

FORMATION PLAGE

LE RÔLE DES RÉVISEURS PLAGE
ET
LES BASES DE M&V

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

JEAN-BENOIT VERBEKE– 16 NOVEMBRE 2026

DE QUOI VAIS-JE PARLER ?

Les réviseurs

- Qui sont-ils?
- Le rôle des réviseurs
- Quelques conseils

Mesurement et Vérification (M&V)

- IPMVP?
- To IPMVP or not to IPMVP?
- Incertitude dans le calcul des économies
- Bonus/Malus

RÉVISEURS PLAGE

- Indépendants
  - Pas coordinateur PLAGE, ni consultant technique d'un organisme
- Formation spécifique réglementation PLAGE
- Formation au protocole IPMVP:
  - PMVA: Performance Measurement and Verification Analyst (anciennement 'CMVP')
  - Expérience dans l'élaboration de plans de M&V
- Désignés et rémunérés par Bruxelles Environnement dans le cadre d'un marché public

L'ÉQUIPE DES RÉVISEURS

Kristof Descheemaeker (NL/FR)
Sven Wuyts (NL/FR)
Luc Welfringer (FR)
Ophélie Gemond (FR)
Maxime Daviau (FR)
Jean-Benoit Verbeke (FR/NL)

PLAGE
Plan Local d'Action pour la Gestion Énergétique
Plan voor Lokale Actie voor het Gebruik van Energie








RÔLE DES RÉVISEURS

Phase 1: programmation

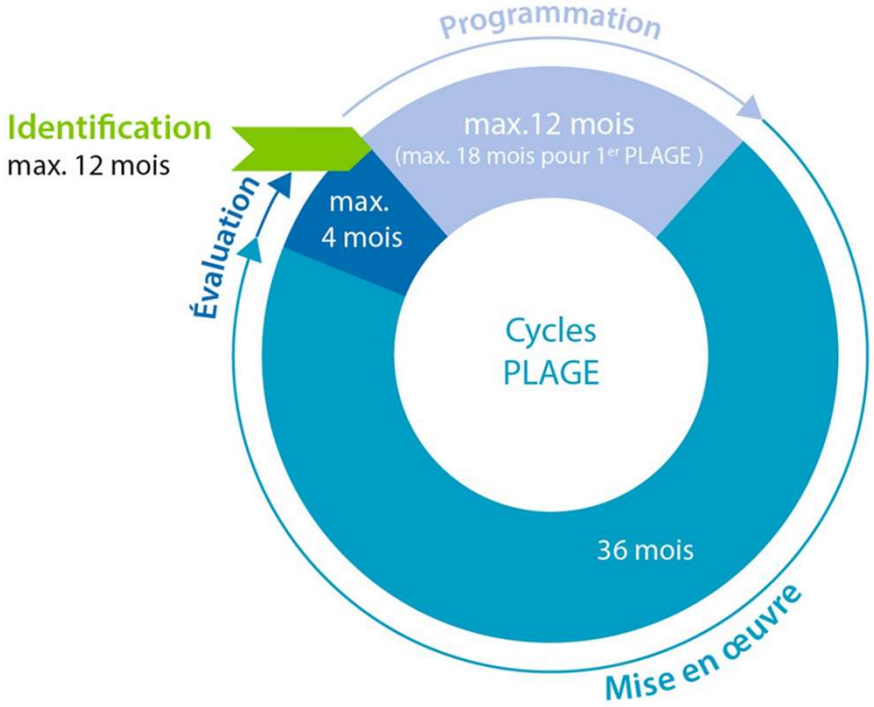
- Evaluation du Programme d'Actions
- Rapport avec recommandations à BE

Phase 2: mise en œuvre

- Suivi de l'avancement des travaux
- Visite éventuelle
- Examen de la comptabilité énergétique
- Conseil en matière de M&V

Phase 3: évaluation

- Examen du rapport d'évaluation
- Rapport avec recommandations à BE



EVALUATION DU PROGRAMME D'ACTIONS

- Processus :
  - Encodage des informations dans la Plateforme Plage par le Coordinateur
  - Elaboration d'un Programme d'Actions (PA)
  - Y compris documentation M&V (Methode Standard ou IPMVP)
  - Complément d'informations par le Réviseur
  - Evaluation par le Réviseur



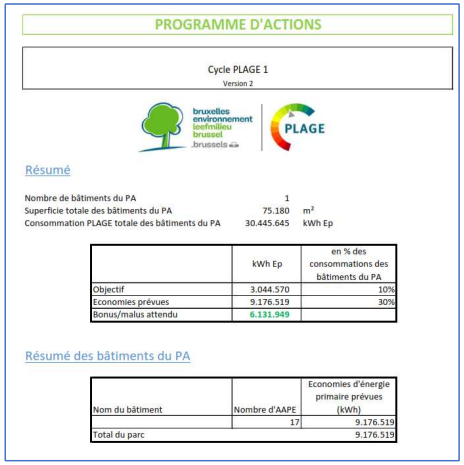
- Résultat:
  - Rapport et conseils du Réviseur
  - Rapport envoyé à Bruxelles Environnement pour validation
  - Base de décision "ok" pour passer à la phase suivante



EVALUATION DU PROGRAMME D'ACTIONS

L'évaluation est faite sur base des éléments suivants :

- Consommation d'énergie
  - Controle du cadastre énergétique
  - Validation de la consommation de référence et des incertitudes de calculs
- Economies d'énergie
  - Pertinence des actions d'économies d'énergie proposées
  - Vérification de la faisabilité de la mise en oeuvre des actions proposées
- Approche M&V
  - Conformité du plan M&V avec l'IPMVP
  - Exceptions
- Impossibilité d'atteindre certains objectifs
  - Evaluation de la justification de la non-réalisation



PROGRAMME D'ACTIONS

Cycle PLAGE 1
Version 2

Résumé

Nombre de bâtiments du PA	1	
Superficie totale des bâtiments du PA	75.180	m²
Consommation PLAGE totale des bâtiments du PA	30.445.645	kWh Ep

	kWh Ep	en % des consommations des bâtiments du PA
Objectif	3.044.570	10%
Economies prévues	9.176.519	30%
Bonus/malus attendu	6.131.949	

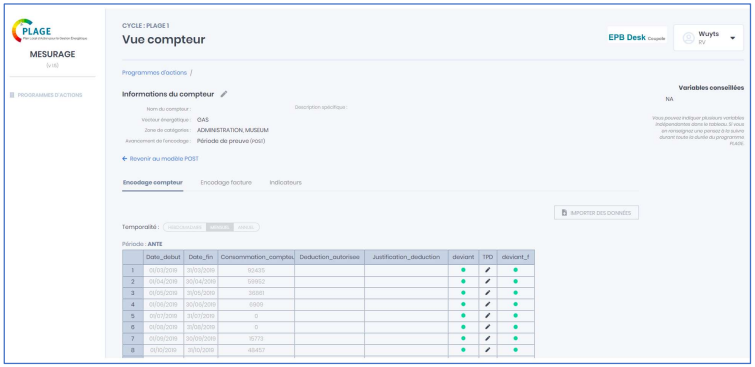
Résumé des bâtiments du PA

Nom du bâtiment	Nombre d'AAPE	Economies d'énergie primaire prévues (kWh)
	17	9.176.519
Total du parc		9.176.519

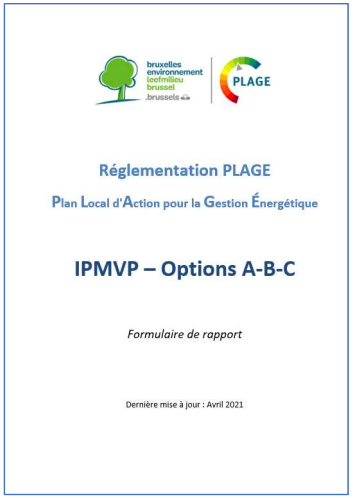


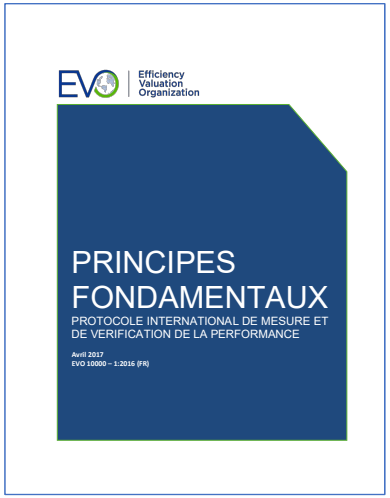
METHODE STANDARD OU IPMVP

- Methode Standard
  - Plateforme de mesure fournie par Bruxelles Environnement
  - ✓ Données à compléter dans le cadre du programme d'actions
  - Similaire à IPMVP
  - Toutes les "règles" de l'IPMVP sont incorporées dans le logiciel
  - ✓ Ne peut pas toujours être utilisée



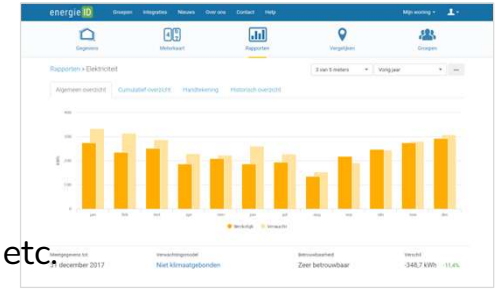
- Methode « IPMVP »
  - M&V entièrement assuré par l'organisation
  - Une partie du programme d'actions !
  - ✓ Entièrement conforme à l'IPMVP
  - ✓ Un plan de M&V pour chaque bâtiment
  - Un rapport M&V pour chaque bâtiment
  - Résultats de base dans la plateforme de mesurage





PHASE DE MISE EN OEUVRE

Le suivi du dossier consiste en:



- Retour d'information régulier sur l'état de la situation
  - A l'initiative du réviseur ou de l'organisme
  - Par e-mail ou par téléphone
  - Le calendrier dépend de la planification de la mise en œuvre
  - État d'avancement de la mise en œuvre des mesures, suivi énergétique, M&V, etc.
- Visite de terrain
  - Seulement si le réviseur le juge nécessaire
  - En cas de doute ou de manque de clarté en ce qui concerne la M&V

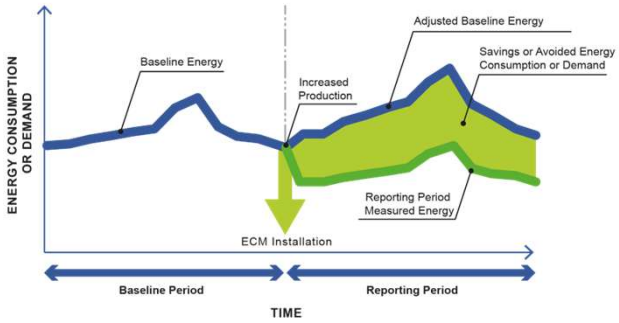


- Conseils sur la M&V
  - Sur demande explicite des organismes
  - Des conseils ponctuels, en relation avec des éléments spécifiques du plan M&V
  - Par exemple : Ajustements non routiniers, problèmes de suivi (données manquantes), ...

PHASE D'EVALUATION

L'évaluation finale par le Réviseur consiste en:

- Vérification du rapport final d'évaluation
  - Conformité du/des rapport(s) M&V
  - Exactitude des calculs et des analyses
  - Réalisation des objectifs
- Rapport avec recommandations envoyé à BE
  - Sert de base pour validation par BE de la réalisation des objectifs



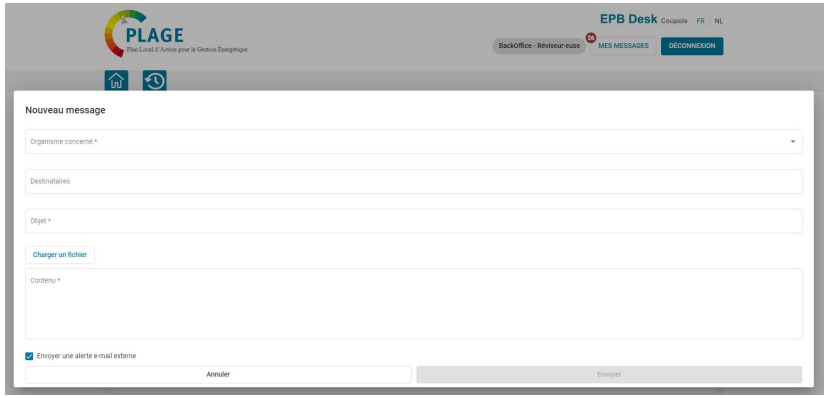




DÉSIGNATION DE VOTRE RÉVISEUR

A la fin de la phase d'Identification (Phase 0)

- Attribution d'un réviseur à votre organisme
  - NL/FR
  - Expertise spécifique éventuelle
- Communication via la Plateforme Plage
  - Coordonnées de contact directes
  - Toujours disponible (ou remplaçant)
  - Réponse dans les 24h
  - Chaque réviseur a un backup



CONSEILS DES RÉVISEURS : GÉNÉRALITÉS

- Commencez à collecter les données énergétiques à temps
  - Mensuel, de préférence hebdomadaire
  - Enregistrement automatique
- Collectez également d'autres données
  - Variables qui influencent la consommation d'énergie
  - Occupation, volumes de production, nombre d'utilisateurs, ...
- Concentrez vos actions sur quelques bâtiments présentant un fort potentiel d'économie d'énergie
- Coordonnez-vous à temps avec BE sur les exceptions et les cas particuliers
- Lisez (et relisez) les manuels d'utilisation des plateformes.
- Utilisez des noms et/ou des codes uniques pour les bâtiments et les compteurs
- N'ayez pas peur de la méthode IPMVP, elle offre de nombreuses possibilités

CONSEILS DES RÉVISEURS : PROGRAMME D'ACTIONS

- Travaillez de façon systématique
  - Choisissez des noms et des codes uniques pour les bâtiments et les compteurs
  - Utilisez des noms "logiques" et éventuellement des codes pour les actions prévues
  - Utilisez les mêmes noms et codes dans toutes les plateformes/plans/rapports/notes
  - Assurez la cohérence de votre dossier
- Comprendre vos modèles énergétiques
  - Visualisez la relation entre la consommation d'énergie et les facteurs d'influence choisis
  - Obtenez un aperçu du comportement (physique) de vos bâtiments
- Assurez-vous que le réviseur peut rapidement "comprendre" votre dossier
  - Mettez-vous à la place de votre réviseur qui ne connaît pas (encore) vos bâtiments
  - Faites une vue d'ensemble claire des bâtiments, des zones, des compteurs et des utilisateurs d'énergie
  - Fournissez suffisamment (mais pas trop) d'annexes à votre programme d'actions:
    - Des informations pragmatiques, structurées et suffisamment détaillées (pas de "data dump", svp)
    - Toujours inclure des informations de base sur les actions dans le champ "Hypothèses de calcul".
    - En format modifiable (Excel par exemple), pas en PDF

BASES DE M&V

M&V?

Méthode Standard et Méthode IPMVP

Qu'est-ce que l'IPMVP ?

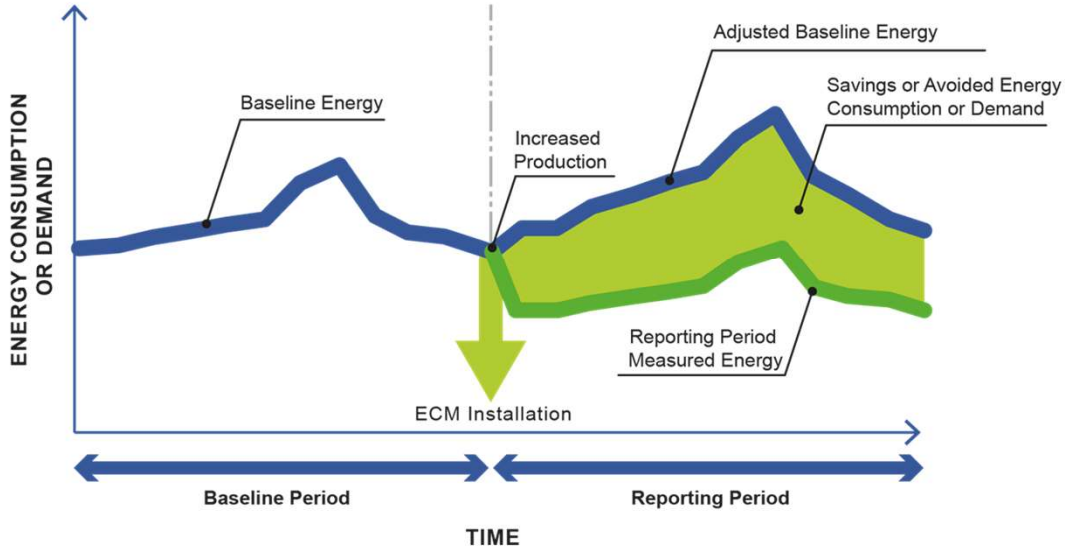
Quand utiliser la méthode IPMVP?

Pourquoi l'incertitude de vos calculs est-elle importante ?

Qu'en est-il du bonus/malus dans l'évaluation ?

MESURE ET VÉRIFICATION (M&V)?

- ‘Mesurer’ quelque chose qui n’est plus là…
- Comparer la consommation avant et après les actions
- Tenir compte des circonstances qui changent (climat, utilisation du bâtiment, …)



PLAGE: MÉTHODE STANDARD VS MÉTHODE IPMVP

PLAGE
Plan Local d'Action pour la Gestion Énergétique

MESURAGE



Méthode standard

- Méthode simplifiée
- Automatique, « sans » réflexion
- Largement applicable, mais pas pour tous
- Plateforme de mesurage gérée par Bruxelles Environnement

Basé sur les principes de l'IPMVP

Méthode IPMVP

- Méthode riche et flexible
- Exige compétences en M&V
- Applicable pour tous
- Calculs gérés par l'organisme

100% conforme l'IPMVP

MÉTHODE STANDARD VS MÉTHODE IPMVP

PLAGE
Plan Local d'Action pour la Gestion Énergétique

MESURAGE



Méthode standard

- Plateforme de mesurage
- Encoder les données de consommation
- Réviseur vérifie le résultat sur la plateforme

Méthode IPMVP

- Calculs gérés par l'organisme
- Plan M&V (PMV) par bâtiment et global
- Rapport de M&V
- Réviseur vérifie la conformité à l'IPMVP

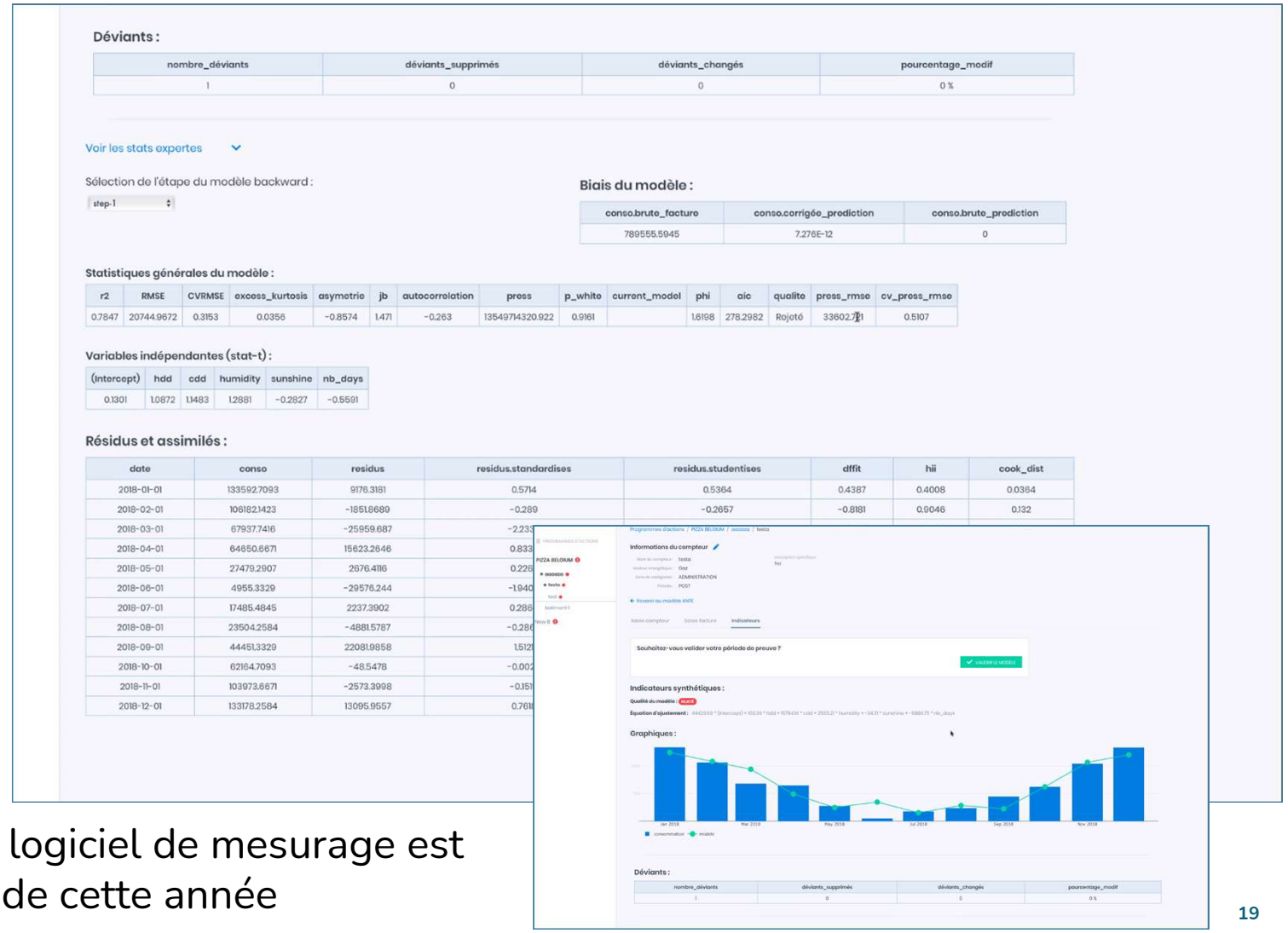
MÉTHODE STANDARD

En Phase de programmation (avant AAPE) :

- Période de Référence
- Collecte des données de consommation de chaque compteur d'un bâtiment
- Collecte d'autres paramètres (exemple: occupation du bâtiment)
- Modélisation du comportement énergétique du bâtiment, avant AAPE
- Validation du/des modèle(s)
- Calcul de l'incertitude sur les gains anticipés

- Calcul de l'incertitude globale
- Comparaison avec l'objectif

PLATEFORME DE MESURAGE



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	278.2982	Rejeté	33602.721	0.5107

Variables indépendantes (stat-t) :

(Intercept)	hdd	cdd	humidity	sunshine	nb_days
0.1301	1.0872	1.1483	1.2881	-0.2827	-0.5591

Résidus et assimilés :

date	conso	residus	residus.standardises	residus.studentises	dffit	hii	cook_dist
2018-01-01	1335927.093	9176.3181	0.5714	0.5364	0.4387	0.4008	0.0364
2018-02-01	1061821.423	-1851.8689	-0.289	-0.2657	-0.8181	0.9046	0.132
2018-03-01	879377.416	-25959.687	-2.233				
2018-04-01	646501.6671	15623.2646	0.833				
2018-05-01	274792.2907	2676.4116	0.226				
2018-06-01	49553.3329	-29576.244	-1.940				
2018-07-01	174854.8845	2237.3902	0.288				
2018-08-01	235042.2584	-4881.5787	-0.286				
2018-09-01	444513.3329	22081.9858	1.512				
2018-10-01	621647.093	-48.5478	-0.002				
2018-11-01	1039736.671	-2573.3998	-0.151				
2018-12-01	1331782.584	13095.9557	0.761				

Fin du développement du logiciel de mesurage est prévue pour le printemps de cette année

MÉTHODE STANDARD

En Phase d'évaluation (après AAPE) :

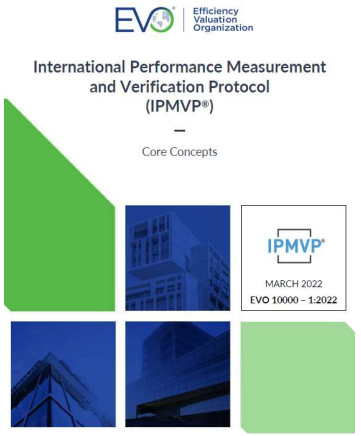
- Collecte des données de consommation de chaque compteur d'un bâtiment
- Collecte d'autres paramètres (exemple: occupation du bâtiment)
- Modélisation du comportement énergétique du bâtiment, après AAPE.
- Application du modèle préféré (ANTE ou POST)
- Calcul du gain pour chaque compteur (Ef et Ep)
- Calcul de l'incertitude sur les gains calculé

- Calcul du gain global + incertitude globale
- Normalisation et comparaison avec l'objectif

IPMVP

- International Performance Measurement and Verification Protocol
  - Protocole indépendant pour le M&V
  - Principes et cadre pour un bon M&V
  - Terminologie et concepts
  - Plans M&V conformément à l'IPMVP
- Précis, complet, conservatif, cohérent, pertinent et transparent
- PMVA: “Performance Measurement and Verification Analist”
  - Formation par EVO
  - Anciennement « CMVP »
  - Connaître et utiliser les méthodes et la terminologie de l'IPMVP

PMVA™
PERFORMANCE MEASUREMENT AND VERIFICATION ANALYST



QUELQUES CONCEPTS DE L'IPMVP

Limite de mesure

Option A, B, C (ou D)

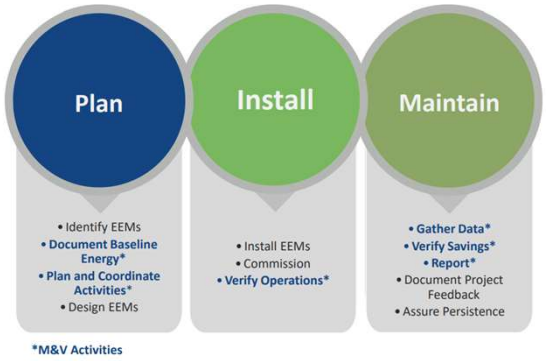
Variables indépendantes

Facteurs statiques

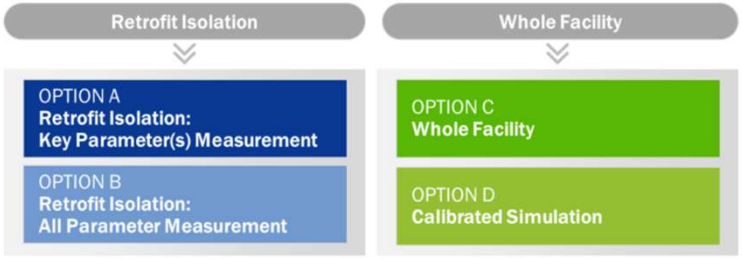
Modélisation de l'énergie utilisée et précision des modèles

Plan M&V conforme à l'IPMVP

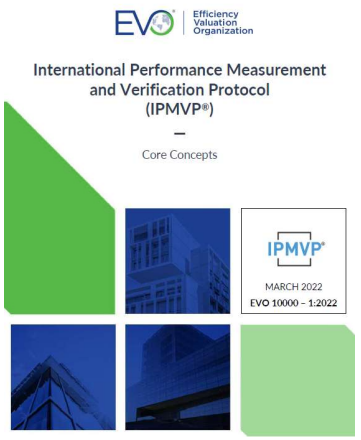
...



Uit IPMVP Core concepts 2022, EVO



Uit IPMVP Core concepts 2022, EVO



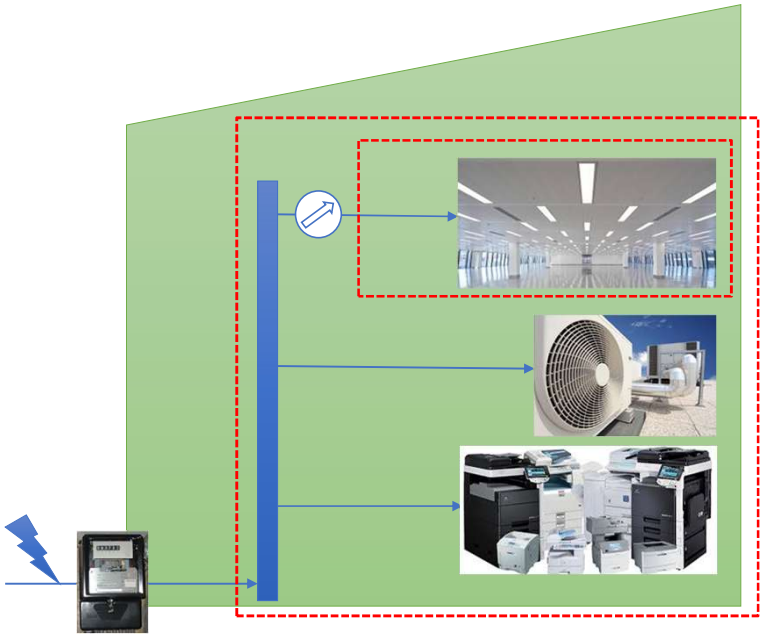
PÉRIMÈTRE DE MESURES

Bâtiment entier (site, facility, …)

Mesure isolée

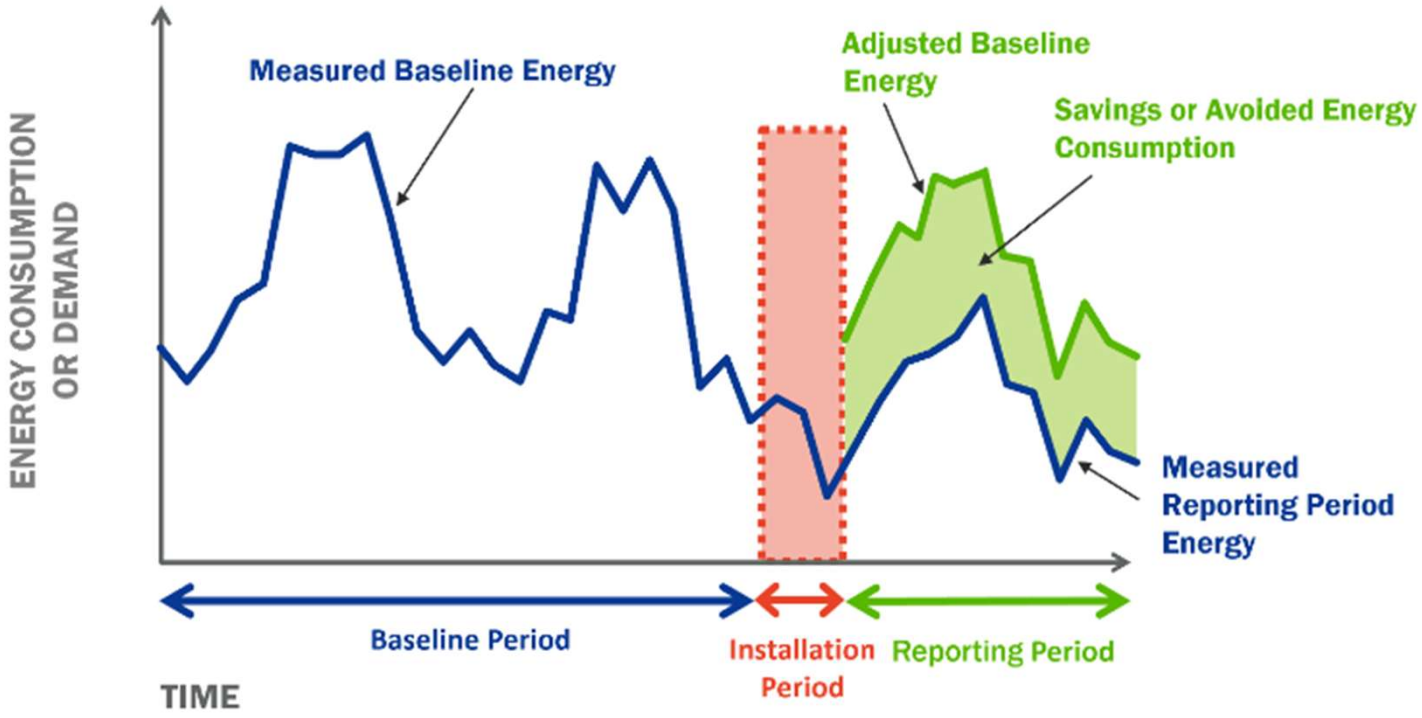
Détermine le choix d'option (A, B, C, …)

Effets interactifs !



AJUSTEMENTS

Savings = (Baseline Period Energy – Reporting Period Energy) ± Adjustments



Uit IPMVP Core concepts 2022, EVO

VARIABLES ET FACTEURS

Ajustements de routine

Variables indépendantes

- Météo (degrés-jours
- Ensoleillement, vent, humidité relative, ...)
- Volumes de production
- Nombre de visiteurs...

Ajustements non-routiniers

Facteurs statiques

- Taille du bâtiment (m²)
- Autres mesures d'économie d'énergie
- Utilisation du bâtiment
- Climat intérieur (ventilation supplémentaire, par exemple ....)
- ...

Définir au mieux les facteurs
et assurer un bon suivi de ceux-ci

MODÈLES ÉNERGÉTIQUES

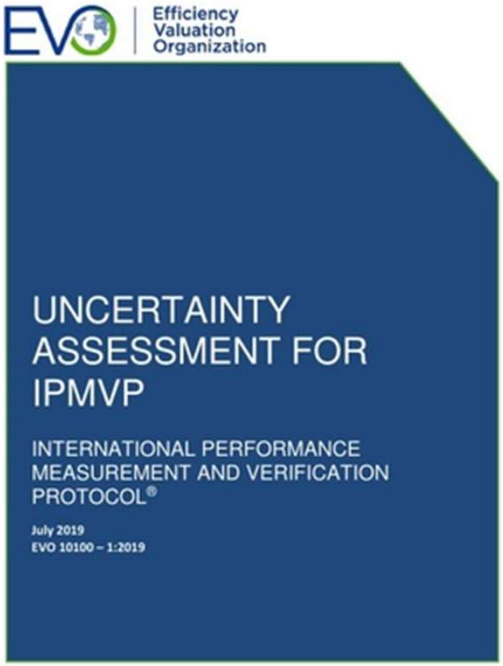
Plusieurs méthodes différentes

- Régression
- M&V « avancé »

L'incertitude est importante !

- Données statistiques, déterminées par :
  - Qualité des données disponibles
  - Variabilité des données
  - Mesure dans laquelle les variables pertinentes, explicatives et indépendantes sont trouvées

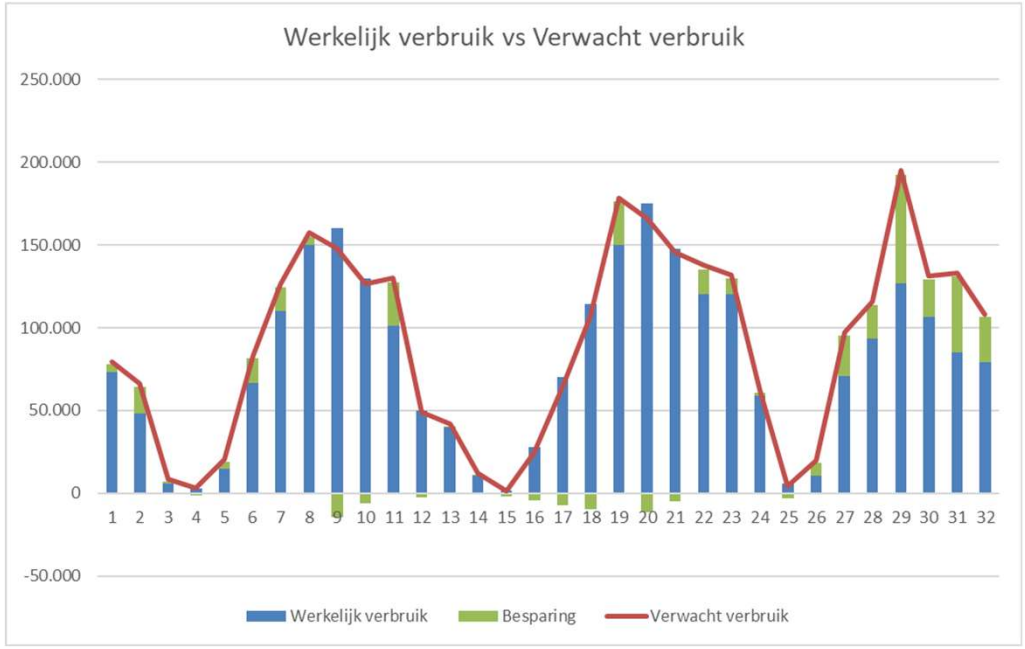
Transparence



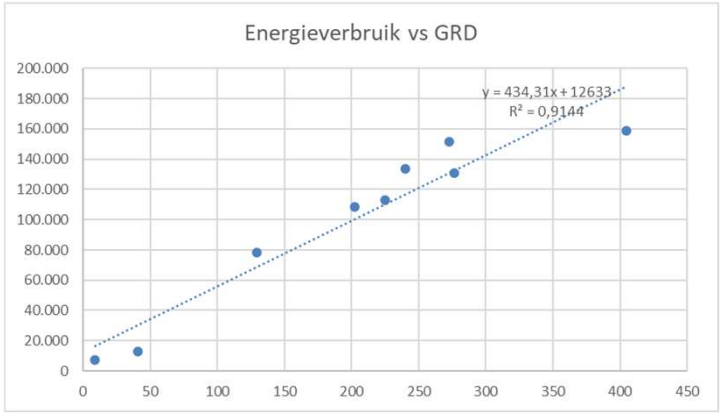
EXEMPLE

- Consommation mois=
  434 kWh x DJ mois + 12633 kWh





Factor4, 2022



Factor4, 2022

PLAN M&V CONFORME À L'IPMVP

13 éléments d'un plan de M&V validé par l'IPMVP

- Quelle est l'intervention et son objectif ?
- Quelle « option » IPMVP et où la mesurer ?
- Mesures de référence
- Quelle période de contrôle ?
- Base des ajustements
- Méthode d'analyse
- Prix de l'énergie à utiliser
- Points de mesure
- Responsabilités
- Précision attendue
- Budget M&V
- Mode d'établissement des rapports
- Assurance qualité pour M&V



TO IPMVP OR NOT TO IPMVP?

Principales raisons d'utiliser la méthode IPMVP :

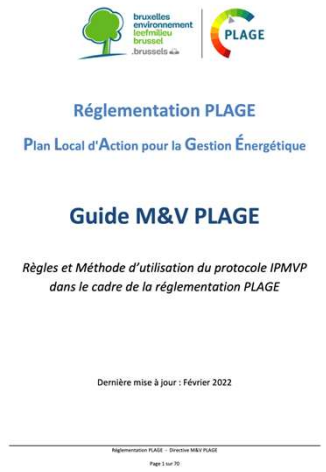
- Anticiper les changements inattendus et éviter les discussions
- Mesurer les économies au niveau d'une action (AAPE)
- Plus grande liberté de choix en termes de fréquence de mesure
- Flexibilité en termes de modélisation énergétique

Quand, par exemple ?

- En cas de déménagement dans un autre bâtiment
- Dans les bâtiments complexes, avec de nombreuses zones « non-Plage »
- Lorsque l'on s'attend à ce que les conditions (autres que le climat) changent

POINTS D'ATTENTION AVEC LA MÉTHODE IPMVP

- Exige une personne (interne ou externe à l'organisme) certifiée CMVP, PMVA, PMVE
- Analyse approfondie par le réviseur : plan de M&V bien documenté requis
- Coûts de M&V (en fonction de la complexité du dossier)



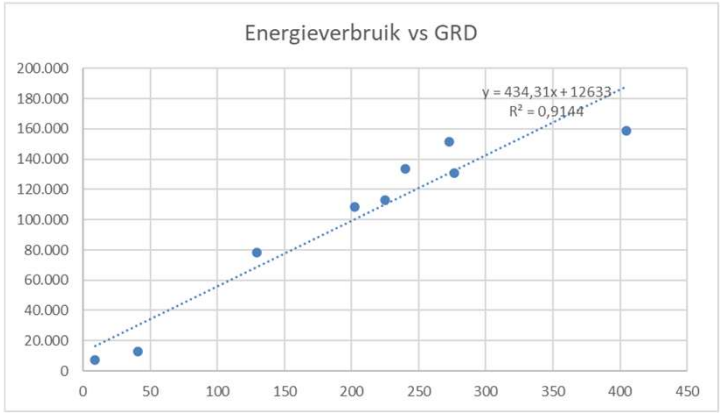
INCERTITUDE

La M&V est sujet à l'incertitude:

- Précision des compteurs (généralement relativement limitée)
- Fiabilité des modèles énergétiques
- Combinaison d'incertitudes dans un grand parc immobilier

Dans PLAGE, nous devons donc (en utilisant la méthode standard ou dans votre propre plan/rapport de M&V)

- Calculer les incertitudes
- Faire la combinaison de toutes les incertitudes



Factor4, 2022

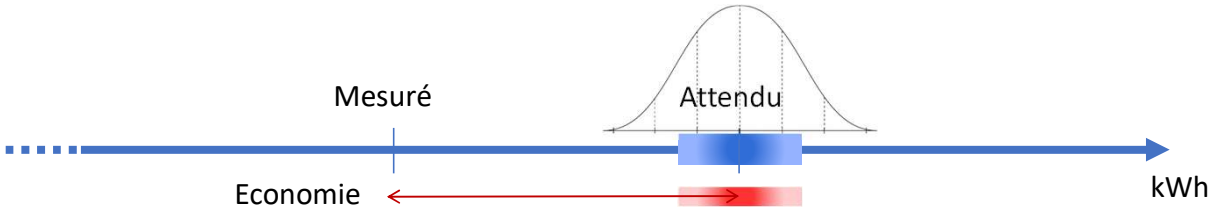
FIABILITÉ D'UN MODÈLE ÉNERGÉTIQUE

Précision d'un modèle énergétique

- Erreur standard (RMSE) de la prévision de consommation de base
- Niveau de confiance (par exemple: choisir 90%)
- Intervalle de confiance (par exemple: 5%)

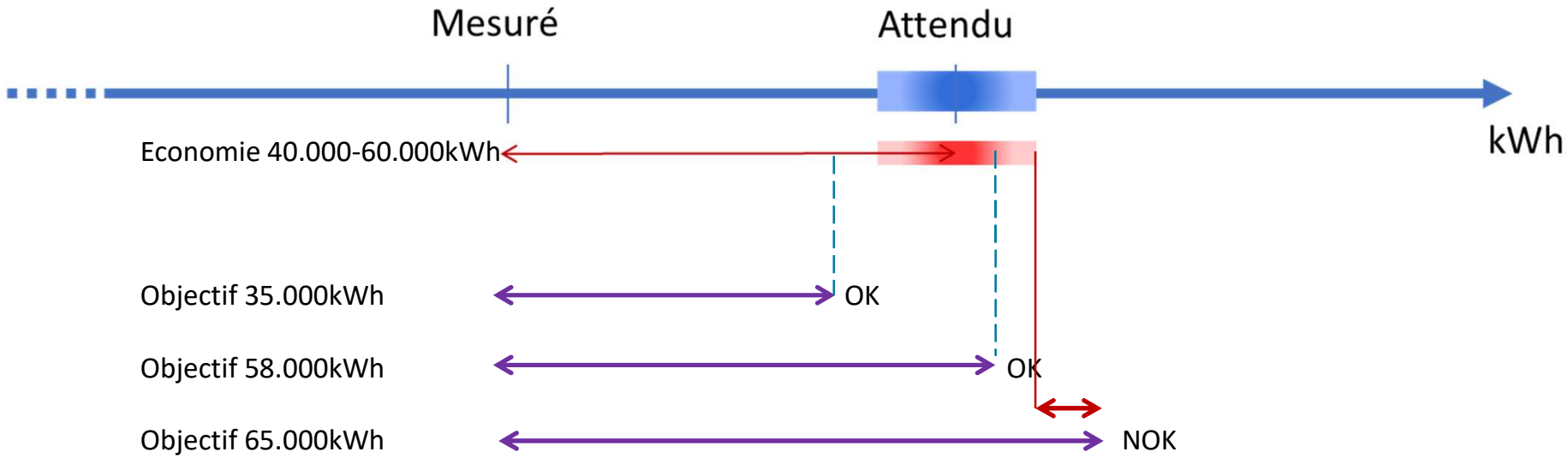
Par exemple :

- La consommation d'énergie prévue est estimée à 200 000 kWh
- "Nous sommes sûrs à 90% que la valeur se situe entre 190.000kWh et 210.000kWh"
- La consommation d'énergie mesurée est de 150.000kWh
- Économies = consommation d'énergie prévue - consommation d'énergie réelle mesurée
- "Nous sommes sûrs à 90% que l'économie se situe entre 40 000kWh et 60 000kWh".



INCERTITUDE DANS PLAGE

- Combinaison de l'incertitude de toutes les mesures
- Vérification avec la tolérance maximale autorisée
- Comparaison avec votre objectif →bonus/malus



CONCLUSION

- Préparez bien votre dossier pour que le réviseur puisse le comprendre facilement
- Lisez (et relisez) les manuels de l’utilisateur des plateformes
- La méthode standard est très puissante ; dans les cas particuliers, utilisez la méthode IPMVP
- Des données de bonne qualité réduisent l'incertitude et donc le nombre de discussions lors de la phase d'évaluation
- Gardez un œil sur vos « facteurs statiques » !