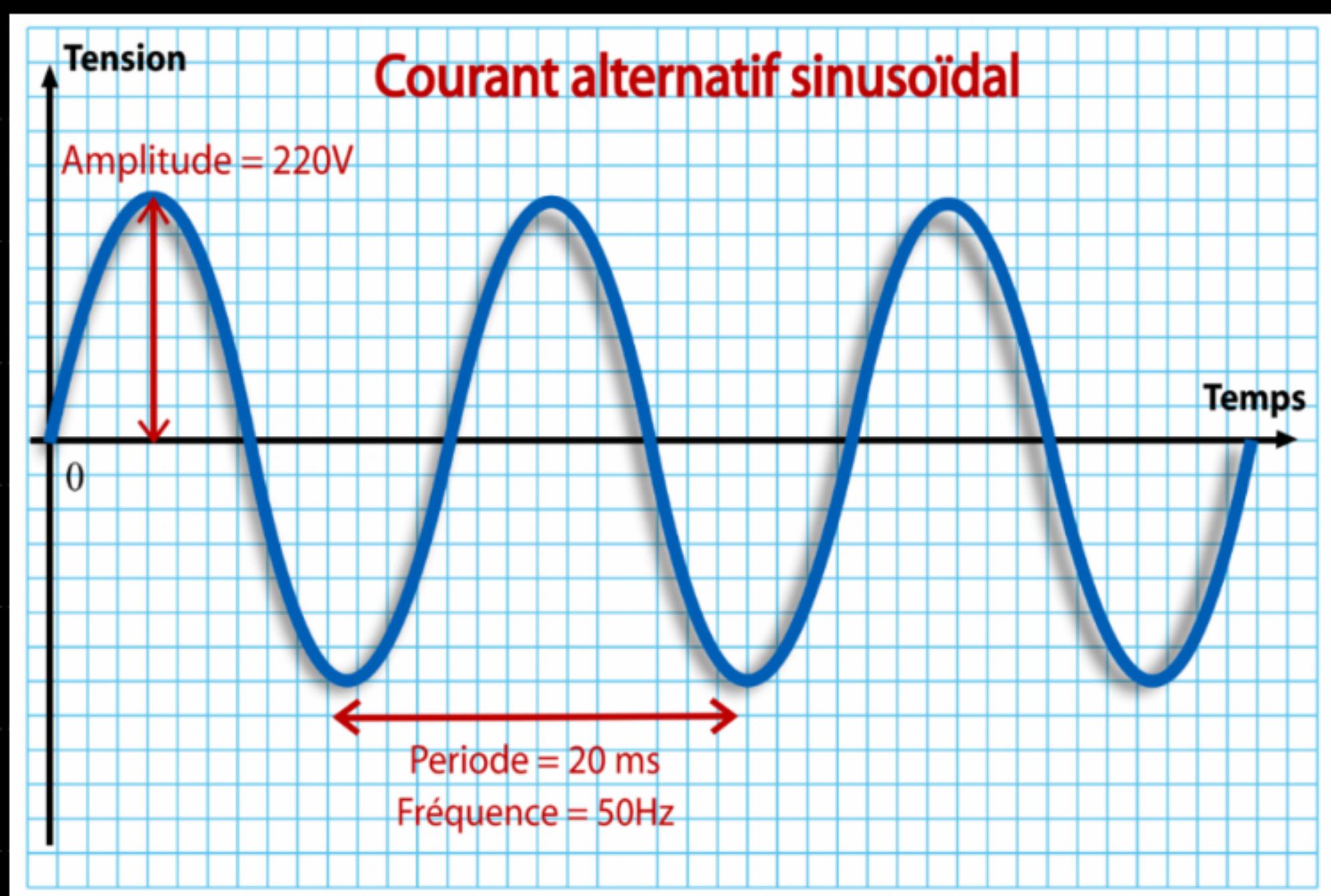


Power AI

Courant Alternatif - Sum Up



Tension : pression qui pousse le courant à circuler (V)

Courant : flux d'électrons qui circule (A)

Δ Tension \Rightarrow créer un champ électrique oscillant



(Courant) oscillations des électrons \Rightarrow créer champ magnétique

Champ électrique
Champ magnétique } \rightarrow onde électromagnétique

Cette onde transporte l'énergie dans l'espace autour du fil

Courant Triphasé

\rightarrow 3 AC superposés mais avec un décalage dans le temps

Phase A: 
 Phase B: 
 Phase C: 

(décalée de 120°)
 (encore décalée de 120°)

- Alimentation \oplus stable
- Meilleure répartition de la charge

FLUX ELECTRIQUE COMPLET

1. Entrée du courant *mesure ce que le réseau électrique fournit au datacenter*

- met_va_1, met_vb_1, met_vc_1 → tensions par phase V
- met_ia_1, met_ib_1, met_ic_1 → courants entrants A
- met_p_1 → puissance active consommée kW
- met_fp_1 → efficacité (facteur de puissance) ε [0,1]

met_p_1 → puissance utilisée pour faire fonctionner serveurs

met_fp_1

■ Signification :

PF

Facteur de puissance total (Power Factor), sans unité (entre 0 et 1).

💡 À quoi ça sert ?

Mesure l'efficacité avec laquelle l'énergie est utilisée.

- 1 = parfait : toute la puissance reçue est utile.
- 0.8 = pas top : 20% de l'énergie est perdue sous forme de puissance réactive.

Un PF bas signifie que le système consomme beaucoup mais utilise peu, souvent à cause d'équipements inductifs (climatiseurs, moteurs...).

$$kW = \frac{V \times A \times PF}{1000}$$

- met_va → détecter déséquilibres (Hypothèse)
- met_ia → surveiller les surcharges
- met_p → mesurer consommation utile
- met_fp → optimiser usage de l'énergie

2. UPS - Le cœur de la fiabilité électrique

Uninterruptible Power Supply → alimentation sans interruption

UPS est le cœur de la sécurité énergétique :

- * Stabiliser la tension et la fréquence pour éviter les perturbations électriques
- * Assurer la continuité de service en cas de coupure (via batteries internes)
- * Distribuer une énergie propre

→ met-* va se répartir au niveau de l'ups-*

Fonctionnement de l'UPS

Étape 1 – Entrée

L'UPS reçoit du courant alternatif (AC) du réseau externe :

- Tension : `ups_va_in`, `ups_vb_in`, `ups_vc_in`
- Fréquence : `ups_hz_in`

Étape 2 – Conversion interne

- L'UPS convertit le courant AC en courant continu (DC) pour :
 - Alimenter ses composants internes
 - Charger ses batteries (`ups_bat_i_charge`)
- Puis reconvertis le DC en AC propre (filtré) → vers les serveurs.

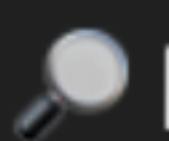
Étape 3 – Sortie

L'UPS fournit un courant AC stabilisé vers les PDUs et équipements :

- Tension : `ups_va_out`, `ups_vb_out`, `ups_vc_out`
- Courant : `ups_ia_out`, `ups_ib_out`, `ups_ic_out`
- Fréquence : `ups_hz_out`

Variables clés dans ton dataset UPS

Colonne	Signification	Unité / Utilité
<code>ups_va_in</code> , <code>vb_in</code> , <code>vc_in</code>	Tension d'entrée de l'UPS par phase	Volts (V) – vérifie l'alimentation reçue
<code>ups_va_out</code> , <code>vb_out</code> , <code>vc_out</code>	Tension en sortie de l'UPS vers les équipements	Volts (V) – stabilité assurée ?
<code>ups_ia_out</code> , <code>ib_out</code> , <code>ic_out</code>	Courant par phase en sortie de l'UPS	Ampères (A) – détecte les pics
<code>ups_pa</code> , <code>pb</code> , <code>pc</code>	Puissance active par phase	Kilowatts (kW) – consommation réelle
<code>ups_sa</code> , <code>sb</code> , <code>sc</code>	Puissance apparente par phase	kVA – charge totale utile + réactive
<code>ups_load</code>	Charge totale supportée par l'UPS (en %)	% – détecte surcharges ou sous-utilisation
<code>ups_load_sa</code> , <code>sb</code> , <code>sc</code>	Charge par phase	kVA – déséquilibres de phases ?
<code>ups_bat_i_charge</code>	Courant de charge des batteries	A – quand l'UPS recharge
<code>ups_bat_i_discharge</code>	Courant de décharge des batteries	A – quand l'UPS alimente sans réseau
<code>ups_bat_ah</code>	Capacité en ampère-heure disponible	Ah – état de santé de la batterie
<code>ups_byp_status</code>	Statut du mode bypass (court-circuit volontaire de l'UPS)	0 ou 1 – normal ou contournement



Exemples d'analyse que tu peux faire

- * Surcharge : `ups_load` > 80% → risque de défaillance.
- ⚡ Régulation efficace ? : comparer `ups_va_in` vs `ups_va_out`
- 🔋 Batterie en fonctionnement ? : si `ups_bat_i_discharge` > 0 et `ups_byp_status` = 0
- 🔄 Mode bypass ? : `ups_byp_status` = 1 → UPS contourné, à surveiller !
- 🔧 Déséquilibre de phase : si `ups_ia_out`, `ib_out`, `ic_out` ≠ équilibrés

L'UPS ne distribue pas directement l'énergie aux serveurs.

→ stabilise tension, régule fréquence et assure continuité

3. PDU Power Distribution Units

→ redistribue le courant localement (serveur, boîtes de stockage...)

Chaque PDU dispose de capteurs qui remontent des données en temps réel sur :

Colonne	Signification	Unité
pduX_i	Courant fourni par le PDU X	Ampères (A)
pduX_fp	Facteur de puissance du PDU X	Ratio (0 à 1)
pduX_kwh	Énergie totale consommée par le PDU X	Kilowatt-heure (kWh)

(où $X = 1 \text{ à } 8$, donc 8 PDUs distincts dans ton dataset)

🧠 À quoi ça sert ?

Analyse	Comment faire	À quoi ça sert
🔍 Détection de surcharge	Surveiller <code>pduX_i</code> → pics anormaux	Éviter surchauffe ou coupure locale
⚡ Efficacité locale	Analyser <code>pduX_fp</code> → s'il chute < 0.8	Indique de la consommation inefficace
📊 Suivi de consommation	Observer <code>pduX_kwh</code> jour après jour	Calcul de coûts énergétiques
⚖️ Répartition des charges	Comparer tous les <code>pduX_i</code>	Vérifier qu'un PDU ne travaille pas seul

4. Mesures de consommation d'énergie - Suivi temporel

- * Repérer des périodes de forte activité
- * Anticiper des hausses / baisses de charge
- * Optimisation énergétique et facturation précise

12 34 Types de mesures disponibles (met_kwh_*)

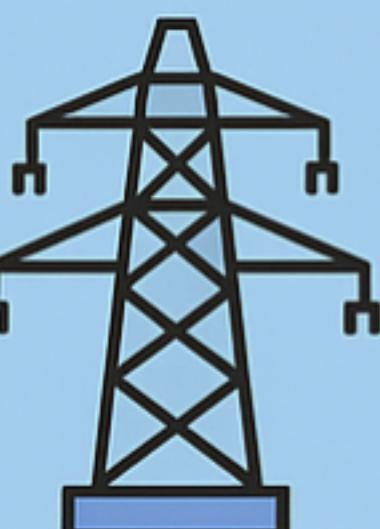
Dans ton dataset, tu as plusieurs colonnes de suivi d'énergie en kWh (kilowattheures), mesurées par des compteurs :

Colonne	Signification
<code>met_kwh_1</code> , <code>met_kwh_2</code>	Total d'énergie consommée (site 1 / site 2)
<code>met_kwh_month_1</code> , <code>met_kwh_month_2</code>	Énergie consommée ce mois-ci
<code>met_kwh_jan_1</code> → <code>met_kwh_dec_1</code>	Consommation mois par mois sur l'année
<code>met_kwh_y_1</code> , <code>met_kwh_y_2</code>	Total cumulé sur l'année actuelle
<code>met_kwh_1y_1</code> , <code>met_kwh_1y_2</code>	Total sur l'année précédente

À quoi ça sert ?

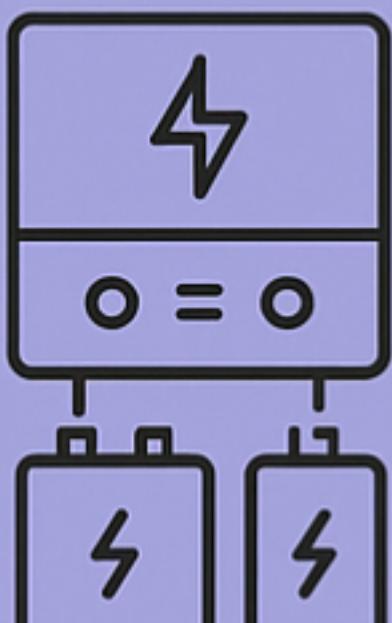
Utilisation	Variables concernées	Intérêt pratique
Repérer des pics saisonniers	met_kwh_jan_1 → met_kwh_dec_1	Identifier des périodes critiques
Détection d'optimisation	Comparer met_kwh_y_1 à met_kwh_1y_1	Évaluer les effets d'une amélioration
Évaluation des coûts	met_kwh_month_1 , pduX_kwh	Facturation ou analyse de budget énergie
Estimation de la charge globale	met_kwh_1 / 2	Vue macro de la demande énergétique

Electricity Flow and Variables in a Data Center



External Power Supply

- met_va_1 • voltage per phase
- met_ia_1 • current
- met_p_1 • active power
- met_kit_1 • power factor



Uninterruptible Power Supply (UPS)

- ups_va_in • output voltage
- ups_va_out • output current
- ups_ia_out • active power
- ups_pa • load level



Power Distribution Units (PDUs)

- pdu1_i • current
- pdu1_fp • power factor
- pdu1_kwh • energy consumed



Equipment

- met_kwh_jan_1 monthly consum.
- met_kwh_jan_1 annual
- met_kwh_y_1 consumption

SUGGESTIONS

☒ Stratégie intelligente = les deux !

But	Approche recommandée
Visualisation / Audit	<input checked="" type="checkbox"/> Séparer par étape
Nettoyage / Prétraitement	<input checked="" type="checkbox"/> Travailler par blocs
Modélisation causale / prédictive	<input checked="" type="checkbox"/> Ne pas séparer, ou relier via fusion
Clustering local	<input checked="" type="checkbox"/> Possible par étape

🧠 Suggestion pratique :

Tu peux créer 4 DataFrames logiques (ou tables) :

- `df_reseau` → `met_*`
- `df_ups` → `ups_*`
- `df_pdu` → `pdu*_i`, `pdu*_fp`, `pdu*_kwh`
- `df_conso` → `met_kwh_*`

Mais garde une version complète avec `data_hora` comme clé, pour les jointures entre blocs quand tu construiras tes modèles.