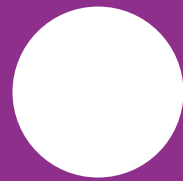


# La donnée de comptage



# Son parcours de sa fabrication à son utilisation

## Sommaire

- 1 • La donnée de comptage : usages et contraintes
- 2 • Fabriquer une donnée de comptage
- 3 • Manager les compteurs et gérer les données
- 4 • Exploiter et Maintenir en Condition Opérationnelle un parc de compteurs
- 5 • Réaliser les décomptes
- 6 • Publier les données
- 7 • Synthèse du système de comptage
- 8 • Des sujets à explorer



La donnée de comptage : usages et contraintes



---

---

# Un même réseau et deux systèmes complémentaires de mesure

Généralement, un réseau de transport d'électricité est équipé de **deux systèmes complémentaires de mesure** :

- L'un qui relève du **temps réel** → Les **télemesures** dont les données animent les écrans des dispatchings ou sur les SCADA,
- L'autre qui relève du **temps différé** → Les **compteurs** dont les données sont utilisées pour faire vivre les relations contractuelles entre les différents acteurs du réseau.

## Intrinsèquement :

- La donnée de télémessure restitue une valeur des grandeurs mesurées à un moment donné : elle donne une vue courante d'un système (ce qu'il se passe).
- La donnée de **comptage** est une **intégration des grandeurs mesurées** sur une période donnée : elle donne une vue différée (ce qu'il s'est passé).

## Les relations entre les acteurs :

- Par sa nature, la donnée de **comptage est généralement considérée comme une référence** vis-à-vis des acteurs d'un réseau électrique, elle est donc en priorité **utilisée dans les relations contractuelles**.

## Donnée de comptage : maîtriser sa précision

Dans la mesure où les données issues du comptage permettent de quantifier précisément l'ensemble des flux d'énergie d'un client sur le réseau, **la chaîne de comptage et son exploitation constituent un élément essentiel des relations d'affaires** (accès au réseau, accès au marché, évaluation des pertes, services d'équilibre...).

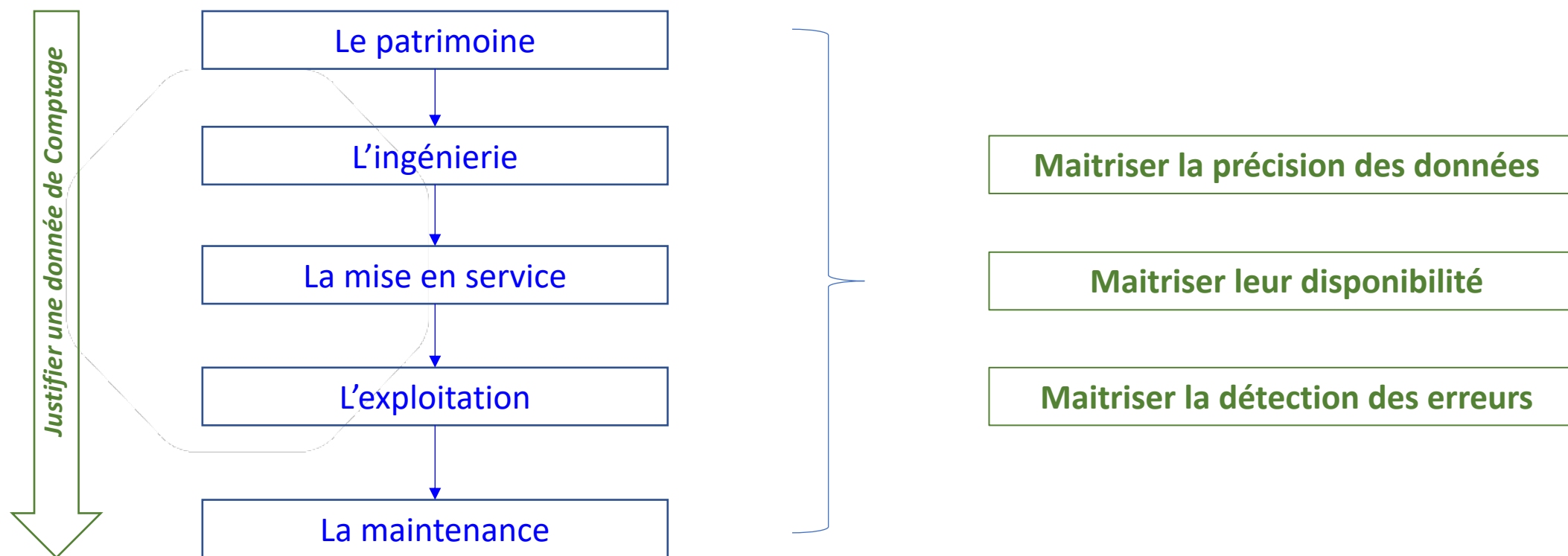
Pour apporter **la transparence** nécessaire à l'utilisation des données et **donner confiance** dans le fonctionnement du marché, **il est essentiel de maîtriser le sujet de la précision** des données qui sont issues d'une chaîne complexe :

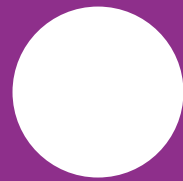


← Donnée de comptage →

# Donnée de comptage : maitriser son cycle de vie

Pour pouvoir justifier son utilisation, il faut assurer qu'on maitrise son cycle de vie → Processus auditable



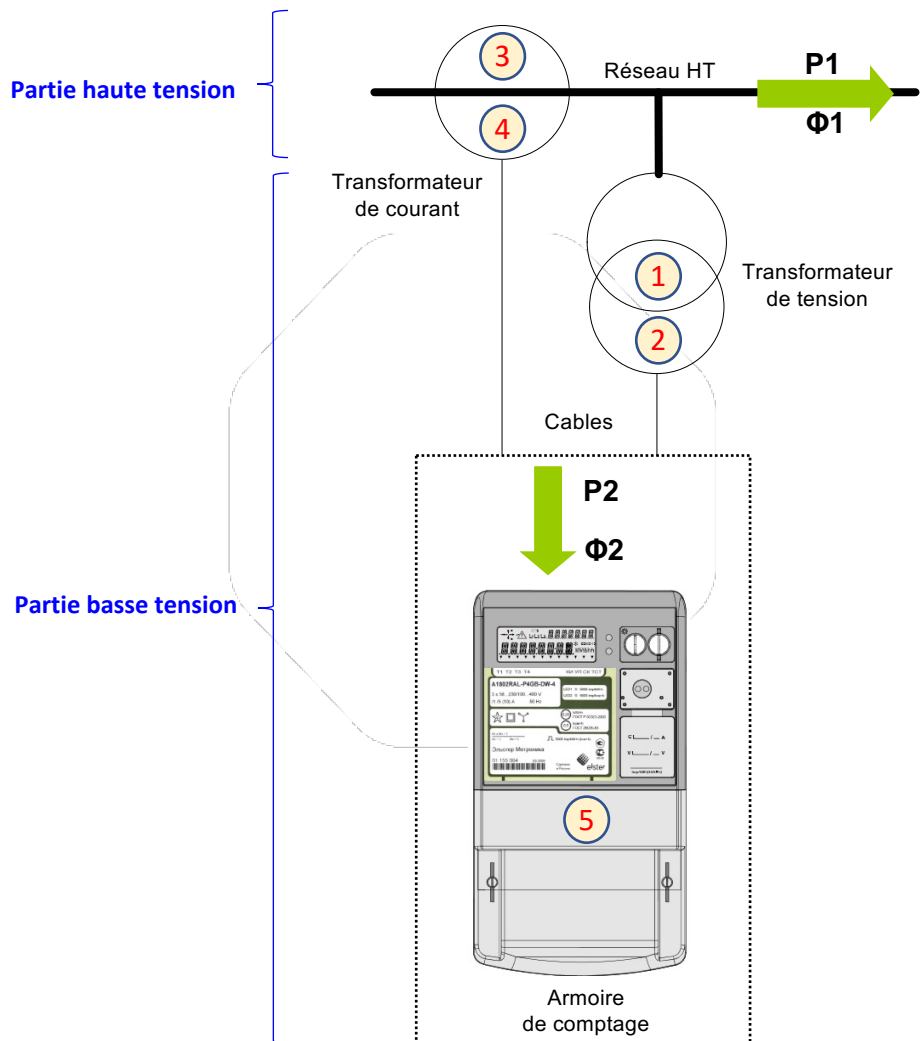


Fabriquer une donnée comptage



# La donnée de Comptage est issue d'une chaîne complexe

## Zoom sur la caractérisation de l'incertitude



- 1 Incertitude  $VT$  sur le rapport de transformation du réducteur de tension
- 2 Incertitude  $\Delta\Psi_{VT}$  sur la phase de la tension secondaire
- 3 Incertitude  $CT$  sur le rapport de transformation du réducteur de courant
- 4 Incertitude  $\Delta\Psi_{CT}$  sur la phase du courant secondaire
- 5 Incertitude  $M$  sur le compteur de mesure

Si on peut justifier la bonne utilisation de chacun des composants, on peut alors utiliser les limites d'erreurs mentionnées par les classes de précision pour caractériser l'incertitude de la chaîne complète.

$$\text{Incertainete globale} = \sqrt{(VT)^2 + (CT)^2 + (M)^2 + \tan^2(\phi_2) \cdot (\Delta\psi_{VT}^2 + \Delta\psi_{CT}^2)}$$

Exemple d'incertitude globale d'une chaîne de comptage

- $TT$  and  $TC$  classes 0,2 ( $VT=0.2$ ,  $\Delta\psi_{VT}=10'$ ,  $CT=0.2$ ,  $\Delta\psi_{CT}=10'$ )
- Classe du compteur 0,2S
- Incertitude globale  $\rightarrow \pm 0,48\%$

Maitriser chacun de ces points est essentiel pour aborder le délicat sujet de la précision et de la validité d'une donnée.

Un « CODE RESEAU » est la pierre angulaire de cette approche.



---

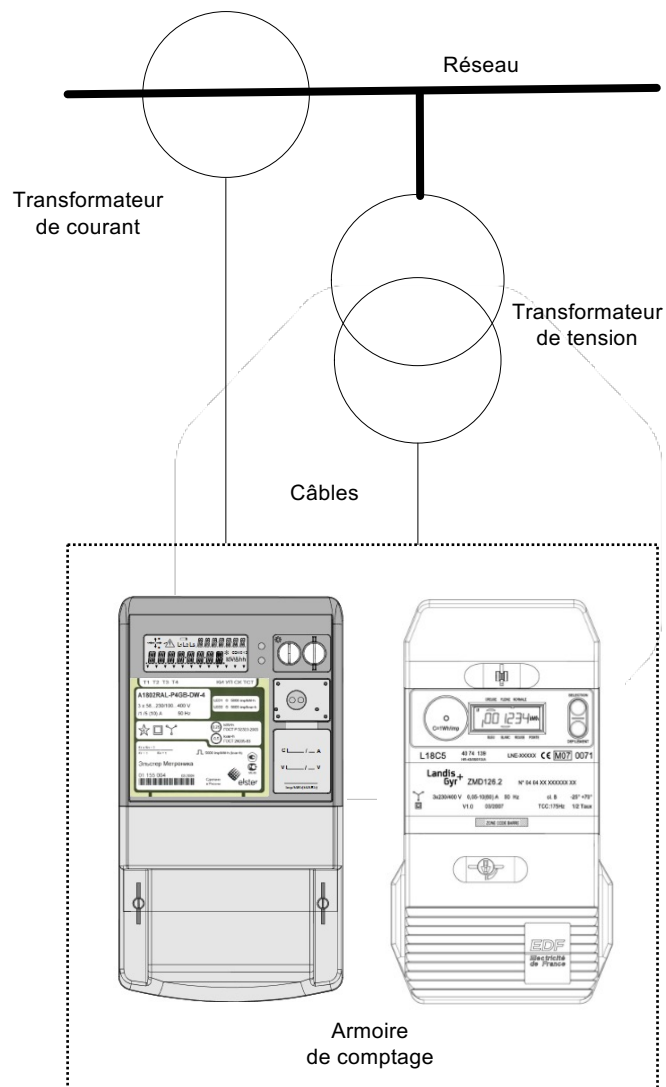
---

# L'ingénierie du point de comptage

## Les points clés d'un « code réseau » vis-à-vis des installations de comptage

- **Le partage de responsabilité entre le GRT et l'utilisateur de réseau de transport** : du choix, de la fourniture, de l'installation, de la mise en service et de la mise en exploitation des éléments du point de comptage incluant le gestion des scellés,
- **Le nombre et les caractéristiques des compteurs** : le nombre de quadrants et la classe de précision en actif et réactif, les périodes d'intégration des points des courbes de charge, les interfaces, les protocoles de communication et leurs accès,
- **Les moyens de synchronisation des compteurs**,
- **Les moyens d'alimentation auxiliaire** des compteurs (en privilégiant des sources autres que celles issues des tensions de mesure, cela permet de garder le compteur en service même en absence de tension de mesure).
- **Les caractéristiques des réducteurs de mesure** : normes de rattachement, rapport de transformation du transformateur de tension, rapport de transformation de transformateur de courant qui doit être en adéquation avec les transits à mesurer, les puissances nominales et les charges de précision des enroulements,
- **Les caractéristiques des câbles de liaison et les chutes de tension maximales** admissibles sur les circuits tension,
- **La localisation du point de comptage** : mesurer au plus proche du point frontière contractuel et si ce n'est pas le cas préciser les coefficients de pertes des ouvrages le séparant du point frontière. Les modalités des calculs qui permettent de ramener la mesure au point frontière doivent y être détaillées.

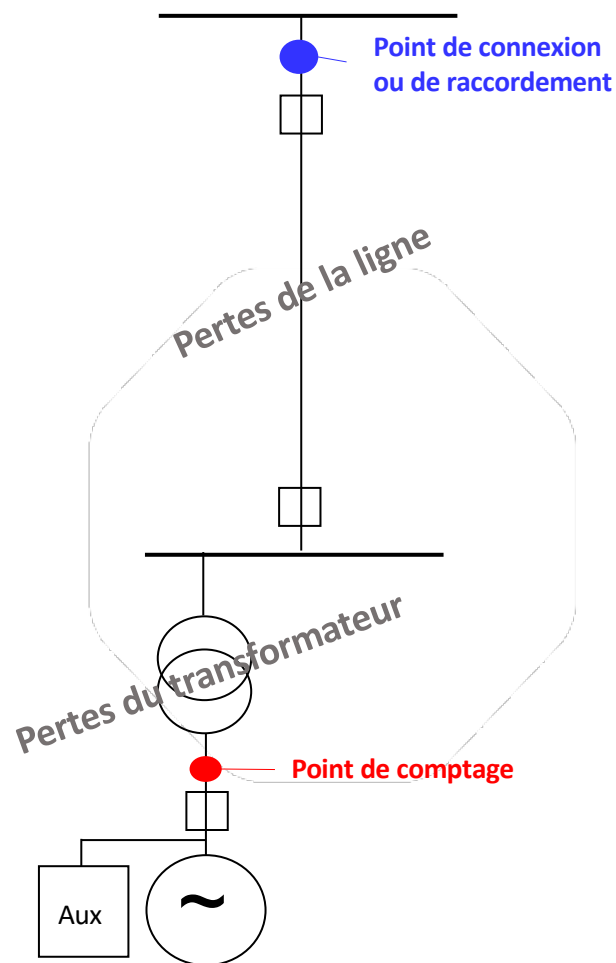
# FOCUS sur l'architecture de comptage redondée



Un point de comptage équipé de deux compteurs pour une même mesure est une architecture particulièrement efficace pour **détecter les erreurs de mesure** et **augmenter l'efficacité de la maintenance**:

- Elle **sécurise et augmente** la disponibilité des données,
- Elle **permet le contrôle métrologique** à distance (comparaison des données entre les deux compteurs),
- Elle **permet d'optimiser la maintenance** (le contrôle des données télérelevées sur les deux compteurs peut se substituer à des opérations de vérification sur site).

## FOCUS sur la localisation du point de comptage

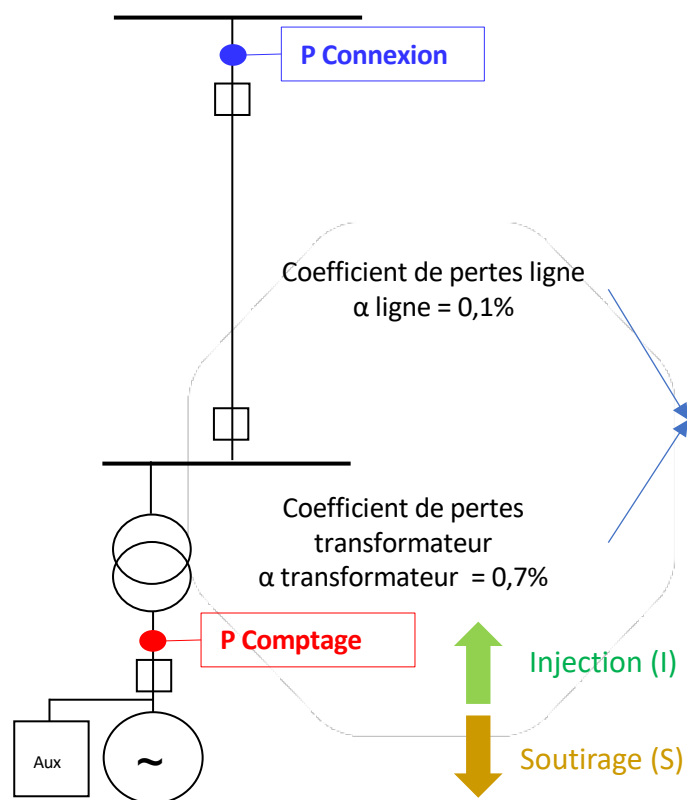


La localisation du point de comptage est un élément essentiel de l'étude d'ingénierie qui doit s'assurer que les données produites couvrent bien les besoins contractuels.

Il arrive que les structures de réseaux ne permettent pas une utilisation directe des données et que celles-ci doivent faire l'objet d'une correction.

Exemple d'un point de connexion (ou de raccordement) qui n'est pas conjugué avec le point de comptage → pour pouvoir être utilisées, les données des compteurs doivent être corrigées des pertes que dissipent les ouvrages entre les deux points.

## Exemple de correction des pertes sur les données



Coefficient de pertes Total  
 $\alpha_{\text{Total}} = \alpha_{\text{Ligne}} + \alpha_{\text{transformateur}}$   
 $= 0,8\%$

Si l'installation fonctionne en injection (I), le comptage mesure plus que l'énergie réellement injectée au point de connexion contractuel.

Correction :

$$P_{\text{Connexion}} = (1 - 0,008) P_{\text{Mesurée}} = \mathbf{0,992 P_{\text{Mesurée}}}$$

$$\text{Coeff. De pertes en } \beta_{\text{Injection}} = (1 - 0,008) = \mathbf{0,992}$$

\*\*\*\*

Si l'installation fonctionne en soutirage (S), le comptage mesure moins que l'énergie réellement soutirée au point de connexion contractuel.

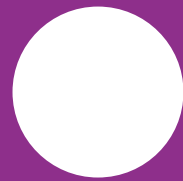
Correction :

$$P_{\text{Connexion}} = (1 + 0,008) P_{\text{Mesurée}} = \mathbf{1,008 P_{\text{Mesurée}}}$$

$$\beta_{\text{Soutirage}} = (1 + 0,008) = \mathbf{1,008}$$

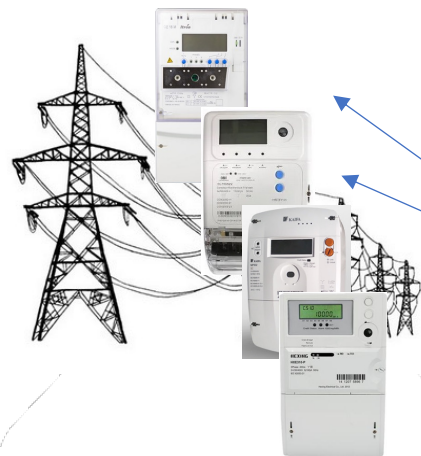
On perçoit bien ici l'intérêt d'une étude d'ingénierie qui localise précisément ces points et d'un code réseau qui détaille ces différents coefficients.

L'ensemble concourt à la rédaction de contrats solides techniquement afin que les données de comptage ne soient pas remises en cause.



Manager les compteurs  
Gérer les données

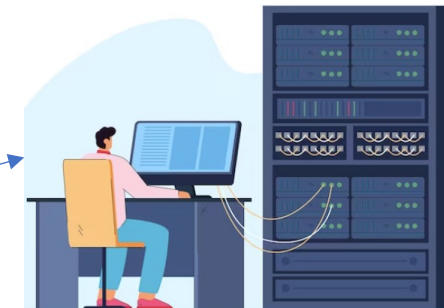
# Advance Metering Infrastructure (AMI)



Parc de compteurs



*Des supports de communication variés*



Manager le parc et gérer l'information

**AMI**

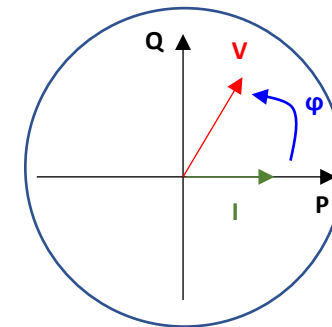
*un levier du SMART GRID*

# Les compteurs

L'ouverture des marchés a créé de nouveaux besoins :

- **Compteurs intelligents** proposant une mesure très précise et détaillée des grandeurs du réseau,
- **Les multiples fonctions embarquées** permettent de mieux connaître la nature et les postes de consommation,
- De nombreuses **fonctions de traitement et de contrôle des grandeurs** peuvent être embarquées
- **Compteurs communicants** (en temps réel ou en temps différé) pour transmettre les données qu'ils fabriquent,
- Les compteurs intelligents sont un **levier de la transformation** des réseaux électriques **en réseaux intelligents** (Smart Grid),
- Les compteurs intelligents ouvrent la porte à **facturation en temps réel et aux actions sur la courbe de charge**,
- **Beaucoup d'offres** de compteurs **sur le marché** ...

Le compteur est désormais **une vraie centrale de mesure très précise.**



**Données disponibles sous divers formats** : courbes de charge (puissance et/ou énergie), d'index, pouvant être ventilées dans des fonctions tarifaires (nuit, pointe, jour...).

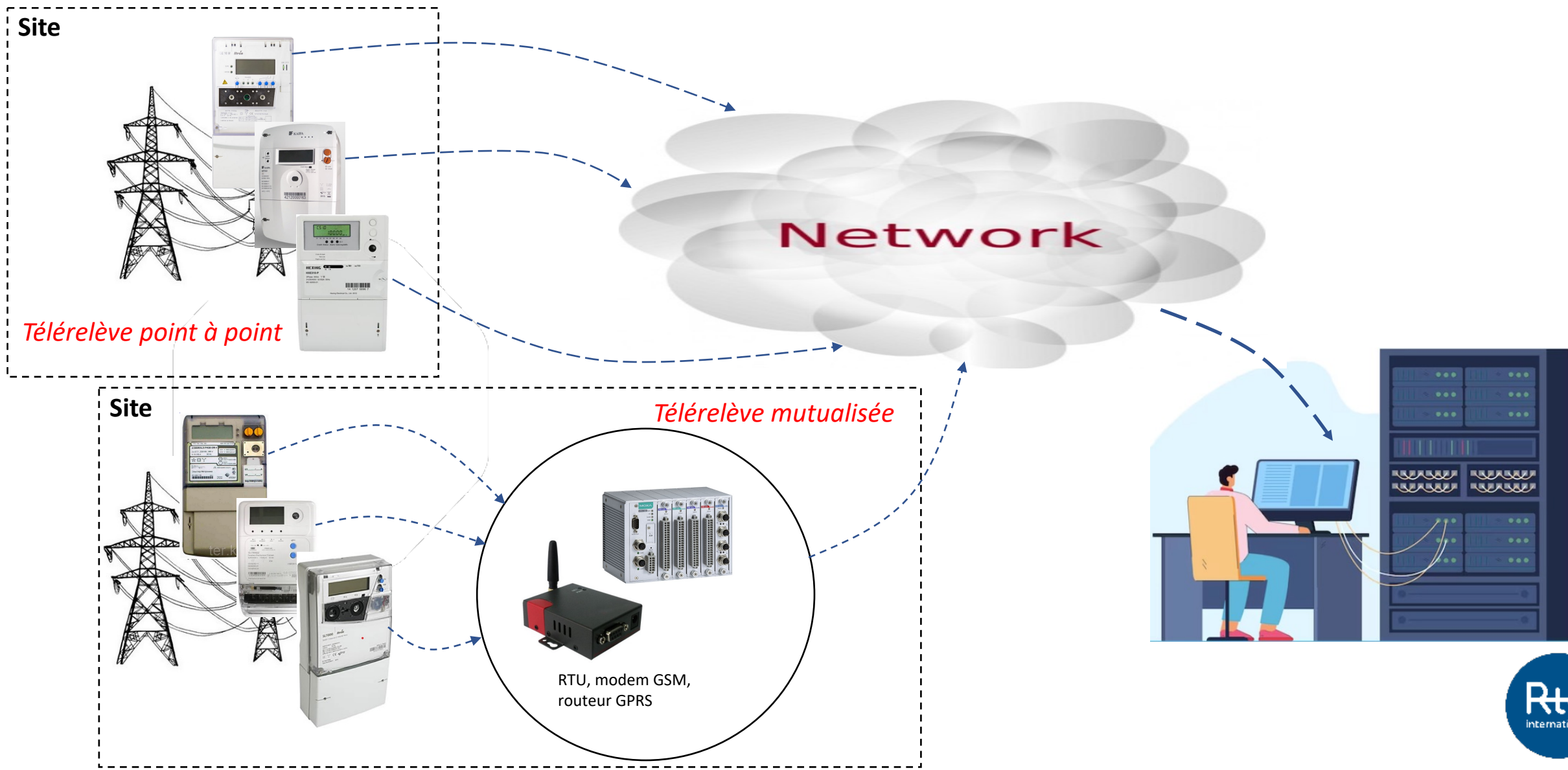
**Détection des données erronées** : inversion de courant, absence de tension, inversion de phases, déséquilibre de tension, ouverture des couvercles et cache-bornes, et bien d'autres selon les modèles...

**De nombreux protocoles de communication** : depuis la simple transmission via un système d'impulsions jusqu'à des protocoles numériques ANSI, RS232/485, MODBUS, **DLMS/COSEM**.

**Nombreux fournisseurs** : Asie, Etats-Unis, Europe, Russie....



# Des architectures de sites variées





# Réseaux de télécommunication : des supports variés

## 1 - Fibre optique

*Hautes performances en termes de transfert de données à haut débit,*

*Insensible aux perturbations électriques pouvant généralement affecter les postes électriques*

*Lorsque la Fibre Optique est disponible c'est le **moyen de transmission à privilégier** pour la télérelève des comptages.*

## 2 - GPRS

*(General Packet Radio Service)*

*Technologie de transfert de données à haut débit sans fil, basée sur le protocole IP (Internet Protocol).*

***Rapide et performant** : le débit de transmission sur le réseau GPRS est largement supérieur à celui du GSM ou du RTC. Il est alors possible de transmettre beaucoup de données très rapidement.*

***Economique** : Seule la quantité de données réellement échangée est facturée, et non plus la durée de communication comme avec le GSM.*

*Sa tarification au volume permet d'établir des forfaits de consommation et de mettre les opérateurs en concurrence.*

## 3 - GSM

*(Global System for Mobile)*

*Technologie dite 2G mais auquel se substitue dorénavant le GPRS 2,5G, 3G, 4G, et 5G.*

*Tarifification au temps de communication.*

***Il reste utile sur les zones où les taux de couverture des réseaux GPRS est insuffisant.***

## 4 - CPL

*(Courant Porteur ligne)*

*Peu coûteux.*

*Il est utilisé par de nombreuses compagnies de distribution car il **reste compatible avec les faibles volumes de données** qu'elles ont à transmettre (essentiellement des index).*

*Peu utilisé sur les réseaux de transport (éventuellement pour les systèmes de secours ou les systèmes peu complexes) à cause **du débit très limité** qui est incompatible avec des applications qui demandent des transferts importants de données comme les courbes de charges.*

***Système extrêmement sensible aux opérations de maintenance.** Il est fréquent que les lignes haute tension soient mises à la terre de part et d'autre de la zone de travail ce qui perturbe complètement les signaux CPL.*

## 5 - RTC

*(Réseau Téléphonique commuté)*

*Ce service est encore proposé par les opérateurs de téléphonie fixe mais en voie de disparition.*

***Cette technologie propose des débits faibles.***

***Elle devient de plus en plus difficile à maintenir** car les fournisseurs ne fabriquent ou ne fabriqueront bientôt plus les équipements nécessaires au fonctionnement de ces réseaux.*

***Les coûts de maintenance deviennent trop élevés** et à court terme les fournisseurs ne garantiront plus une qualité suffisante de ce service.*

---

# Management des compteurs et gestion de l'information

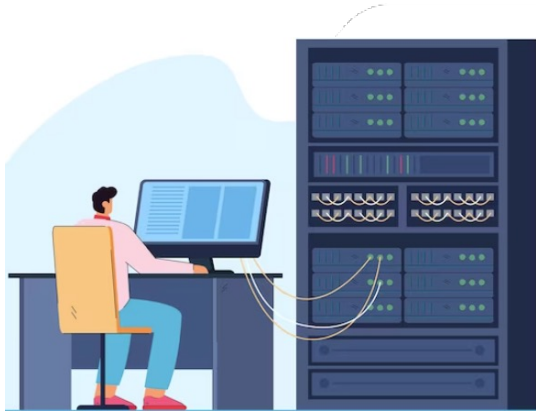
Les fournisseurs de compteurs proposent des solutions intégrées (compteurs et applications de management). Elles sont plus ou moins ouvertes à d'autres fournisseurs ce qui pousse **certain GRT à développer leurs propres solutions** pour garder la main sur les architectures, les protocoles et les conditions de fourniture.

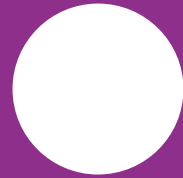
## Fonctionnalités principales :

- Configuration des compteurs,
- Chargement des calendriers compteurs et des options tarifaires,
- Collecte des données des compteurs (requête en temps réel ou temps différé),
- Détection des problèmes de mesure et de données erronées,
- Modules d'expertise des grandeurs du réseau électrique,
- Module de gestion des pannes,
- Synchronisation des compteurs,
- Etc...

## Eventuellement ...

- *Mise en forme et traitement de données,*
- *Facturation.*





Exploiter et maintenir en condition opérationnelle  
le système de comptage

# Valider les données – Détecter les données erronées

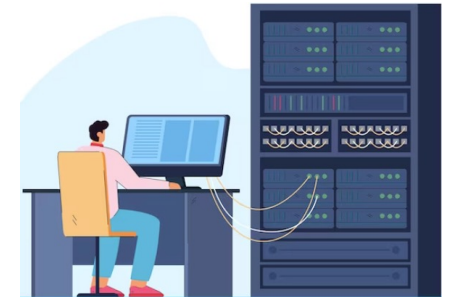
## Fonctions embarquées dans les compteurs:

Les « mots d'état » caractérisent les données avec un marquage : inversion de courant, absence de tension, inversion de phases, déséquilibre de tension, ouverture des couvercles et cache-bornes, et bien d'autres selon les modèles...



## Fonctions de monitoring embarquées dans le système de management :

Analyse et mise en forme des mots d'état pour faciliter le travail du gestionnaire de données



## Fonctions de monitoring complémentaires :

Elles sont en général développées par les GRT.

Elles sont destinées aux gestionnaires des données et permettent de mettre en évidence des séquences qui méritent d'être analysées et consolidées telles que données absentes ou données à zéro.

Elles sont aussi utilisées pour mettre en forme le contrôle de la redondance et parfois la comparaison avec les télémesures.



# Focus sur le monitoring complémentaire

Indices pertinents de pannes

Causes possibles

Valider en connaissance de cause

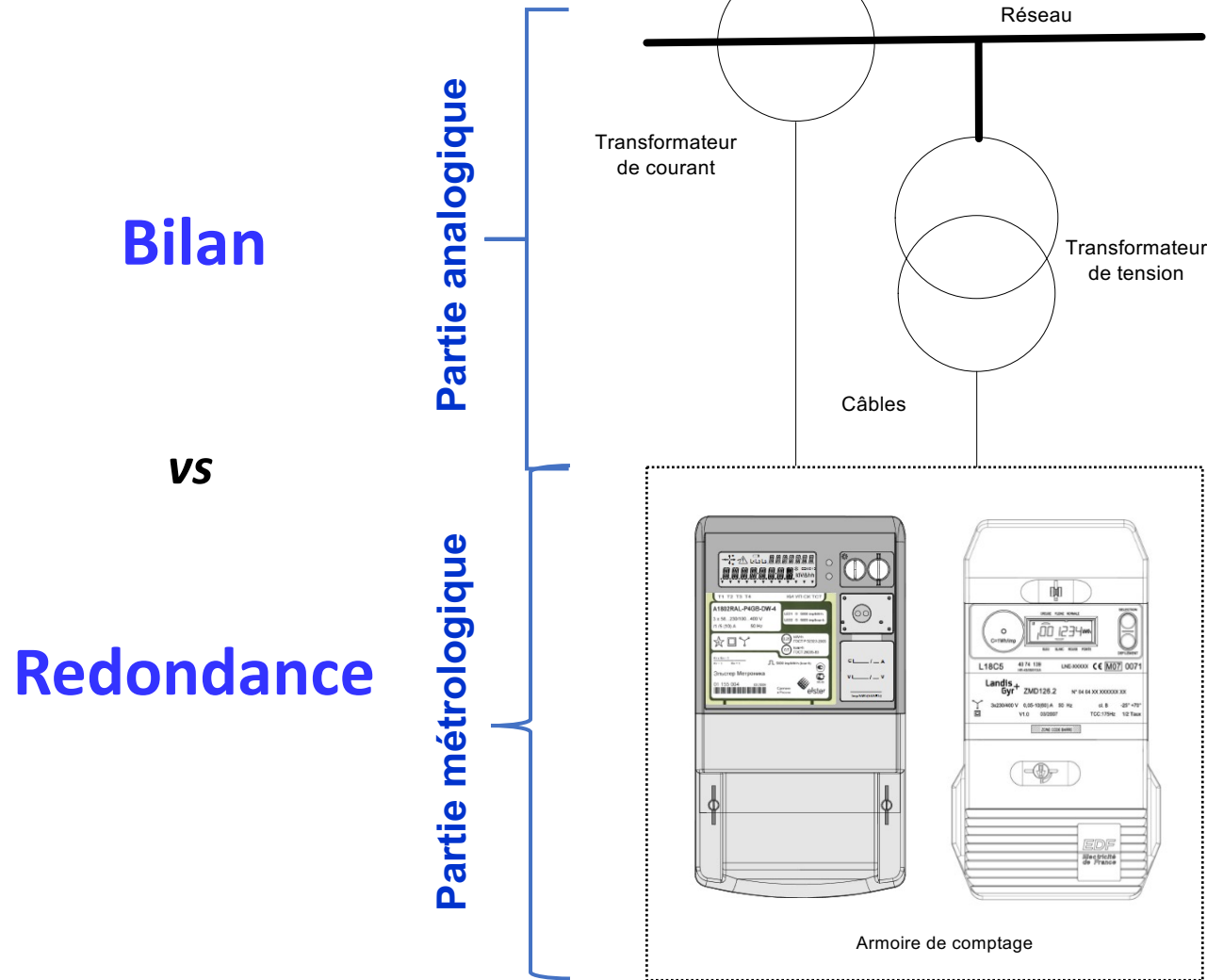
- Périodes avec **Absence totale de Données**
- Périodes avec des **Données Nulles**
- Périodes avec des **Ecarts importants de Redondance**

- Echec de télérelève et problèmes de transmission,
- Panne de compteurs,
- Incident sur le réseau électrique,
- Périodes de consignation,
- Interventions non maîtrisées sur la partie analogique des comptages,
- Partie analogique : Ouverture des circuits tension,
- Partie analogique : Mise en court-circuit des courants ...

**Autant d'explications à fournir pour que les données ne soient pas remises en cause par le marché**



# Expertise complémentaire

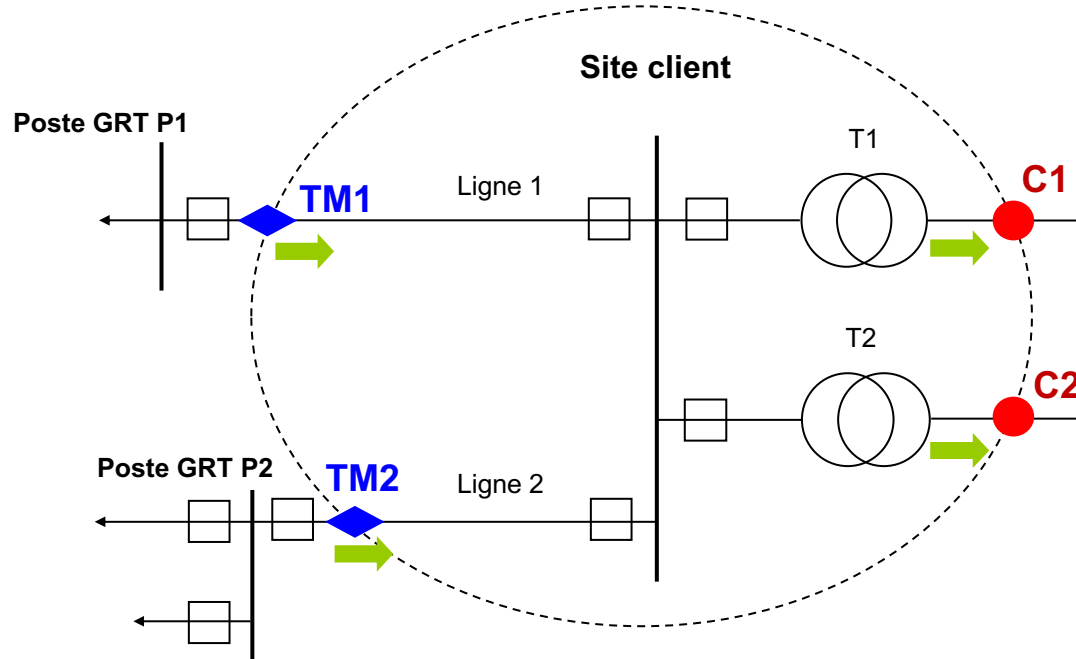


Le principe de la redondance permet un contrôle métrologique des compteurs mais ne permet pas un contrôle des réducteurs de mesure :

→ Intérêt du bilan

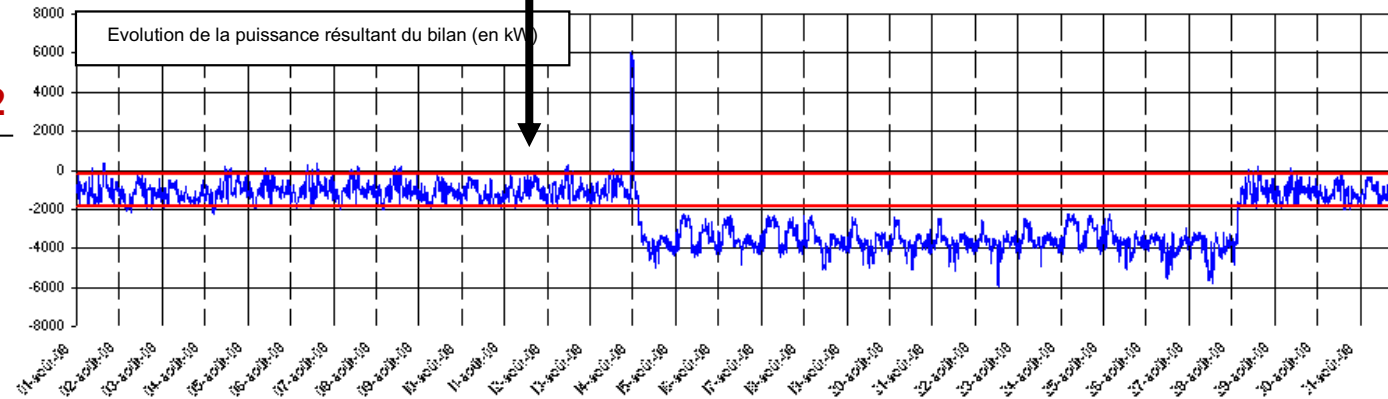
# Focus sur le bilan

Application du théorème de BOUCHEROT :



« n » Télémessures « q » Comptages

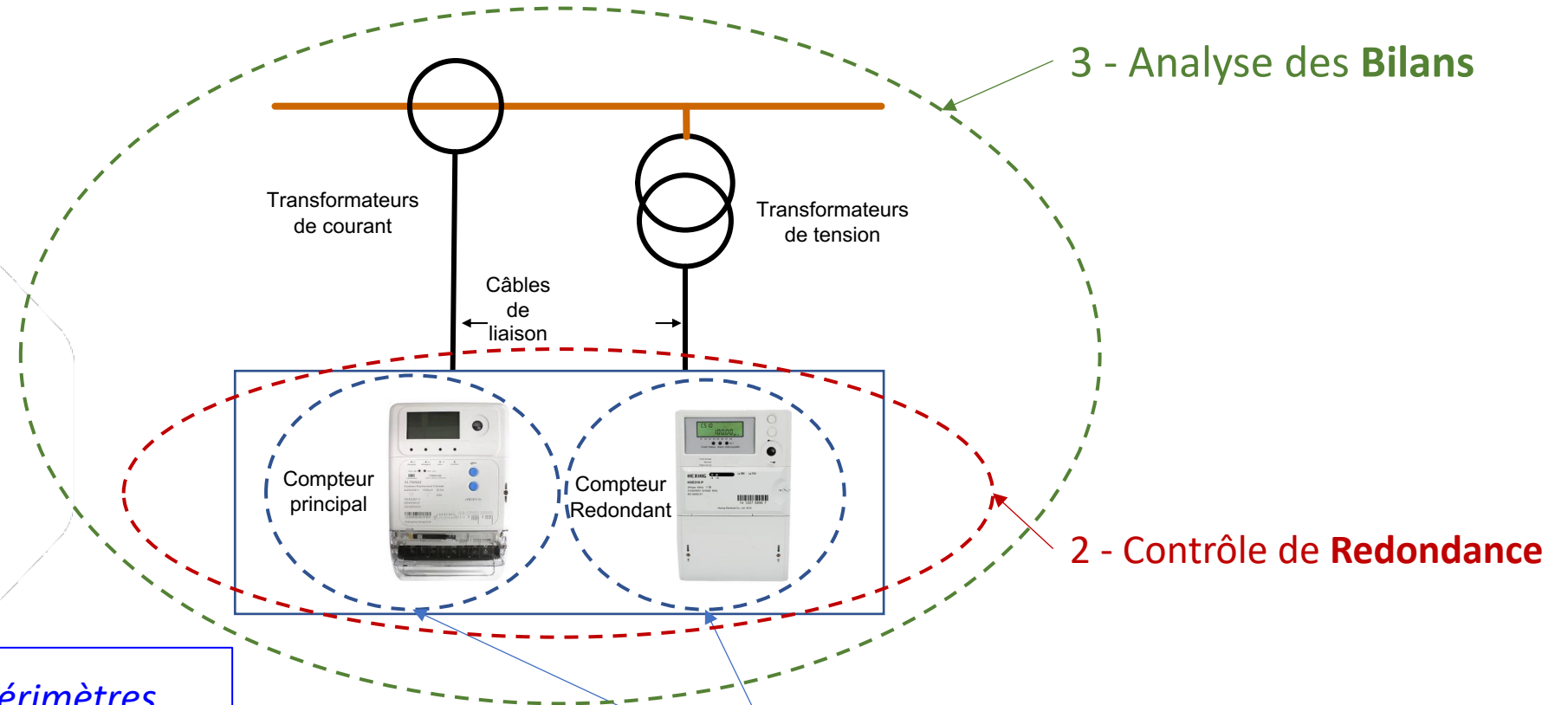
$$\text{Bilan} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot P_i + \sum_{j=1}^q \alpha_j \cdot P_j$$



Chaque bilan possède sa propre signature qui dépend des pertes actives sur la partie de réseau observée et de la précision des mesures qui entrent dans la composition du bilan.

Si on observe une excursion du signal en dehors de la signature, il y a présomption d'anomalie sur une des mesures qui participent au bilan.

# Synthèse des moyens de détection des données erronées



*Des moyens divers avec des périmètres différents d'observation très complémentaires les uns des autres*

**1 – Analyse des Mots d'état des compteurs et des Courbes de charge**

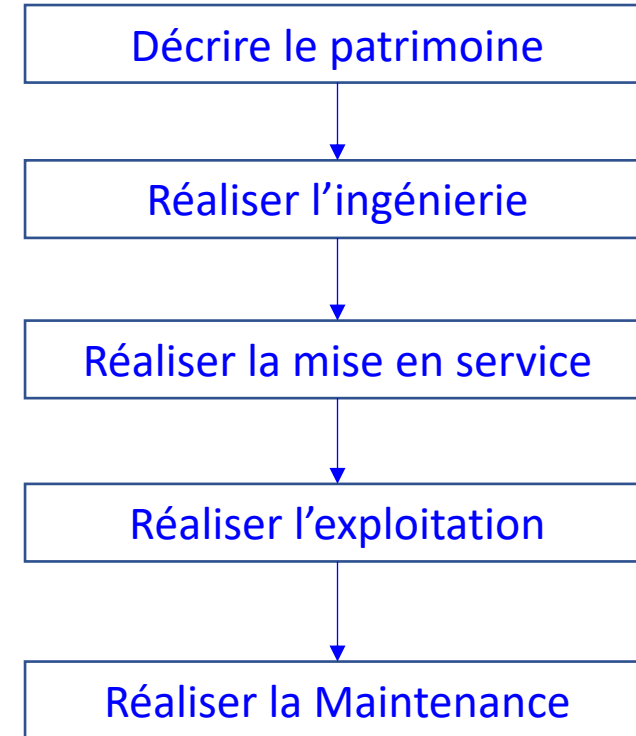


# Transparence et égalité de traitement

Des **procédures spécifiques** permettent de guider les acteurs dans la réalisation de ces activités, elles sont aussi **déterminantes pour donner confiance** aux acteurs dans le fonctionnement du marché :

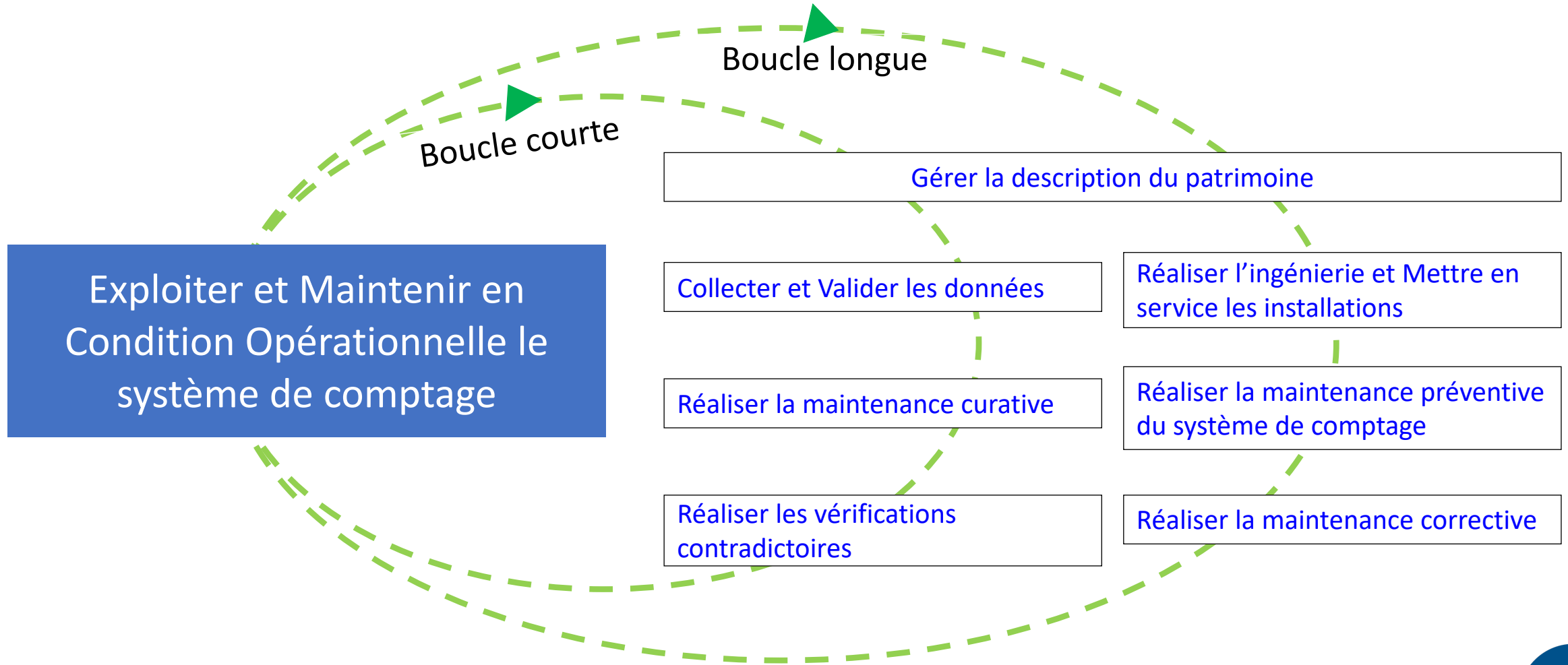
- Elles aident à **justifier la transparence**,
- Elles aident à **justifier l'égalité de traitement**.

*Les procédures apportent des **garanties de non-discrimination** avec des **processus transparents et auditable**s.*



Justifier une donnée de Comptage

# CYCLES D'EXPLOITATION ET DE MCO

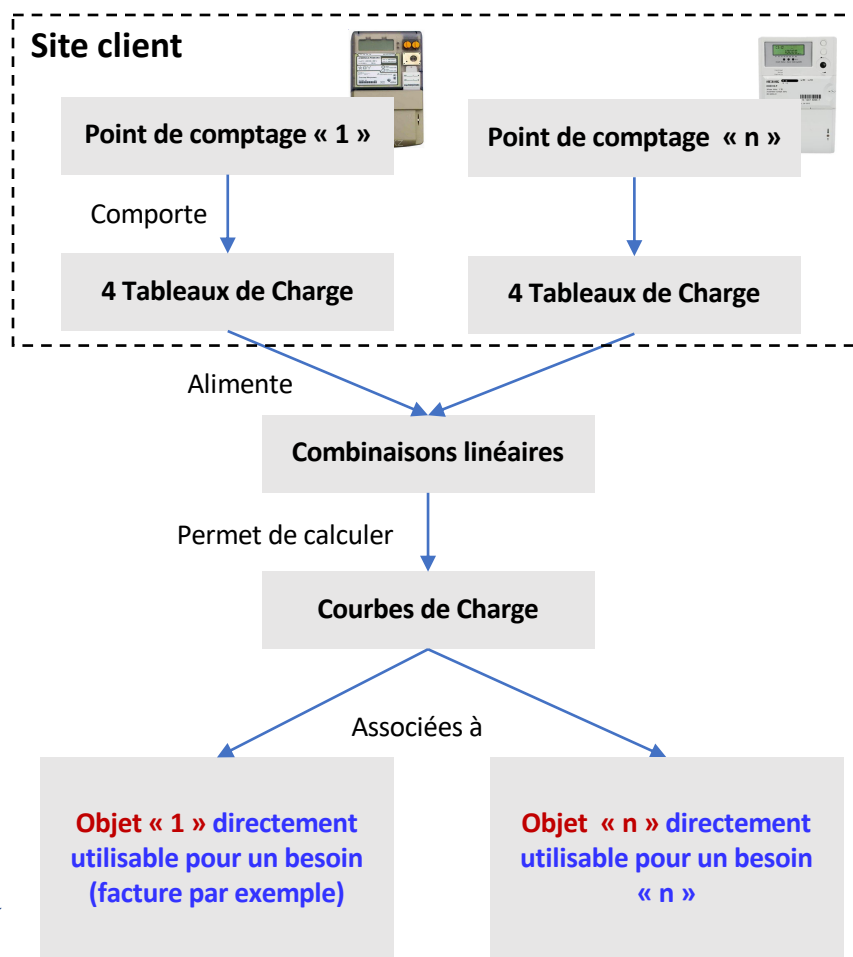




Réaliser les Décomptes



# Réaliser les décomptes

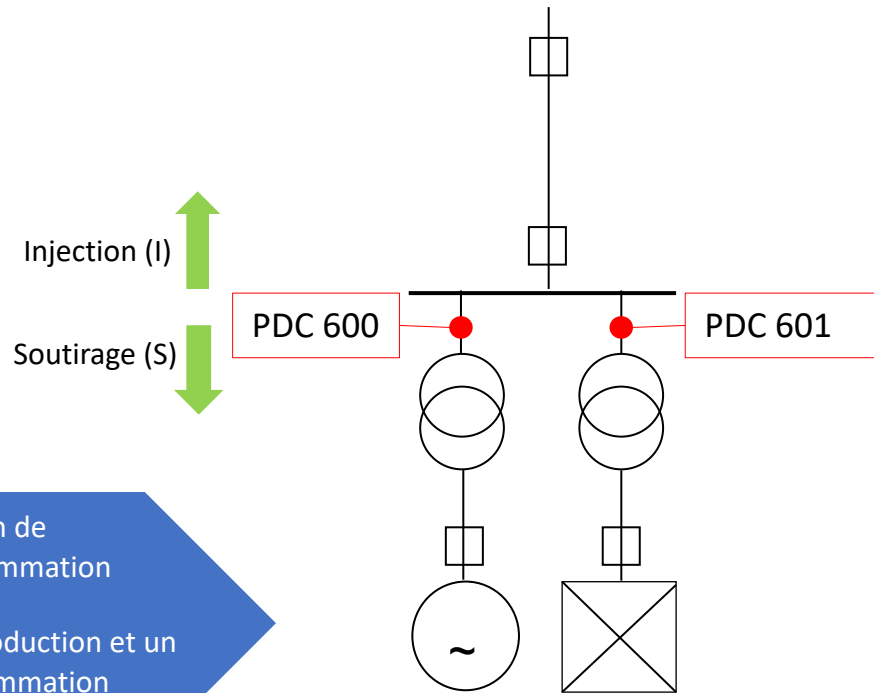


Il s'agit de :

- Agréger les données de comptage à la maille d'un ou plusieurs sites,
- Agréger des données à la maille d'un client pour facturer (entre autres) :
  - ✓ L'accès au réseau,
  - ✓ Les services système (déséquilibres, réactif...).
- Fournir des données directement utilisables dans les relations d'affaires entre les producteurs et les consommateurs,
- Réaliser et monitorer le calcul des pertes, etc...

Réaliser les décomptes, c'est mettre en forme les données pour qu'elles soient directement utilisables pour chaque type de besoin.

# Un exemple concret de décompte



Site équipé d'un moyen de production avec consommation d'auxiliaires.  
Un comptage sur la production et un comptage sur la consommation d'auxiliaires

## Courbe Objet1 :

*Le soutirage est exprimé positivement*

$$S \text{ actif} = (S \text{ PDC600} - I \text{ PDC600}) + (S \text{ PDC601} - I \text{ PDC601})$$

$$S \text{ Réactif} = (S \text{ PDC600} - I \text{ PDC600}) + (S \text{ PDC601} - I \text{ PDC601})$$

## Courbe Objet 2 :

*L'injection est exprimée positivement*

$$I \text{ actif} = (I \text{ PDC600} - S \text{ PDC600}) + (I \text{ PDC601} - S \text{ PDC601})$$

$$I \text{ Réactif} = (I \text{ PDC600} - S \text{ PDC600}) + (I \text{ PDC601} - S \text{ PDC601})$$

## Courbes Objets 3 et 3bis :

*Deux courbes, l'une de Consommation « C », l'autre de Production « P » exprimées toutes deux en valeurs positives (ici on tient compte d'un foisonnement des valeurs mesurées).*

$$GB = (S \text{ PDC600} - I \text{ PDC600}) + (S \text{ PDC601} - I \text{ PDC601})$$

Si  $GB \geq 0$  alors  $C = GB$ ,  $P = 0$

Si  $GB < 0$  alors  $C = 0$ ,  $P = |GB|$

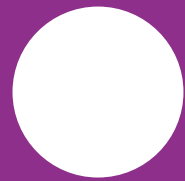
*Nota : Pas de calcul en réactif*

## Courbes Objets 4 et 4bis :

*Idem objets 3 et 3bis mais sans tenir compte d'un foisonnement des valeurs mesurées*

$$C = S \text{ PDC600} + S \text{ PDC601}$$

$$P = I \text{ PDC600} + I \text{ PDC601}$$



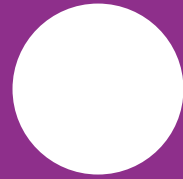
Publier les données



## Exposer/Publier les données : un outil de la transparence

Espace CLIENT (extranet)	<u>Les éléments de contrat du client :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Les données patrimoniales ;</li><li>• Les courbes de charge ;</li><li>• Les factures ;</li><li>• Les informations d'exploitation (incidents réseau...), ...</li></ul>
Espace PUBLIC (extranet)	<u>Informations à disposition du public :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Les conditions générales des contrats,</li><li>• Les procédures d'application,</li><li>• Les formulaires d'échange d'information,</li><li>• Les tarifs en vigueur, ...</li></ul>
Espace REGULATION (extranet)	<u>Collecte et partage d'informations issues des différentes directions du GRT :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Suivi des événements et informations clients,</li><li>• Réclamations et sollicitations des clients,</li><li>• Dossier de description du patrimoine client...</li></ul>
Espace GRT (intranet)	<u>Textes officiels :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Code réseau, documents institutionnels,</li><li>• Règles de marché, dispositions tarifaires,</li><li>• Les règles des services système (équilibre offre/demande, écart...), ...</li></ul>

**Services  
« WEB »**

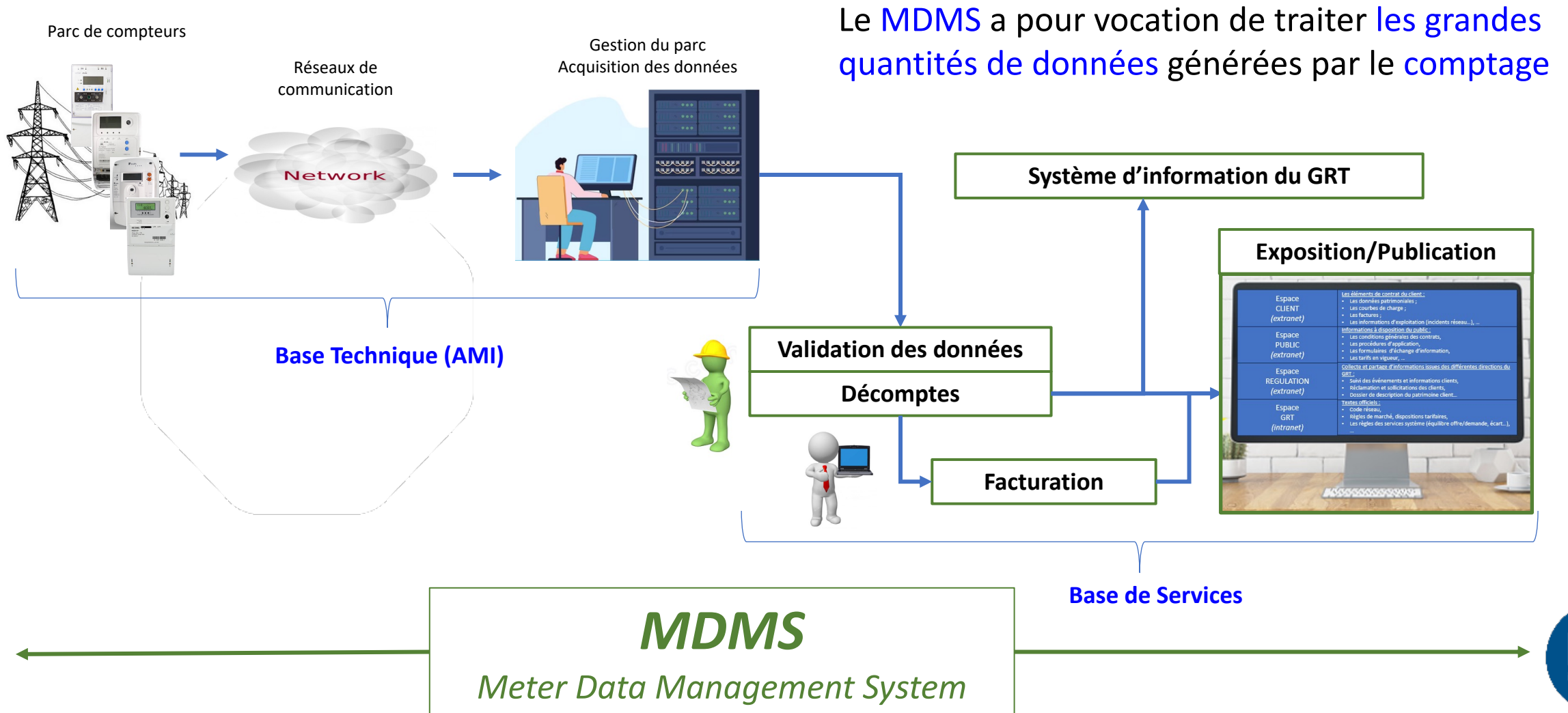


# Synthèse du système de comptage



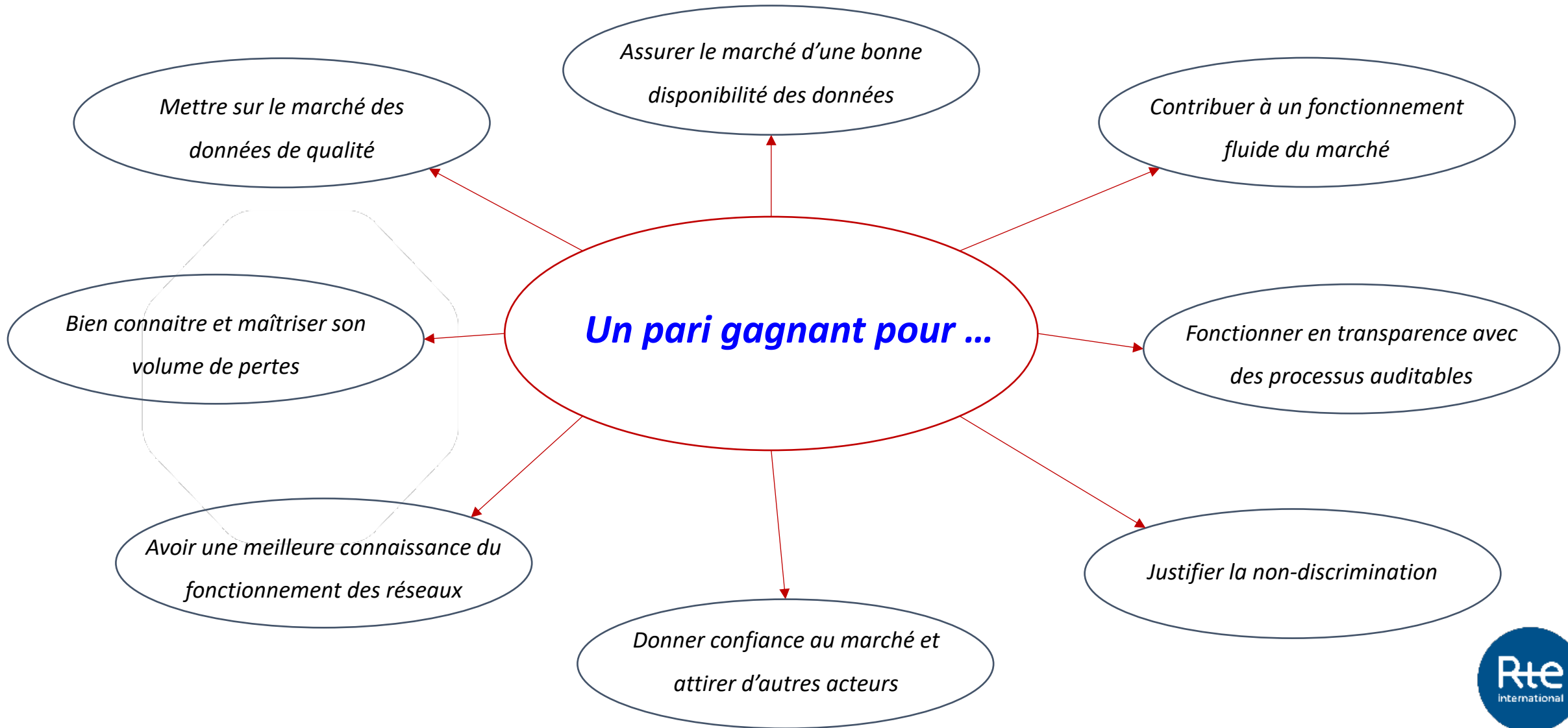


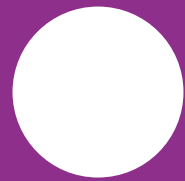
# MDMS : une structure pour faire face à la volumétrie des données



Exposition/Publication	
Espace CLIENT (extranet)	<b>Les éléments de contrat du client :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les données patrimoniales ;</li> <li>Les courbes de charge ;</li> <li>Les factures ;</li> <li>Les informations d'exploitation (incidents réseau, ...)</li> </ul>
Espace PUBLIC (extranet)	<b>Informations à disposition du public :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les conditions générales des contrats,</li> <li>Les procédures d'application,</li> <li>Les formulaires d'échange d'information,</li> <li>Les tarifs en vigueur, ...</li> </ul>
Espace REGULATION (extranet)	<b>Objets et partage d'informations issues des différentes directions du GRT :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi des événements et informations clients,</li> <li>Radiation et sollicitations des clients,</li> <li>Dossier de description du patrimoine Client...</li> </ul>
Espace GRT (intranet)	<b>Textes officiels :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Code Réseau,</li> <li>Règles de marché, dispositions tarifaires,</li> <li>Les Règles des services système (équilibre offre/demande, écart...),</li> <li>...</li> </ul>

# Maitriser son comptage

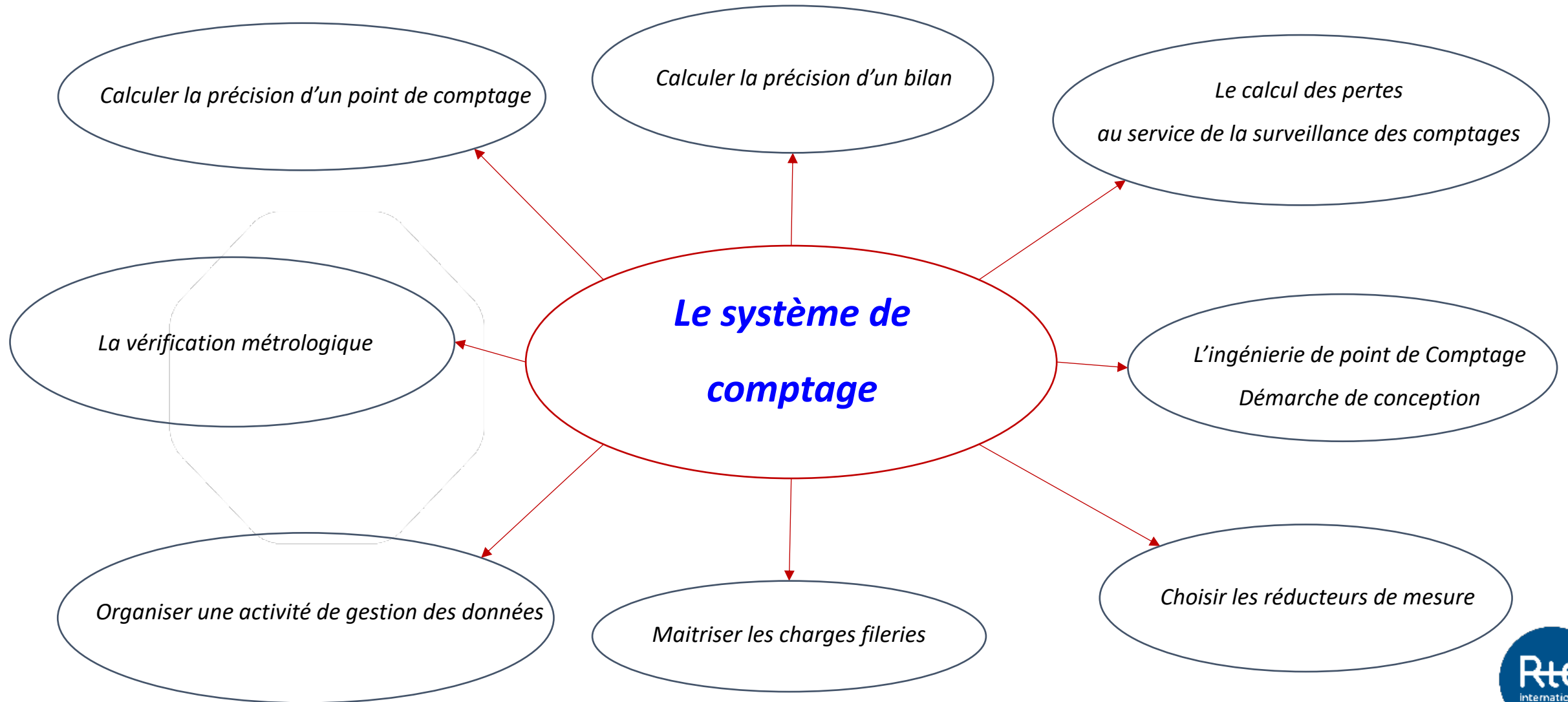


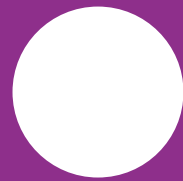


Des sujets à explorer



## Pour aller plus loin ...





Merci de votre attention !

