

# FORMATION BÂTIMENT DURABLE

GESTION DE L'ÉNERGIE :  
RESPONSABLE ÉNERGIE

PRINTEMPS 2022

**Démarche PLAGE : les variables prises en compte dans  
le protocole IPMVP du « PLAGE » réglementaire**

Sven WUYTS – Factor4



bruxelles  
environnement  
leefmilieu  
brussel  
.brussels



Sven Wuyts

+32 475 37 03 08  
sven.wuyts@factor4.eu  
www.factor4.eu

Lange Winkelhaakstraat 26  
2060 Antwerp (Belgium)

## ÉQUIPE DE RÉVISION

- Kristof Descheemaeker
- Sven Wuyts
- Luc Welfringer
- Ophélie Gemond
- Hervé Delporte
- Jean-Benoit Verbeke





- ⇒ **Vous connaissez les grandes lignes d'un projet PLAGE**
- ⇒ **Vous connaissez la terminologie relative à la mesure et à la vérification des économies d'énergie**
- ⇒ **Vous avez une vue d'ensemble des exigences en matière de mesure et de vérification d'un projet PLAGE.**
- ⇒ **Vous pouvez évaluer les données, les variables et les facteurs qui sont pertinents et doivent être enregistrés.**



**PLAGE**

**M&V - IPMVP - CMVP – PMVA - PMVE**

**MÉTHODES POUR LES MESURES ET LES VÉRIFICATIONS D'UN  
PLAGE**

**VARIABLES ET FACTEURS**

**Q&A**



## Plan Local d'Actions pour la Gestion Énergétique

- ▶ Gestionnaires de grands bâtiments
- ▶ Objectif pour les économies d'énergie
- ▶ Entreprendre une action
- ▶ Prouver le respect des objectifs



## Informations générales



- ▶ <https://leefmilieu.brussels/content/plage-reglementering-tools>
- ▶ <https://environnement.brussels/content/reglementation-plage-outils>



# GRAND PARC IMMOBILIER?

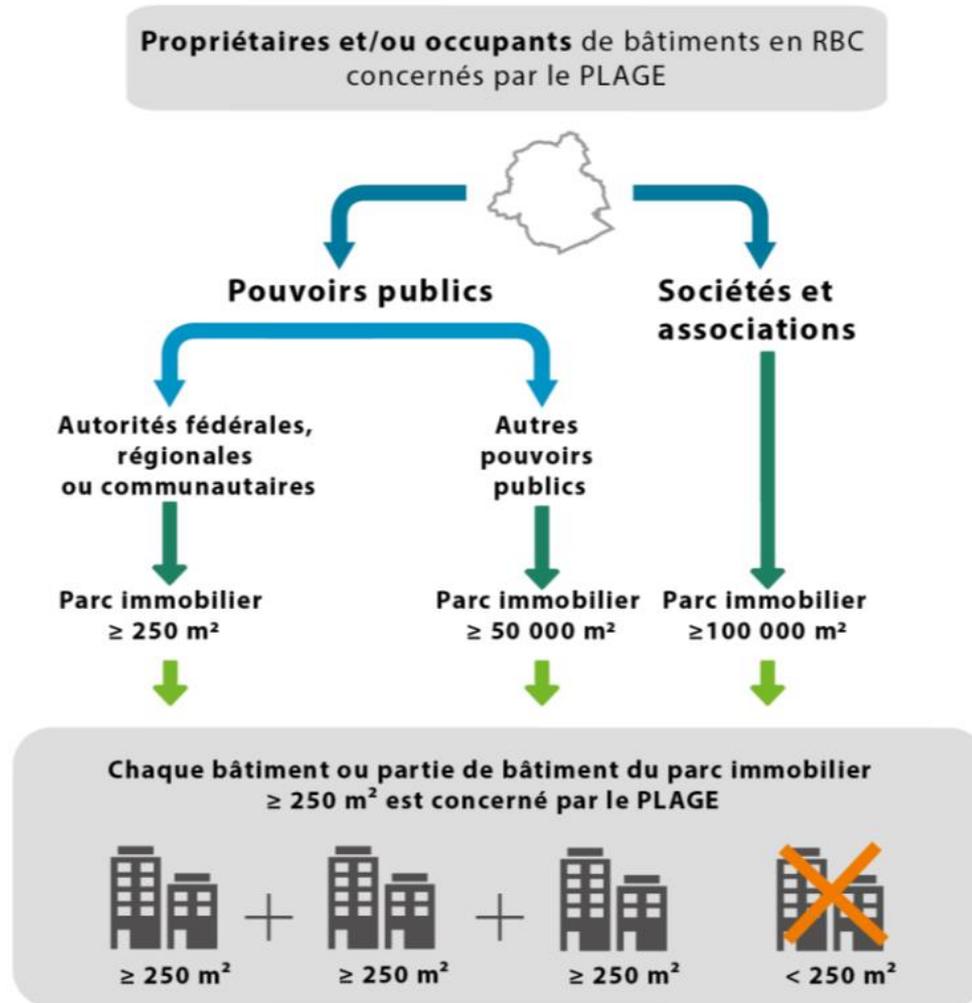


Figure 1 – Seuils d'obligation PLAGE pour chaque catégorie d'organismes



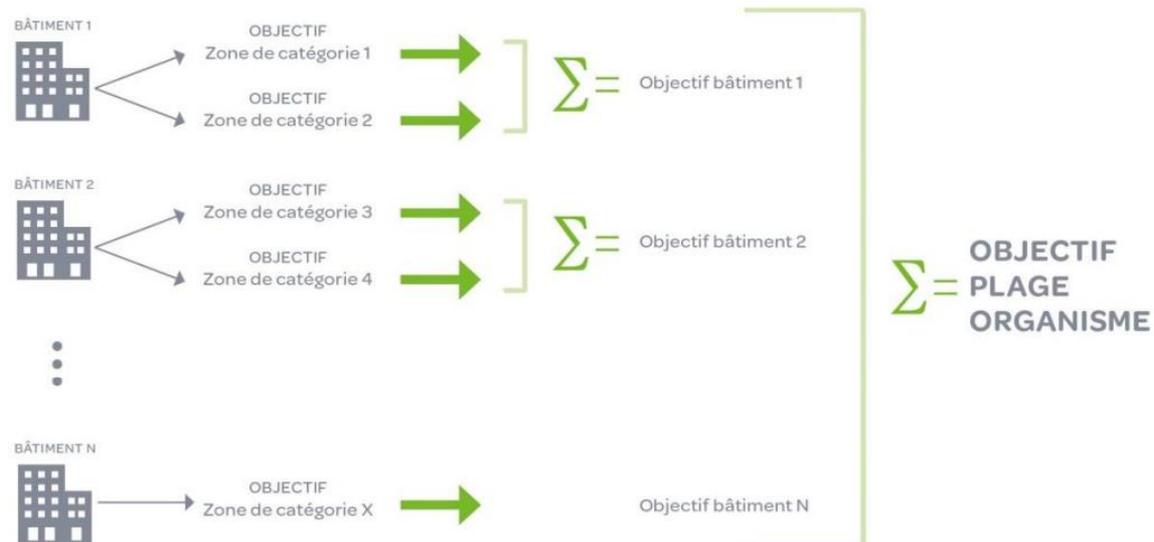
## L'objectif dépend des critères suivants

- ▶ Type de bâtiment/de zone
- ▶ Consommation énergétique actuelle

## Objectif global pour votre parc complet

- ▶ Généralement une économie entre 5 et 15% sur votre consommation d'énergie primaire

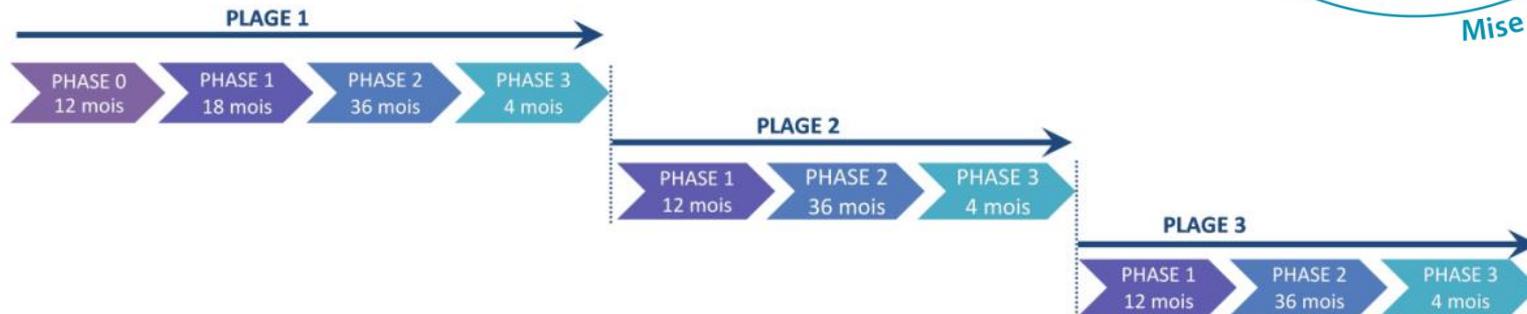
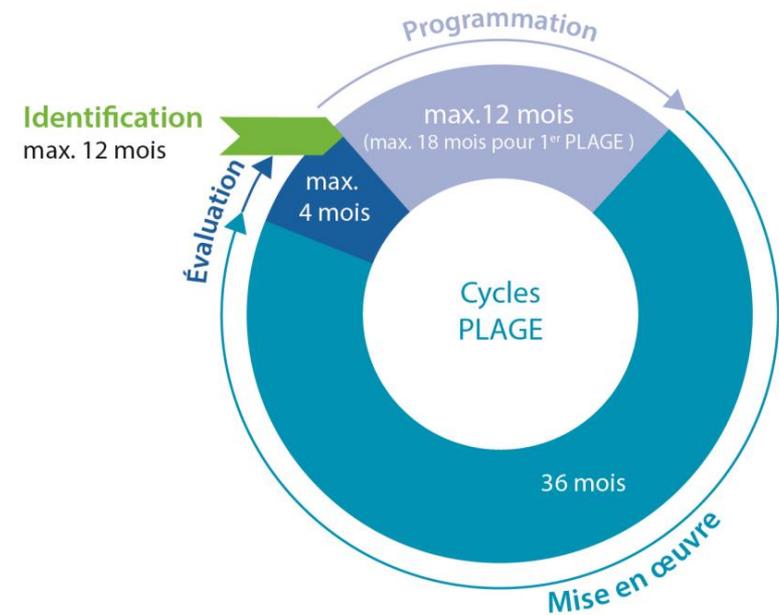
### Le calcul de l'objectif global PLAGE de votre organisme



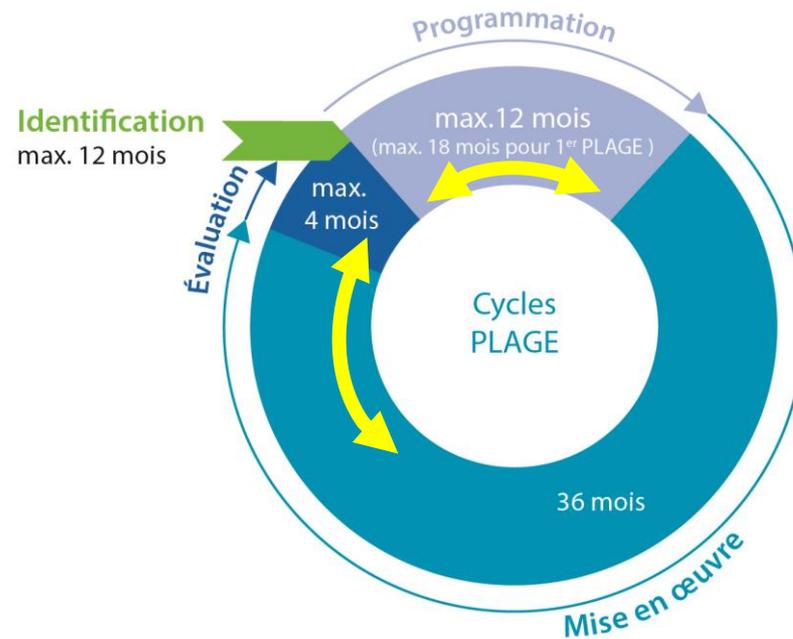
## ENTREPRENDRE UNE ACTION

## Les différentes phases d'un cycle PLAGE

- ▶ Environ 4 ans par cycle
- ▶ Evaluation → Mesures et Vérifications



# MESURER ET VÉRIFIER



## Abréviations couramment utilisées

- ▶ M&V
- ▶ IPMVP
- ▶ CMVP
  - PMVA et PMVE

M&V : Processus de mesure et de vérification des performances énergétiques

IPMVP : International Performance and Verification Protocol (protocole international de mesure et de vérification de la performance énergétique)

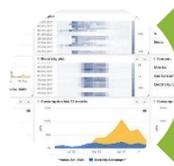
CMVP : Professionnel certifié M&V

- Performance M&V Analyst (new!)
- Performance M&V Expert (new!)

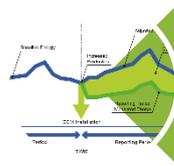




Mesurer



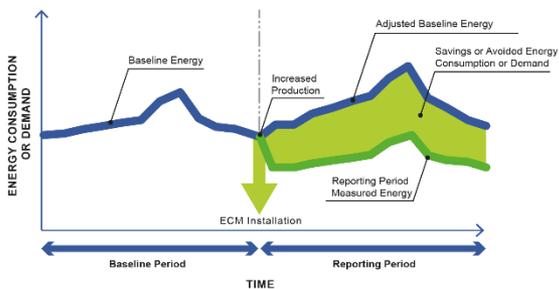
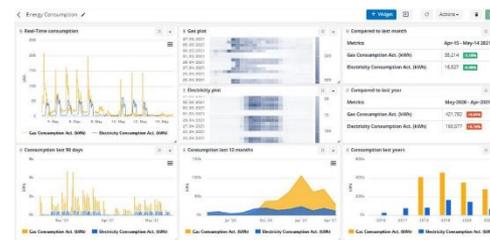
Surveiller



Vérifier



Gérer



## International Performance Measurement and Verification Protocol

- ▶ Protocole indépendant pour M&V
- ▶ Principes et cadre pour un bon processus M&V
- ▶ Terminologie et concepts
- ▶ Plans de M&V conformes à IPMVP

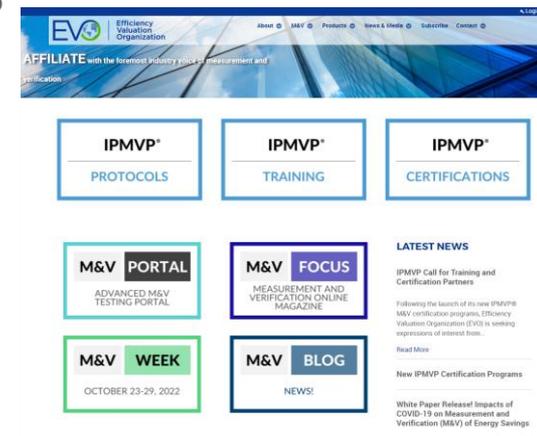


Précis, complet, conservateur, cohérent, pertinent et transparent

### CMVP : « Professionnel certifié M&V »

- ▶ Formation par EVO
- ▶ Connait et utilise les méthodes et la terminologie IPMVP

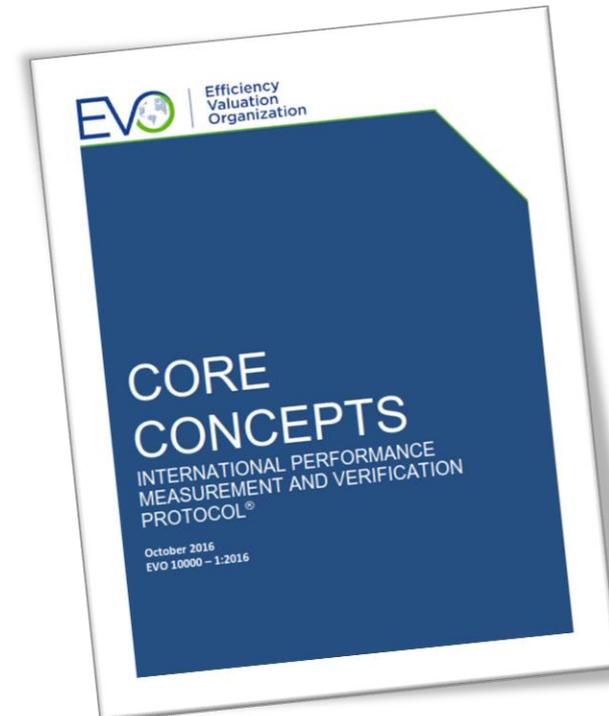
<https://evo-world.org/>



## Quelques concepts de base importants du protocole IPMVP

- ▶ Plan de M&V
- ▶ Limite de mesure
- ▶ Option A, B, C ou D
- ▶ Adaptations de la base de référence
  - Variables indépendantes
  - Facteurs statiques
- ▶ Modèles d'énergie et précision

<https://evo-world.org/en/ipmvp-current/ipmvp-core-concepts>



## Les 13 éléments d'un plan M&V validé par le protocole IPMVP :

- ▶ Quelle est l'intervention et son but ?
- ▶ Quelle « option » IPMVP et où mesurer ?
- ▶ Mesures de référence
- ▶ Quelle période de contrôle ?
- ▶ Base pour les adaptations
- ▶ Méthode d'analyse
- ▶ Prix de l'énergie à utiliser
- ▶ Points de mesure
- ▶ Responsabilités
- ▶ La précision attendue
- ▶ Budget M&V
- ▶ Manière de rapporter
- ▶ Surveillance qualité pour M&V

**CSZE**  
Club des Services d'Efficacité Énergétique - CSZE

Ces documents ont été développés pour le bénéfice des souscripteurs à EVO afin de démontrer comment certains experts en M&V adresse la conception de plan M&V. EVO n'endosse pas le présent document comme adhérent pleinement au concept du PMVR (IPMVP) ou pouvant être utilisé directement dans la conception de plan de M&V.

### PLAN de MESURE et de VERIFICATION

Formulaire A B C, version 0.2, Novembre 2008

Modèle Option	A	B	C
---------------	---	---	---

Date :	Décembre 2008
Version :	v.1

Critères :

Ratio budget PMV / Gains contractuels	32%	
Période de suivi	1 an	
Niveau de confiance / Précision	90%	± 8%

**OBJET : BÂTIMENT TERTIAIRE BUREAUX**  
*Utilité : PARC D'ÉCLAIRAGE INTERIEUR*

**MAÎTRE DE L'OUVRAGE / OPERATEUR :**

**ENTREPRISE DE SERVICES ENERGETIQUES :**  
**INEO**

Ce cas d'application ne peut être exploité qu'en référence aux différentes sections détaillées dans l'IPMVP. Il n'est pas destiné à être reproduit, chaque projet de SE étant spécifique. Son but est de matérialiser l'effet de ces procédures sur un cas concret de mise en oeuvre.

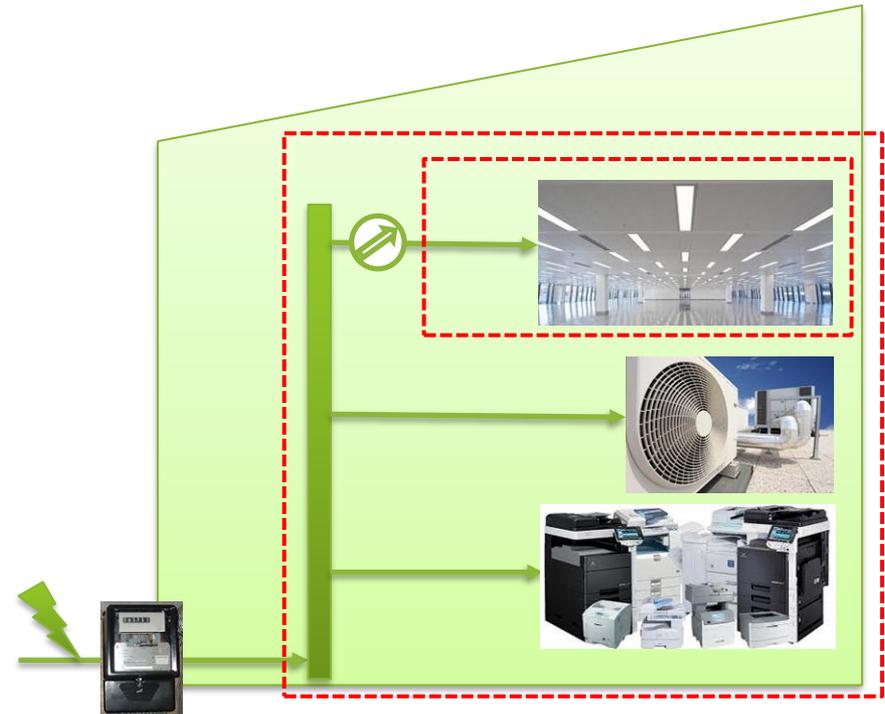
PLAN DE M&V 1 / 18



## Bâtiment entier (site, facility...)

### Mesure isolée

! Effets interactifs



### IPMVP propose 4 options pour M&V :

- ▶ En fonction de la limite de mesure et des hypothèses
- ▶ Option A, B, C ou D

### Exemple : relighting : les ampoules sont remplacées par un éclairage LED

- ▶ **Option A:** 100 lampes 60W → 20W (mesuré), sont allumées env. 7h par jour  
économie =  $(100 \times 40 \times 7) = 28$  kWh par jour
- ▶ **Option B:** mesure de la consommation de l'éclairage avant et après  
Économies = mesurées
- ▶ **Option C:** enregistrement des compteurs et comparaison avant/après, pendant 1 an  
Économies = mesurées
- ▶ **Option D:** pour une nouvelle construction par exemple, sans données de référence.  
Économies = « si des lampes normales étaient utilisées, quelle serait la différence ? »



## 17 UTILISATION DES OPTIONS AUX ETATS-UNIS

## M&amp;V Option Use – DOE IDIQ

U.S. DEPARTMENT OF  
**ENERGY** | Energy Efficiency &  
Renewable Energy

### M&V Option usage as a % of total reported savings\*

A	B	C	D
61.5%	16.6%	8.1%	13.8%

ECM	% of total reported cost savings
Building Controls	17.7%
HVAC	17.3%
Lighting	16.2%
Boiler	10.9%
CW/HW/Steam Dist.	7.8%
Water	7.4%
Chiller	6.8%

### M&V Option usage as a % of total reported savings by ECM\*

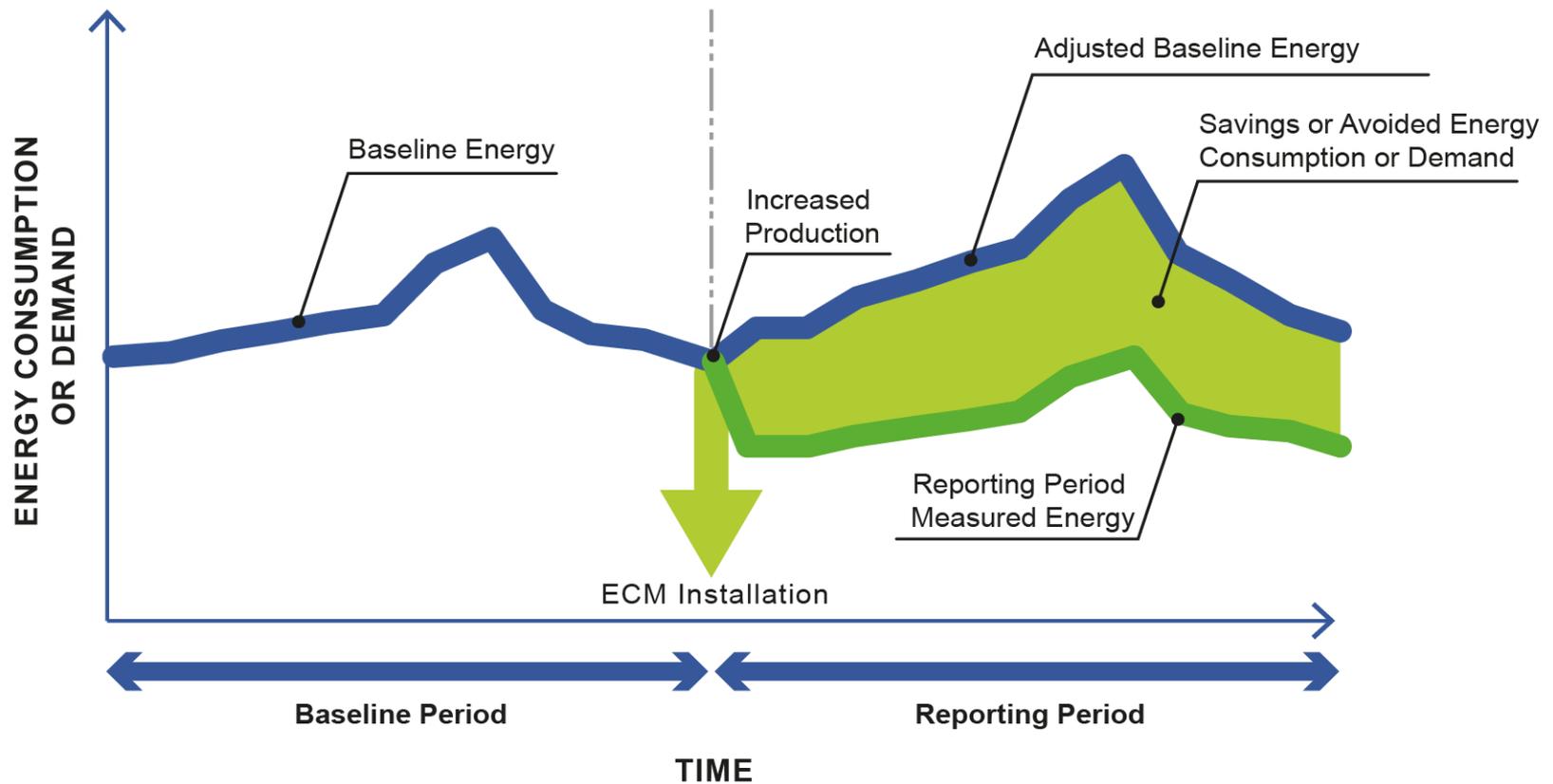
ECM	%A	%B	%C	%D
Building Controls	69%	15%	0%	16%
HVAC	46%	6%	6%	43%
Lighting	89%	7%	0%	4%
Boiler	46%	18%	33%	3%
CW/HW/Steam Dist.	41%	16%	36%	7%
Water	93%	4%	2%	1%
Chiller	73%	21%	1%	5%

\*Based reported savings from 155 active projects under the DOE IDIQ



## 18 ADAPTATION DE LA BASE DE RÉFÉRENCE

$$\text{Savings} = (\text{Baseline Period Energy} - \text{Reporting Period Energy}) \pm \text{Adjustments}$$



## Adaptations courantes

- ▶ Variables indépendantes
  - Météo (degrés-jours, luminosité naturelle, vent, humidité relative...)
  - Volumes de production
  - Nombre de visiteurs
  - ...

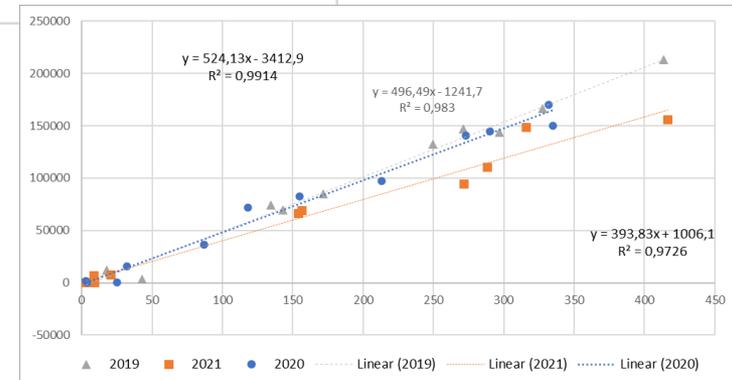
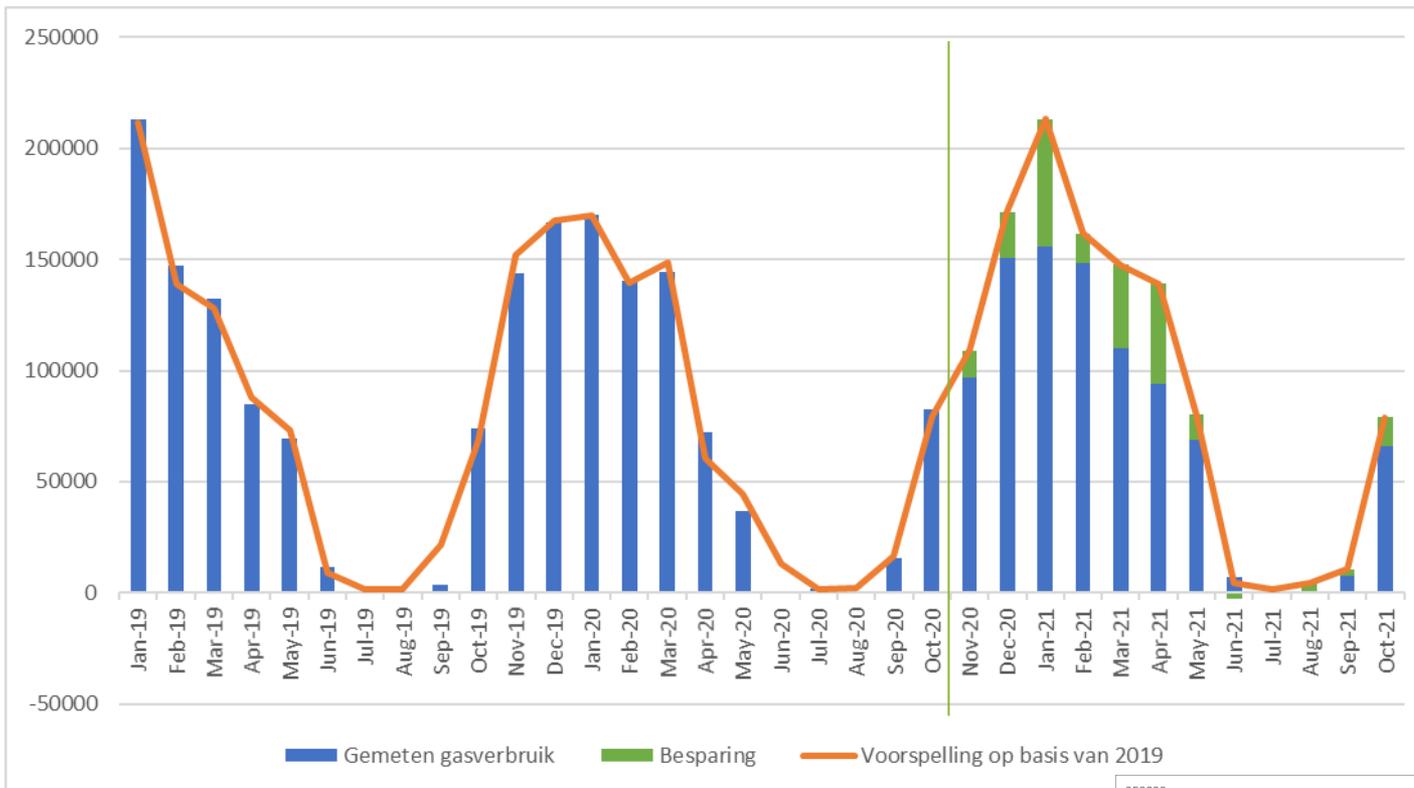


## Adaptations non courantes

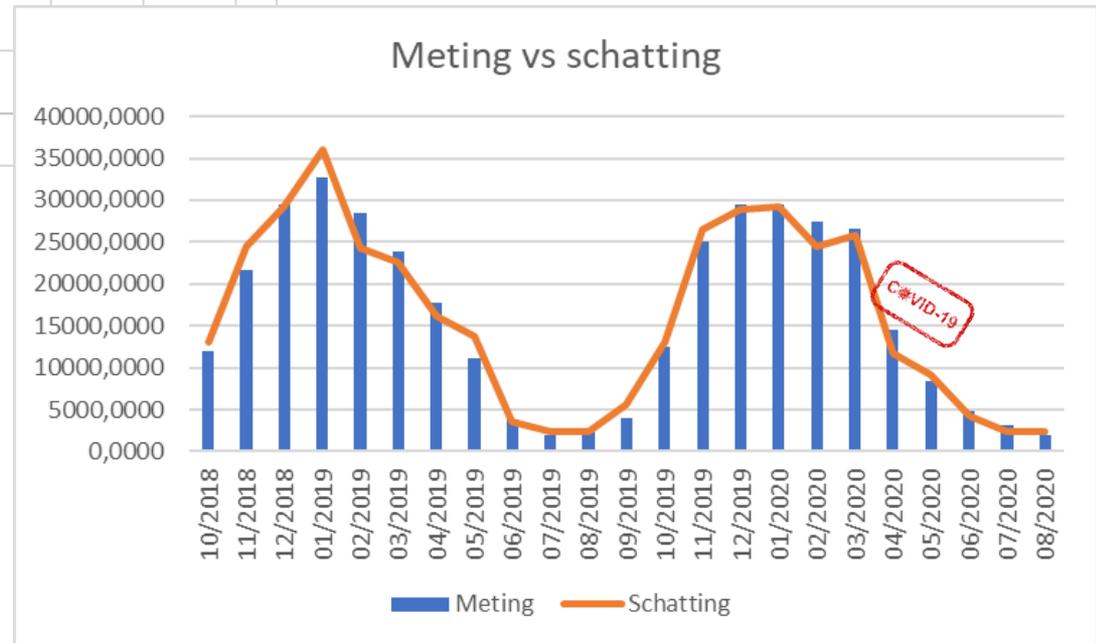
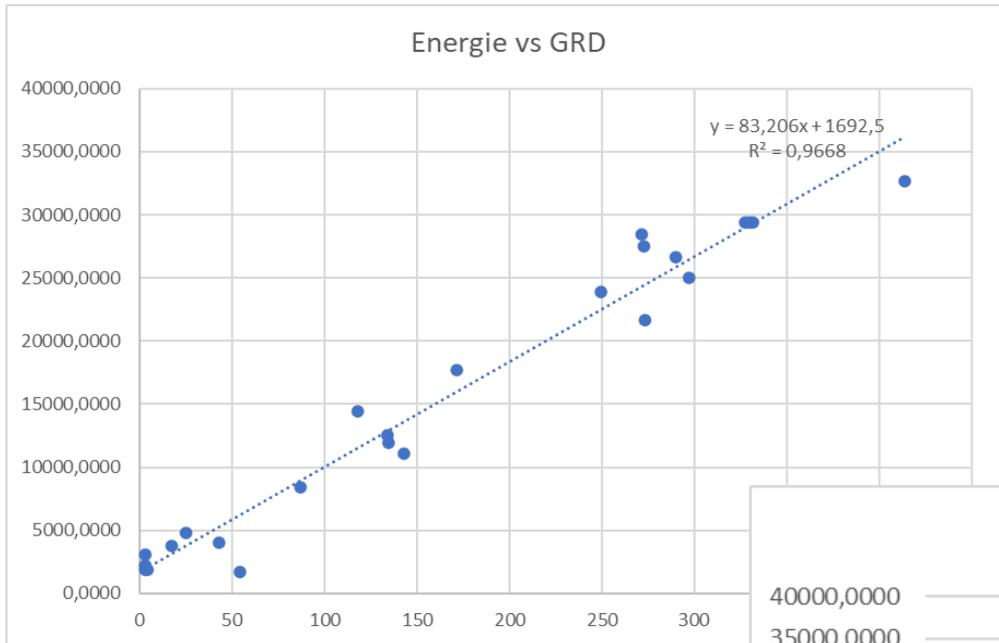
- ▶ Facteurs statiques
  - Taille du bâtiment (m<sup>2</sup>)
  - Autres adaptations dans le bâtiment
  - Utilisation du bâtiment C#VID-19
  - Climat intérieur C#VID-19
  - ...



EXEMPLE PRATIQUE

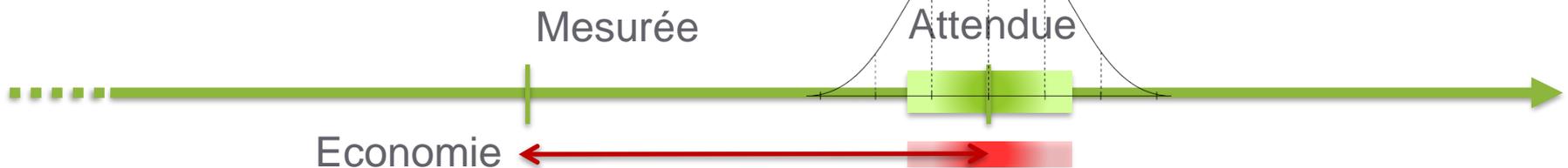


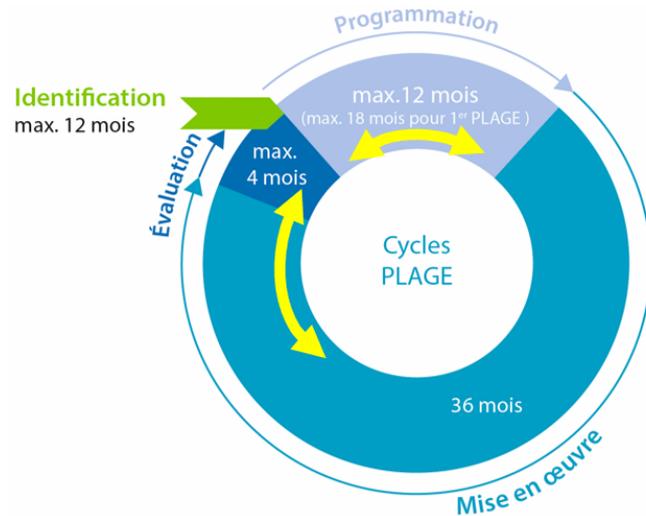
# FAIRE UN MODÈLE : EXEMPLE



## Précision d'un modèle énergétique

- ▶ Erreur standard (RMSE) dans la prévision de la consommation de référence
- ▶ Niveau de fiabilité (choisir par ex. 90%)
- ▶ Intervalle de fiabilité (ex. 5%)
  
- ▶ Exemple :
  - La consommation énergétique prévue est estimée à 200.000 kWh
  - « Nous sommes sûrs à 90% que la valeur se situe entre 190.000 kWh et 210.000 kWh. »
  - La consommation énergétique mesurée est de 150.000 kWh
  - Economie = consommation énergétique prévue - consommation énergétique réellement mesurée
  - « Nous sommes sûrs à 90% que la valeur se situe entre 40.000 kWh et 60.000 kWh. »





## Méthode standard

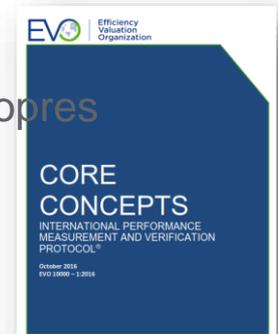
- ▶ Basée sur le protocole IPMVP
- ▶ Méthodes simplifiée
- ▶ Outil de calcul sur la plateforme PLAGE



Choix pour chaque bâtiment

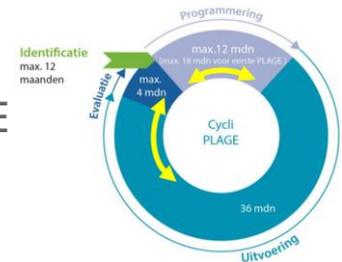
## Méthode IPMVP

- ▶ Entièrement conforme au protocole IPMVP
- ▶ Méthode globale
- ▶ Plan et modèle de M&V propres

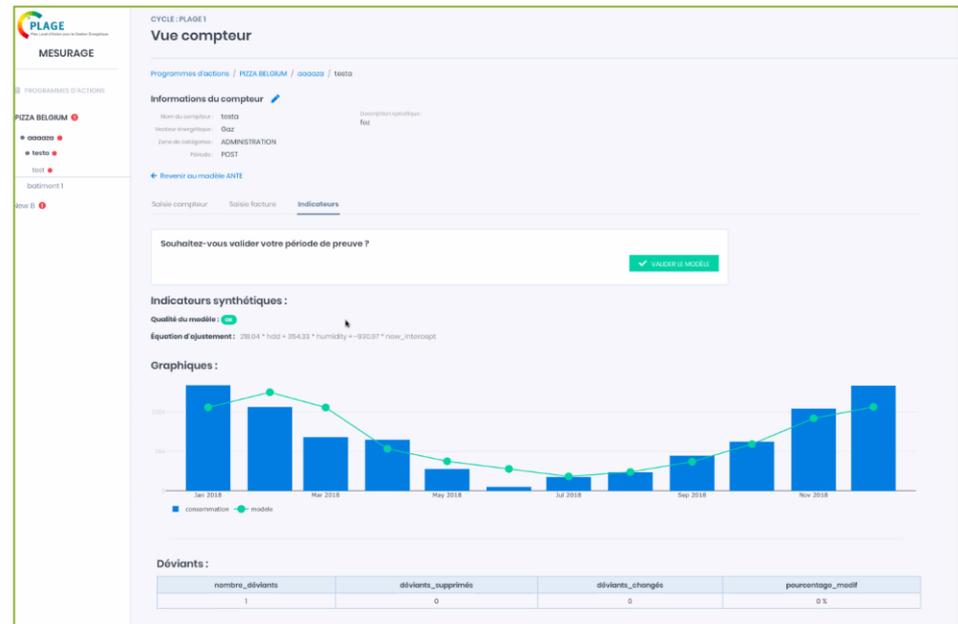


## Phase « programmation »

- ▶ Introduire les données de consommation sur la plateforme PLAGE
- ▶ Ajouter éventuellement des variables personnelles
  - Occupation, utilisation
  - Autre ?
- ▶ Le modèle de calcul donne
  - Précision de votre modèle
  - OK/NOK d'utiliser la méthode standard

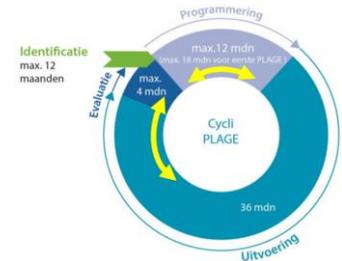


- ▶ Si NOK ?
  - Contacter le réviseur
  - Ev. quand même autorisé
  - Sinon méthode IPMVP



## Phase « Evaluation »

- ▶ Introduire la « nouvelle » consommation sur la plateforme PLAGE
- ▶ Le modèle de calcul donne
  - Calcul de l'économie
  - Comparaison avec vos objectifs





**MESURAGE**

PROGRAMMES D'ACTIONS

PIZZA BELGIUM

**New B**

- Bâtiment test 1
- Bâtiment formation 1
- Bâtiment formation 2
- Bâtiment test 2

CYCLE : PLAGE 1

### Vue programme d'actions

Programmes d'actions / New B

**Période de programmation**

Bâtiments en cours de saisie 1/4

Bâtiments complétés 1/4

Il est recommandé que 1 compteur(s) soi(en)t revus par votre conseil PLAGE

**Période de preuve**

Bâtiments en cours de saisie 1/4

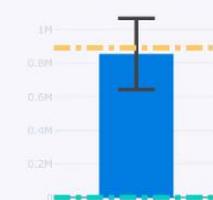
Bâtiments complétés 0/4

Il est recommandé que 1 compteur(s) soi(en)t revus par votre conseil PLAGE

**Liste des bâtiments**

Bâtiment test 1	ACCÉDER
Bâtiment formation 1	ACCÉDER
Bâtiment formation 2	ACCÉDER
Bâtiment test 2	ACCÉDER

**Bilan énergie**



■ Économie (Exprimée en énergie primaire)

— Objectifs PLAGE

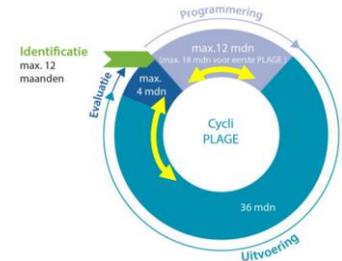
— Engagement indicatif (Issu du programme d'action)

## Phase « programmation »

- ▶ Plan M&V conforme au protocole IPMVP
- ▶ Modèle disponible (\*)
- ▶ Faire des choix et répondre
  - Option A, B, C, D
  - Limite de mesure
  - Variables indépendantes
  - Facteurs statiques
  - Modèles énergétiques COVID-19
- ▶ Introduire les informations de base dans la plateforme PLAGE

## Phase « Evaluation »

- ▶ Rédiger un rapport de M&V conformément au plan de M&V
- ▶ Introduire les résultats dans la plateforme PLAGE



(\*) <https://leefmilieu.brussels/content/plage-reglementering-tools>

(\*) <https://environnement.brussels/content/reglementation-plage-outils>



### Choisir une période de référence (12 mois)

- ▶ 2018-2019 : ok
- ▶ 2020-... : seulement si aucun impact des mesures anti-Covid
- ▶ Une année « représentative »

### Rechercher ou enregistrer les consommations d'énergie

- ▶ Gaz/mazout : au moins des données mensuelles
- ▶ Electricité : des données par quart d'heure

### Définir les variables indépendantes

- ▶ La base pour les modèles d'énergie
- ▶ Parfois faciles à trouver, ne doivent généralement pas être mesurées
- ▶ Parfois à enregistrer soi-même

### Identifier les facteurs statiques

- ▶ « Non routine events »
- ▶ Adaptations ponctuelles si nécessaire



## Independent Variable

Parameter that is expected to change routinely and have a measurable impact on *Energy Consumption* and/or *Demand* of a system or facility.

## Climat

- ▶ Degrés-jours (refroidir et chauffer)
- ▶ Humidité relative
- ▶ Rayonnement solaire, vent
- ▶ ...

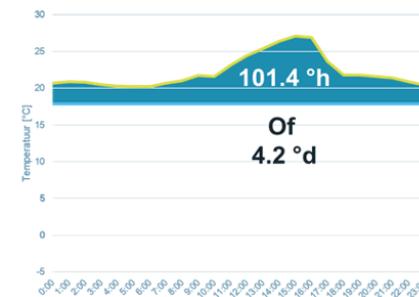
## Utilisation du bâtiment

- ▶ Nombre de visiteurs par mois
- ▶ Nombre moyen de collaborateurs présents
- ▶ Nombre de repas dans la cuisine
- ▶ ...

Winterdag - Warmtevraag



Zomedag - Koelvraag



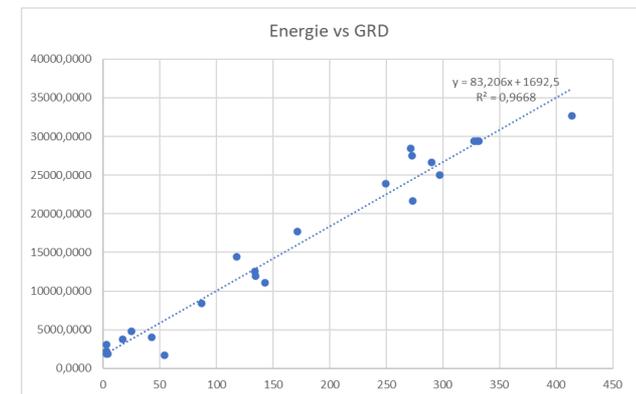
## Pour pouvoir faire un modèle



- ▶ Des données suffisantes
- ▶ Une « variation » suffisante

## Faire un modèle

- ▶ Le module de calcul PLAGE → choisit les variables (de climat)
- ▶ Méthode IPMVP → déterminer soi-même et valider un modèle + ok du réviseur



Déviants :

nombre_déviants	déviants_supprimés	déviants_changés	pourcentage_modif
1	0	0	0 %

Voir les stats expertes ▾

Sélection de l'étape du modèle backward :

step-1 ▾

Biais du modèle :

conso.brute_facture	conso.corrigée_prediction	conso.brute_prediction
789555.5945	7.276E-12	0

Statistiques générales du modèle :

r2	RMSE	CVRMSE	excess_kurtosis	asymetrie	jb	autocorrelation	press	p_white	current_model	phi	aic	qualite	press_rmse	cv_press_rmse
0.7847	20744.9672	0.3153	0.0356	-0.8574	1.471	-0.263	13549714320.922	0.9161		1.6198	276.2982	Rejotó	33802.711	0.5107

Variables indépendantes (stat-t) :

(intercept)	hdd	cdd	humidity	sunshine	nb_days
0.1301	1.0672	1.1483	1.2881	-0.2827	-0.5591

Résidus et assimilés :

date	conso	residus	residus.standardises
2018-01-01	133592.7093	9176.3181	0.5714
2018-02-01	106182.1423	-1851.8689	-0.289
2018-03-01	67937.7416	-25959.687	-2.2332
2018-04-01	64650.6671	15623.2646	0.8333
2018-05-01	27479.2907	2676.4116	0.2267
2018-06-01	4955.3329	-29576.244	-1.9408
2018-07-01	17485.4845	2237.3902	0.2864
2018-08-01	23504.2584	-4881.5787	-0.2864
2018-09-01	44451.3329	22081.9858	1.5121
2018-10-01	62164.7093	-48.5478	-0.0029
2018-11-01	103973.6671	-2573.3998	-0.1515
2018-12-01	133178.2584	13095.9557	0.7618

Informations du compteur

nom du compteur: 16950  
 nom de l'installation: Gaz  
 zone de catégorisation: ADMINISTRATION  
 niveau: PCST

Indicateurs synthétiques :

Qualité du modèle: mauvais

Equation d'ajustement:  $44225.6 * (\text{intercept}) + 100.39 * \text{hdd} + 1070.434 * \text{cdd} + 2959.0 * \text{humidity} + 34.33 * \text{sunshine} + 5880.76 * \text{nb\_days}$

Graphiques :

Déviants :

nombre_déviants	déviants_supprimés	déviants_changés	pourcentage_modif
1	0	0	0 %



### Static Factor

Those characteristics of a facility which affect *Energy Consumption* and *Demand*, within the defined *Measurement Boundary*, that are not expected to change, and were therefore not included as independent variables. If they change, *Non-routine Adjustments* need to be calculated to account for these changes.

## Propriétés du bâtiment

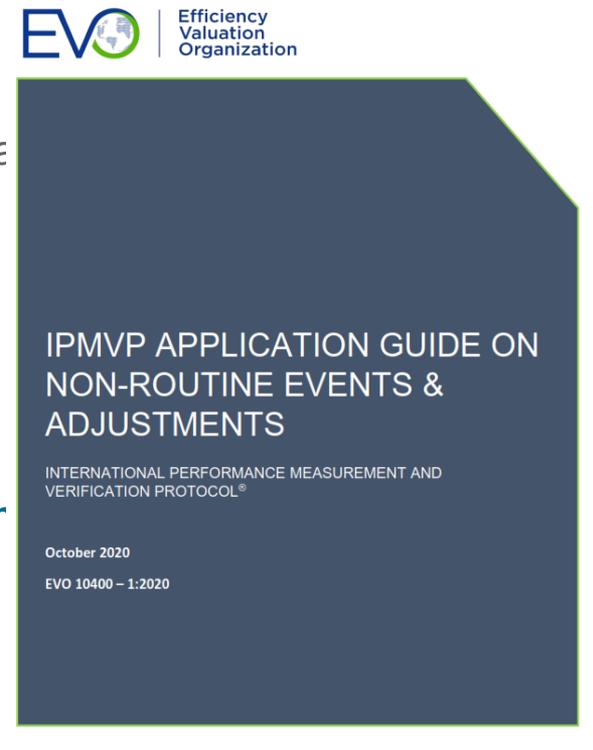
- ▶ Surface au sol chauffée
- ▶ Climat ou confort intérieur
  - Température
  - Débits ou stratégie de ventilation
- ▶ Changement de fonction (ex. salle de réunion → bureau)
- ▶ ...

C#VID-19

## Facteurs externes

- ▶ Evénements spéciaux
- ▶ (Grands) changements ponctuels dans l'utilisation

→ Généralement dans le cadre d'un « événement non r



## IPMVP APPLICATION GUIDE ON NON-ROUTINE EVENTS & ADJUSTMENTS

INTERNATIONAL PERFORMANCE MEASUREMENT AND  
VERIFICATION PROTOCOL®

October 2020

EVO 10400 – 1:2020

### Détecter les « événements » non habituels

- ▶ Distinction entre les changements temporaires et permanents

### Les manières les plus courantes de faire des adaptations

- ▶ Ignorer les données 
- ▶ Utiliser des compteurs intermédiaires
- ▶ Redéfinir le modèle de référence 
- ▶ Méthode de régression
- ▶ Simulation calibrée
- ▶ Calculs (exception !!)

### Autres solutions

- ▶ « Backcasting »
- ▶ « Chaining »
- ▶ Changement d'option (C → A)





- ▶ **PLAGE...**
  - ... est en fait un « code de bonne pratique »
  - ... Suit la méthode « plan-do-check-act »
  
- ▶ **Commencez DES MAINTENANT** (l'année dernière en fait...) **et** enregistrez au moins une fois par mois
  - Consommations d'énergie
  - Tous les paramètres qui ont/peuvent avoir une influence sur la consommation énergétique
  
- ▶ **Méthode standard ou IPMVP ?**
  - La plupart des bâtiments : standard
    - L'outil de calcul recherche le meilleur modèle par rapport aux variables standard
    - Possibilité limitée d'ajouter des variables supplémentaires
  - **Cas spéciaux : IPMVP**
    - Déménagement, gros changements...
    - Une approbation du réviseur est toujours nécessaire
    - Cherchez du soutien auprès d'un CMVP (PMVA ou PMVE)



**Sven WUYTS**

Fonction

Factor4

 + 32 475 37 03 08 [sven.wuyts@factor4.eu](mailto:sven.wuyts@factor4.eu)

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

