVE SUMMARY

Prévision de Consommation Énergétique avec Deep Learning

RÉSULTATS CLÉS

Objectif MAE atteint : **0.4145 kW < 0.5 kW** | Économies estimées : **~28 M€/an**
| Modèle recommandé : **LSTM**

CONTEXTE

AI Energy Solutions gère 50 000 foyers résidentiels et achète quotidiennement de l'électricité sur le marché spot EPEX. La méthode statistique actuelle génère une erreur de prévision de 0.75 kW/foyer, entraînant des coûts annuels de 62.5 M€. L'objectif est de réduire ces coûts de 20-30 M€/an grâce au Deep Learning.

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

- Dataset : 4 ans de données (2006-2010), 34 589 heures, 34 features
- Prévision : 24 heures à l'avance (horizon J+1)
- Comparaison : LSTM (1997) vs Transformer (2017)
- Validation : Split temporel 73%/15%/12% sans data leakage

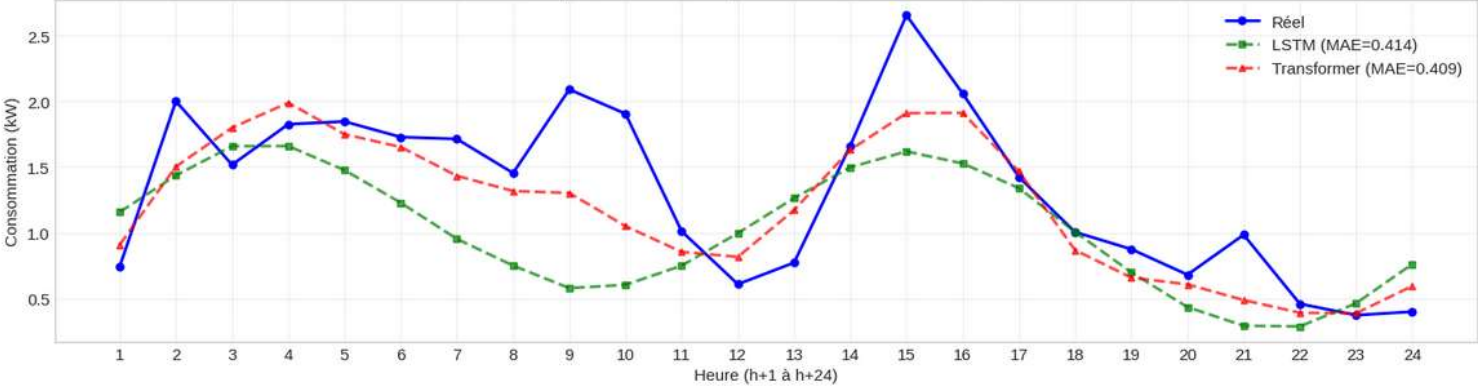
COMPARAISON DES MODÈLES

Métrique	LSTM	Transformer	Gagnant
MAE (erreur)	0.4145 kW	0.4086 kW	Transformer
Overfitting	1.63%	6.62%	LSTM
Paramètres	38 552	70 744	LSTM
Temps training	1.8 min	7.3 min	LSTM

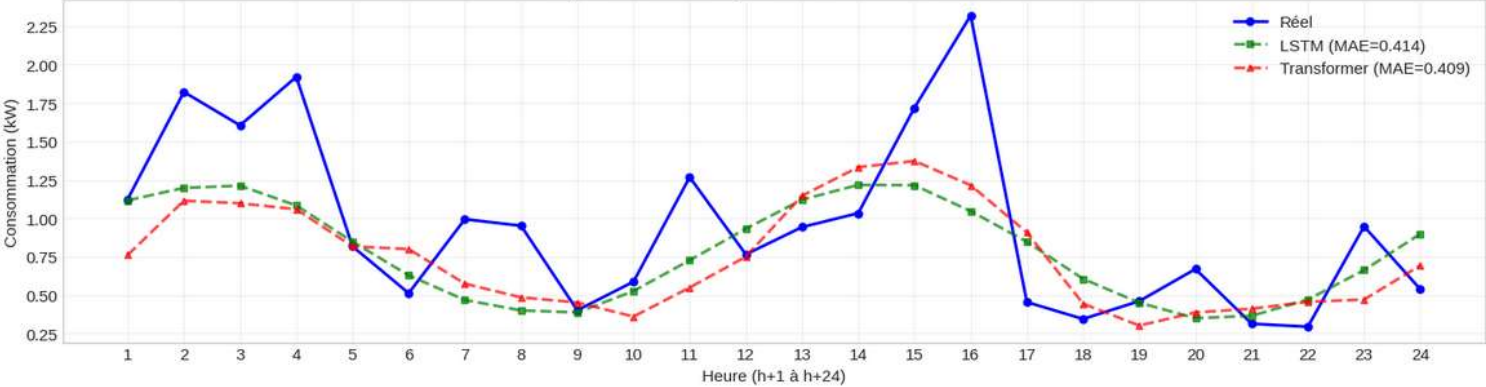
Comparaison des Modèles : LSTM vs Transformer



Séquence #2460: Comparaison LSTM vs Transformer



Séquence #315: Comparaison LSTM vs Transformer



ANALYSE ET RECOMMANDATION

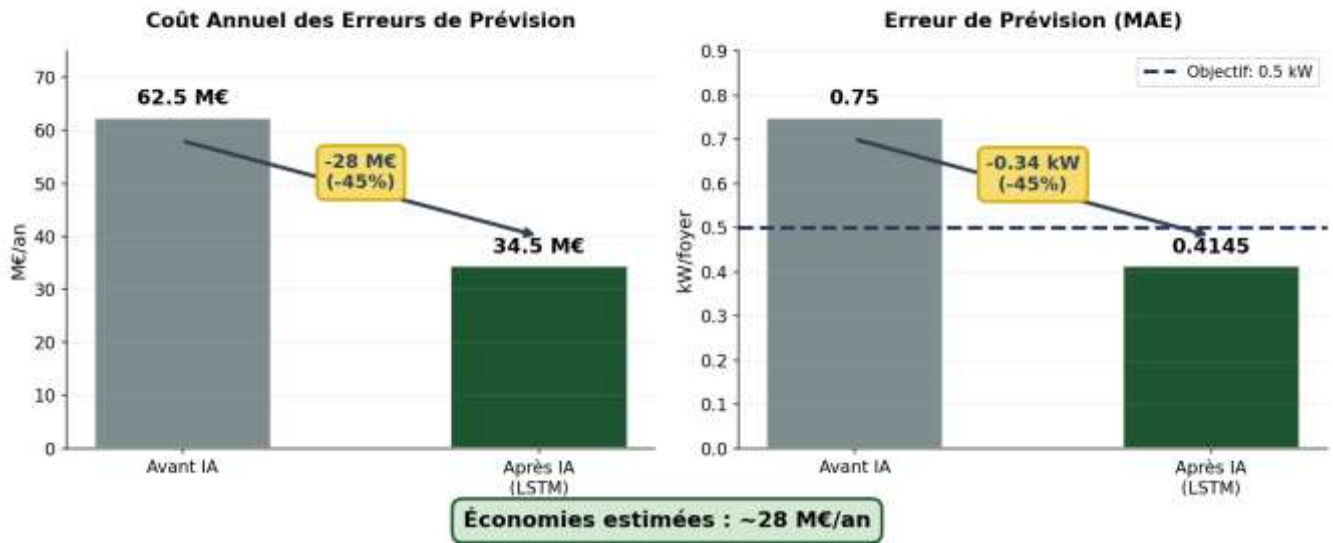
Bien que le Transformer soit légèrement plus précis (+1.4%), le **LSTM est recommandé** pour le déploiement en raison de :

- Overfitting 4x inférieur → meilleure généralisation sur données réelles
- Modèle 2x plus simple → maintenance facilitée, déploiement robuste
- Entraînement 4x plus rapide → réentraînement fréquent possible

IMPACT BUSINESS

Indicateur	Avant IA	Après IA
Erreur de prévision (MAE)	0.75 kW	0.41 kW (- 45%)
Coût annuel des erreurs	62.5 M€	~34.5 M€
Économies annuelles	-	~28 M€

Impact Business : Réduction des Coûts grâce au Deep Learning



PROCHAINES ÉTAPES RECOMMANDÉES

Priorité	Action
1	Validation sur 5 000 foyers pendant 3 mois (généralisation)
1	Optimisation des hyperparamètres LSTM (Optuna)
2	Intégration données météo temps réel (API Météo France)
3	Mise en place dashboard monitoring MAE quotidien
4	Pipeline réentraînement hebdomadaire automatisé
5	Exploration des architectures Informer/Autoformer si besoin de dépendances très longues