Méthodologie d'analyse et d'optimisation des entraînements électriques en milieu industriel

Comment procéder de façon concrète

N. Macabrey, Planair SA
Responsable programmes entraînements électriques

Contenu de la présentation

1. Motivations
2. Situation actuelle
3. Méthodologie

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

Contenu de la présentation

1. Motivations

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

1. Motivations

Dans les entreprises industrielles

Les entrainements électriques représentent jusqu'à 90% de la consommation électrique des entreprises industrielles

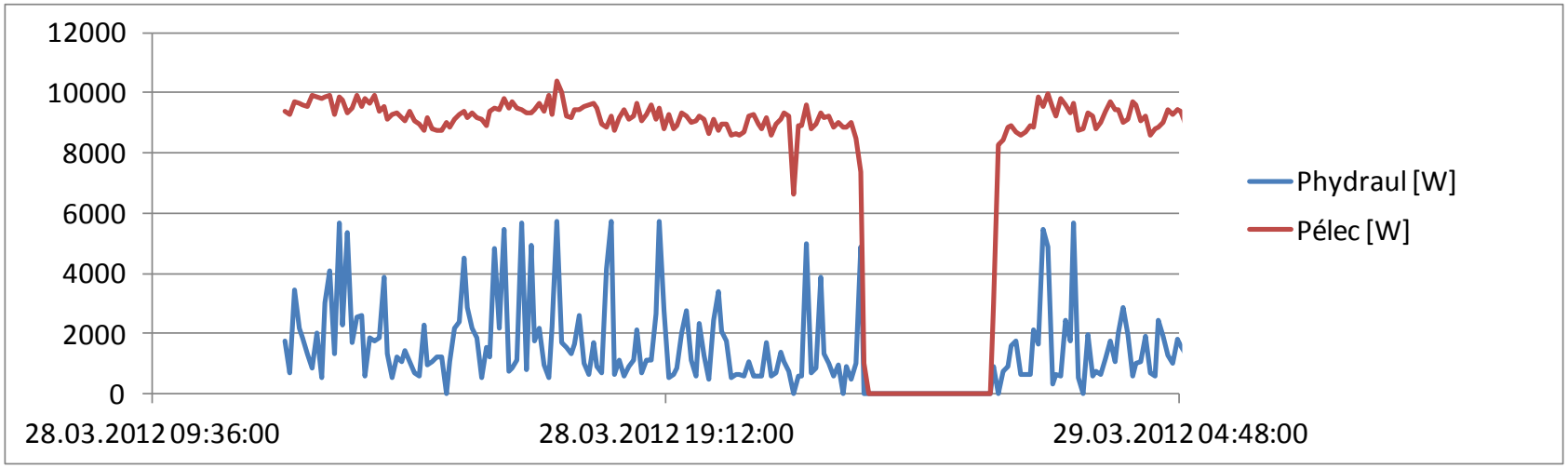
- Très souvent, les équipements sont anciens, mal dimensionnés, mal réglés et donc peu efficaces
- Le potentiel d'économies est alors important (20 à 40%)
- Des optimisations rentables existent

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

1. Motivations

Les rendements globaux sont fréquemment très bas

Le système global doit être amélioré



Exemple du rendement global d'un entraînement (pompe d'eau alimentant une chaudière vapeur):

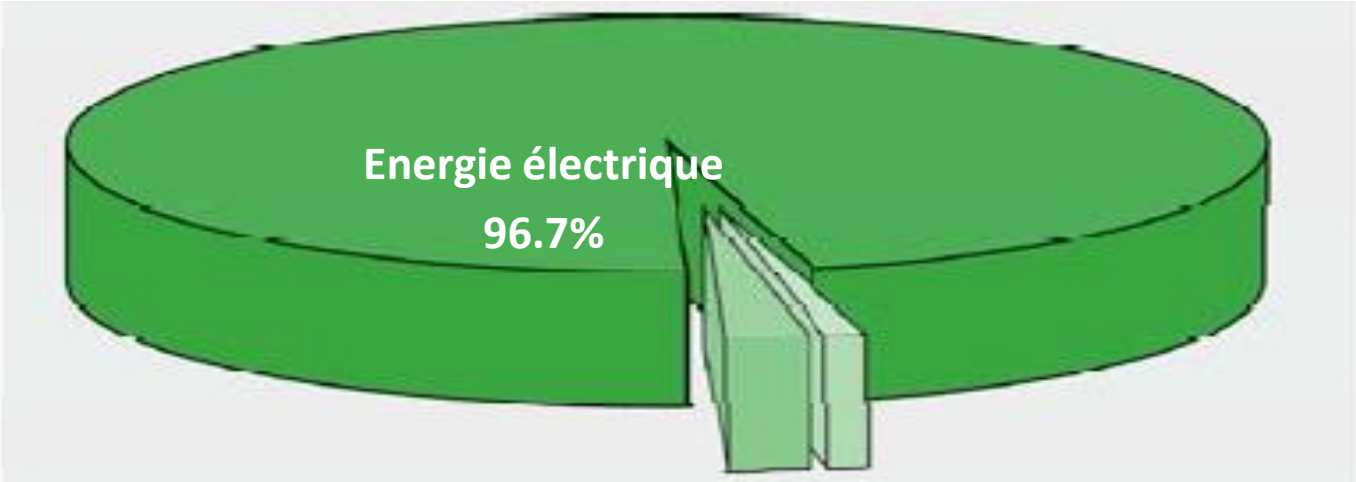
- rendement moyen: 20%
- rendement à pleine charge 65%
- rendement à basse charge : < 10%

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

1. Motivations

Balance investissement – coûts d'exploitation

Les coûts énergétiques représentent plus de 95% du coût d'un moteur électrique sur sa durée de vie!



Investissement (achat moteur)
2.3%

Entretien et maintenance
1%

Répartition des coûts du cycle de vie d'un moteur IE3 de 11 kW (bien dimensionné) qui fonctionne pendant 15 ans à raison de 4000 h/an

Un investissement énergétique est une bonne affaire !

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

Contenu de la présentation

2. Situation actuelle

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

2. Situation

Constat

Un grand potentiel rentable non exploité

Même s'il existe des optimisations rentables, il n'y a jusqu'à présent qu'un engagement limité des entreprises dans le domaine des entraînements électriques.

Les principales raisons sont:

1. Nature de l'énergie électrique (intangible)
2. Organisation interne et responsabilité
3. Méconnaissance de la situation et des potentiels
4. Manque de ressources (méthodologie, profil, temps)
5. Compétition pour les budgets internes (difficulté à financer des analyses)

2. Situation

Un soutien est nécessaire

Les entreprises ont besoin d'outils et de soutiens

Les entreprise sont motivées si le soutien proposé leur permet :

1. d'identifier rapidement les entraînements qui ont le meilleur profil
2. de connaître les mesures d'optimisation et leur rentabilité

-> C'est l'objectif de la méthodologie que Planair propose

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

Contenu de la présentation

3. Méthodologie

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Une approche directe

Méthodologie

Travailler en deux étapes:

- Une analyse préliminaire basée sur l'expérience, des outils simples et une évaluation énergétique
- Une analyse poussée, réservée aux installations aux meilleurs potentiels et aux mesures d'optimisation faisables, qui apporte les informations techniques et économiques

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape I: Analyse préliminaire

Lorsque les installations sont très mal connues, on s'assure qu'il existe un minimum d'équipements remplissant des prérequis (taille, âge, type) via un formulaire préliminaire :

-> identification et nature des grandes installations

Si ok ou si les installations sont mieux connues:

Questionnaire structuré pour la collecte des données sur les principales installations (la structure par utilités et ateliers permet une distribution des tâches):

-> l'outil permet d'estimer les économies individuelles et totales, et met en exergue les meilleurs candidats

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape I: Analyse préliminaire

Outils: Questionnaires Excel, fonction des données disponibles

Cas a) Situation avec peu d'info sur l'entraînement

Puissance nominale	Année de fabrication du moteur électrique	Heures de fonctionnement approximatif	Le besoin est-il variable ?	Le moteur est su convertisseur de fréquence (CF) ?	Consommation	Potentiel d'économie	Pourcentage d'économie
kW	xxxx	heures/an	Oui/ Non	Oui/ Non	[kWh/an]	[kWh/an]	%
25	1995	4'500	Oui	Non	56'250	15'188	27.0%

Cas b) Situation avec un bon niveau d'info

Entraînement (ex: moteur électrique du ventilateur de la tour)	Désignation	Code exploitant	Référence fabricant (selon plaquette)	Puissance nominale [Pm kW du moteur selon la plaquette du moteur]	Année de fabrication du moteur électrique	Nombre de pôles	Présence d'un convertisseur de fréquence
Pompe	Grundfoss	M4756	TZR_3746-7869-ZTRE-9009r5	20.0	1988	4	Non

Fonction ou utilité de la pompe	Répartition temporelle de la charge en % de puissance électrique max consommée [h/an]				Rapport entre la puissance électrique maximale et la puissance nominale de l'entraînement [-]	Consommation totale de l'entraînement [kWh/an]	Estimation des économiques totale entraînement [kWh/an]	Pourcentage économie %
	25% Pmax consommée	50% Pmax consommée	75% Pmax consommée	100% Pmax consommée				
Pompe de circulation	1'000	2'000	2'000	1'000	0.50	75'000	20'000	26.67%

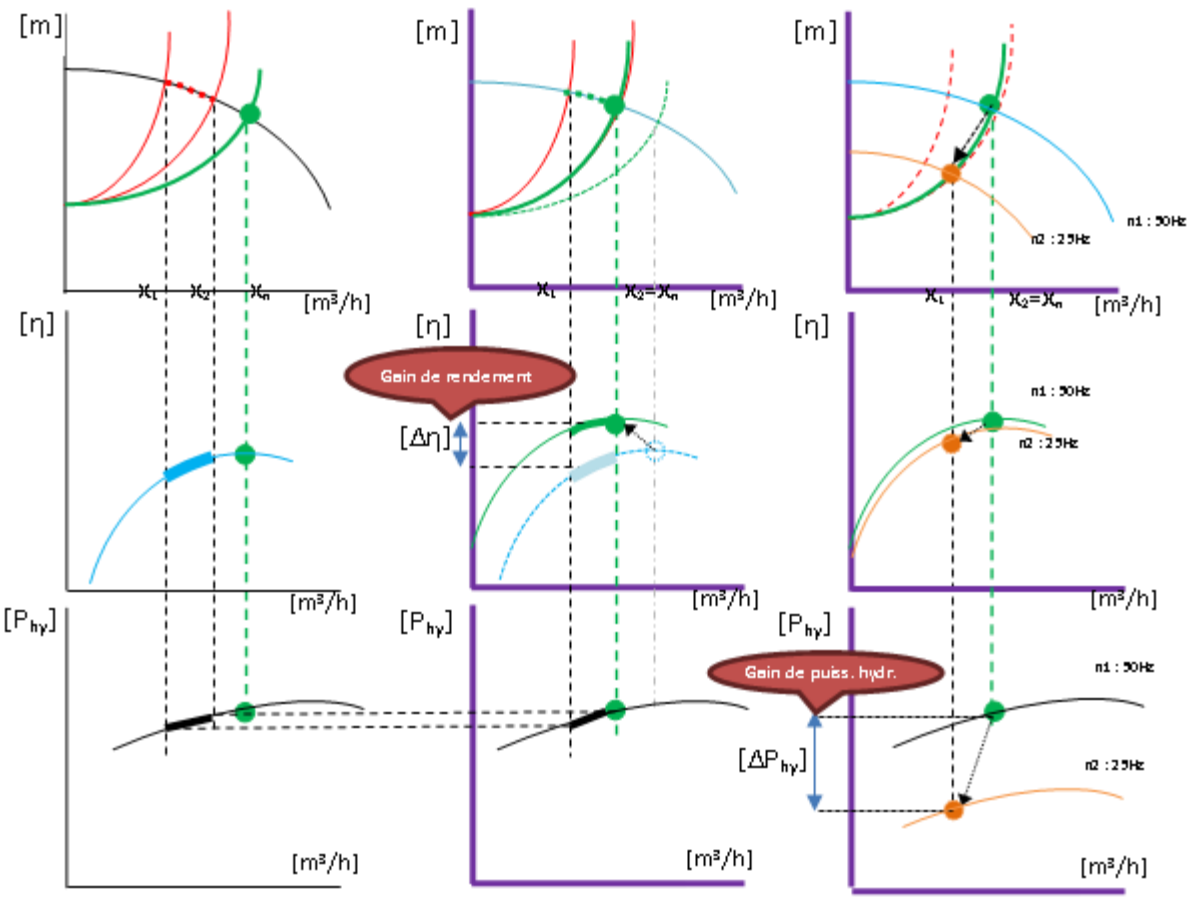
PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape I: Analyse préliminaire

Estimation du potentiel (cas d'une pompe)

3 gains distincts: technologie, dimensionnement, charges/débits variables



Situation initiale

Redimensionnement en tenant compte des nouvelles technologies et du besoin réel

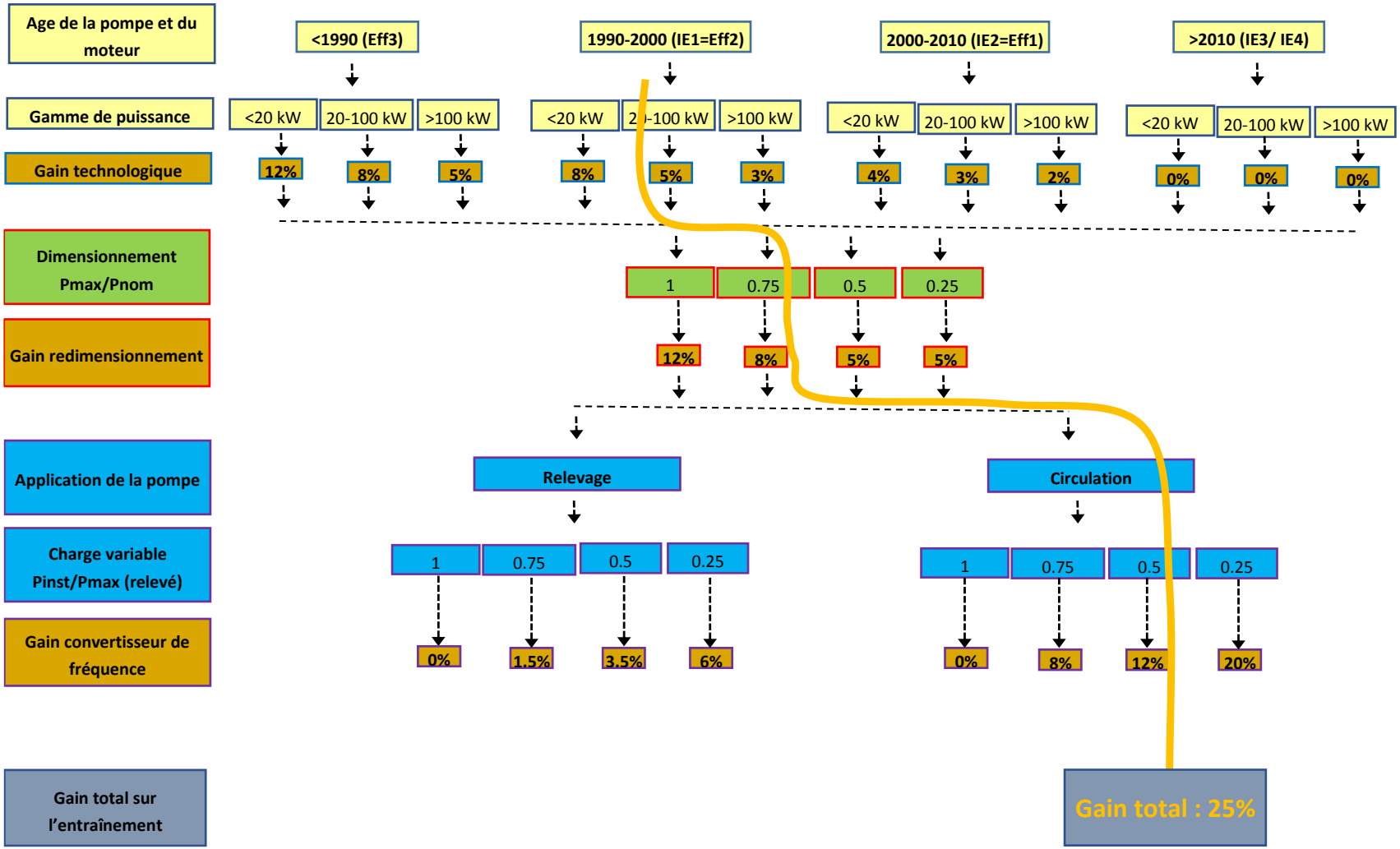
Intégration d'un convertisseur de fréquence

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape I: Analyse préliminaire

Calculs des 3 types de gains



PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape I: Analyse préliminaire

On dispose alors d'une liste des meilleurs potentiels théoriques sur une base énergétique

Introduction du fonctionnement et des critères de faisabilité

Visite des installations et discussion avec le(s) responsable(s)

- Compréhension du système (exploitation, réglages, interdépendances), du périmètre d'analyse adéquat et de la latitude dans les adaptations (contraintes)

et

- Faisabilité des mesurages + grandeurs déjà enregistrées par l'exploitant
- Faisabilité des analyses (connaissances et informations à disposition)
- Faisabilité des mesures d'optimisation (garanties, coûts auxiliaires, devenir des installations, etc.)

-> Choix final des mesurages

3. Méthodologie

Etape II: Mesurages et analyses approfondies

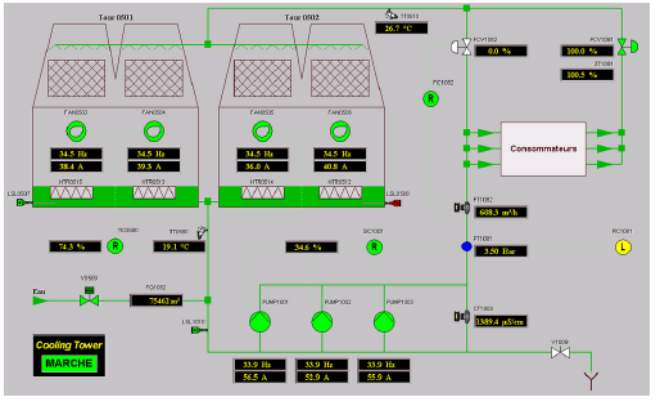
Démarches

1. Définition du périmètre d'analyse
2. Préparation et exécution des mesurages
3. Traitement des résultats (mise en forme, calculs, prise en compte des valeurs relevées par l'exploitant)
4. Exploitation des résultats: Analyses de détails et propositions d'optimisation
5. Chiffrage des optimisations
6. Calculs énergétiques et économique (pay-back)
7. Plan d'optimisation

3. Méthodologie

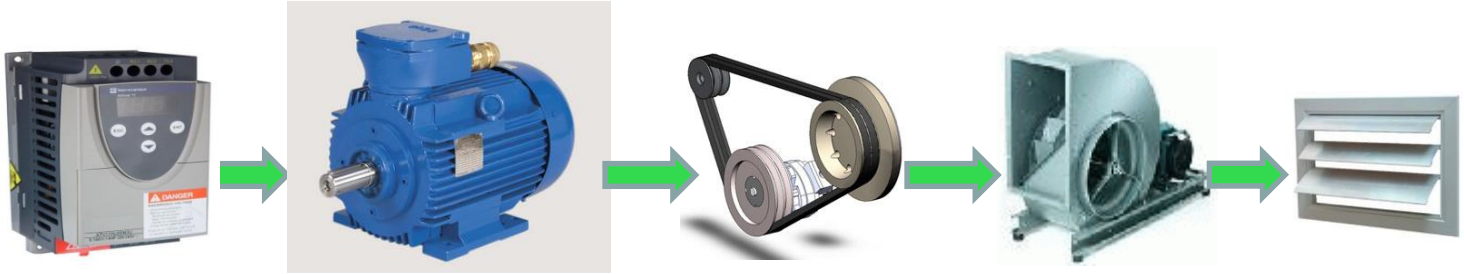
Etape II: Mesurages et analyses approfondies

Travailler au bon niveau



Comprendre l'installation dans laquelle s'intègre l'entraînement électrique permet de définir correctement le périmètre d'analyse

1. Au niveau système, on analyse les interactions possibles, les besoins réels et l'exploitation actuelle -> premier potentiel d'économies
2. Au niveau de l'entraînement, on le considère dans son ensemble puis par composant: variations de charge, dimensionnement, technologie -> second potentiel d'économies



PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape II: Mesurages et analyses approfondies

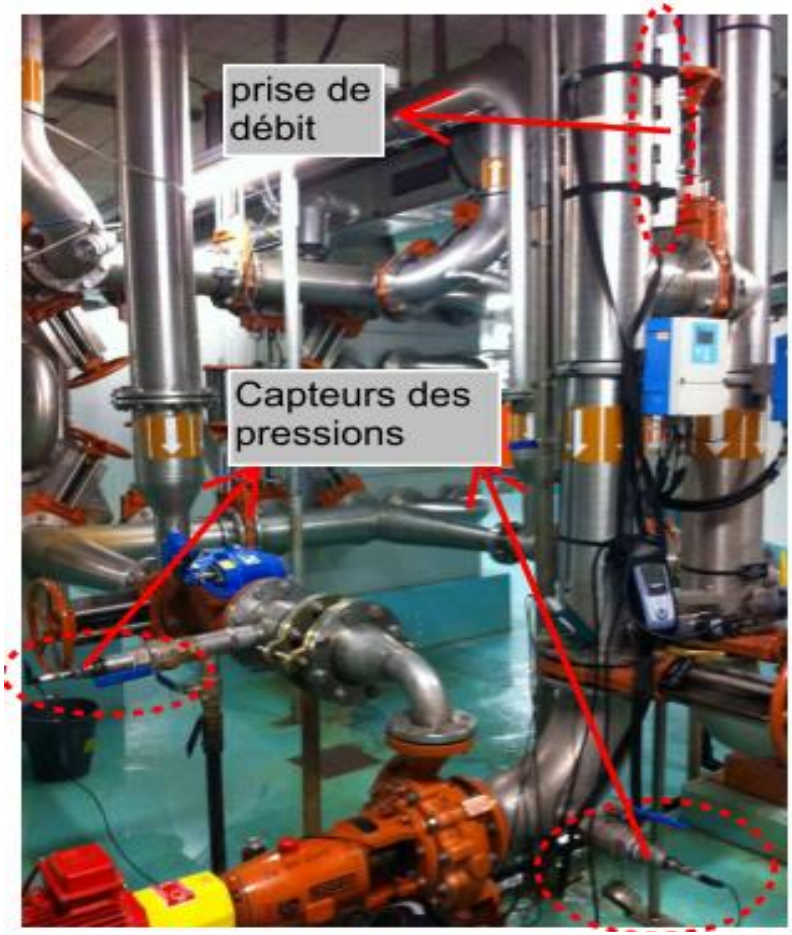
Pour les entraînements aux meilleurs potentiels, les mesurages apportent des informations inaccessibles autrement

Les mesurages peuvent être:

- puissance électrique (puissance fournie)
- débit (total, utile, ou par élément)
- pressions avant et après l'élément entraîné (Δp)
- autres (vitesses de rotation, températures, etc.)

Les mesurages permettent de connaître:

- le fonctionnement réel (variations de charge)
- Le rendement global



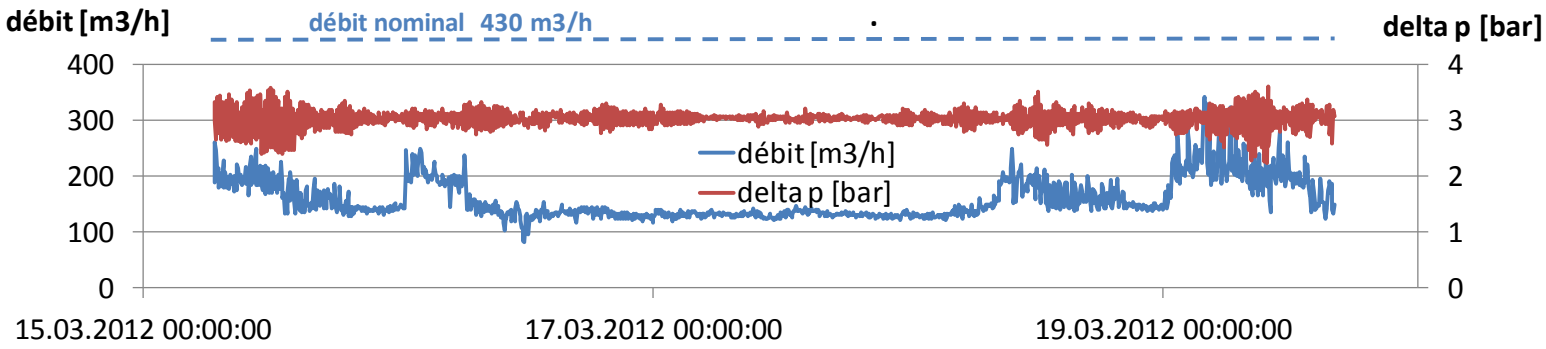
Equipements de mesurages sur une pompe (+ wattmètre en armoire électrique)

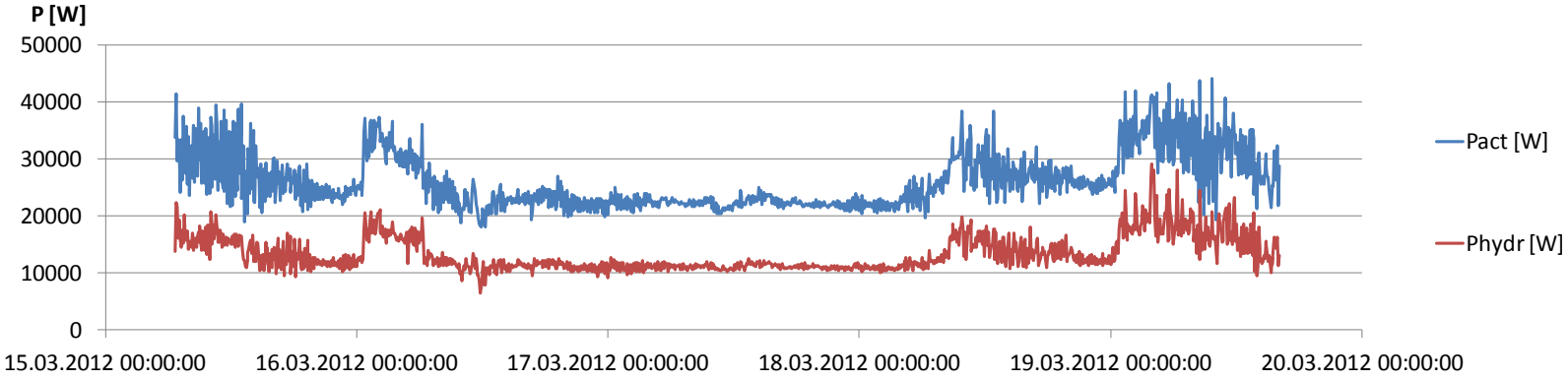
PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape II: Mesurages et analyses approfondies

Résultats de mesurages



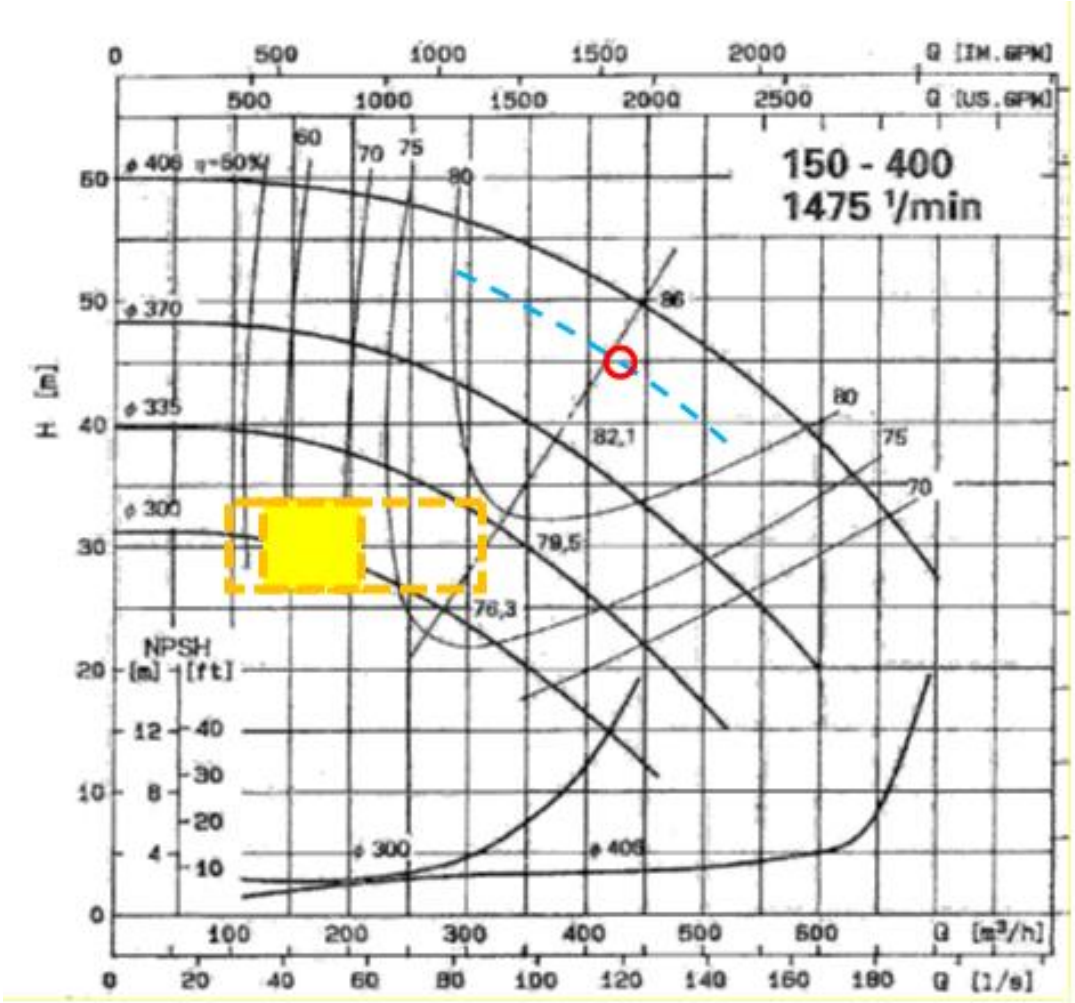


PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape II: Mesurages et analyses approfondies

Point, zone de fonctionnement



Zone de travail de la pompe

Point de fonctionnement nominal

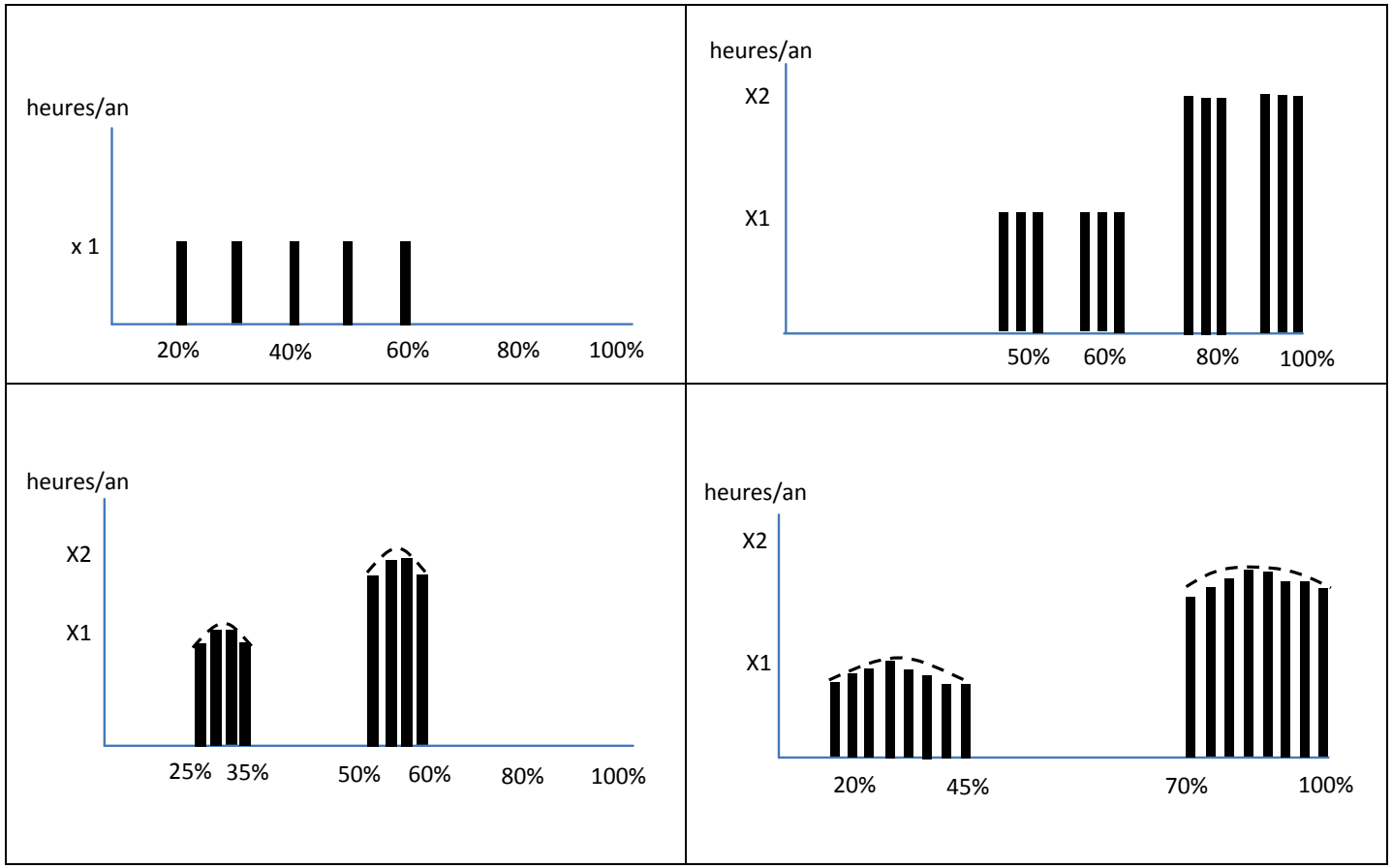
PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape II: Mesurages et analyses approfondies

Analyses

- Rendement global
- Répartition des besoins



PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

3. Méthodologie

Etape II: Mesurages et analyses approfondies

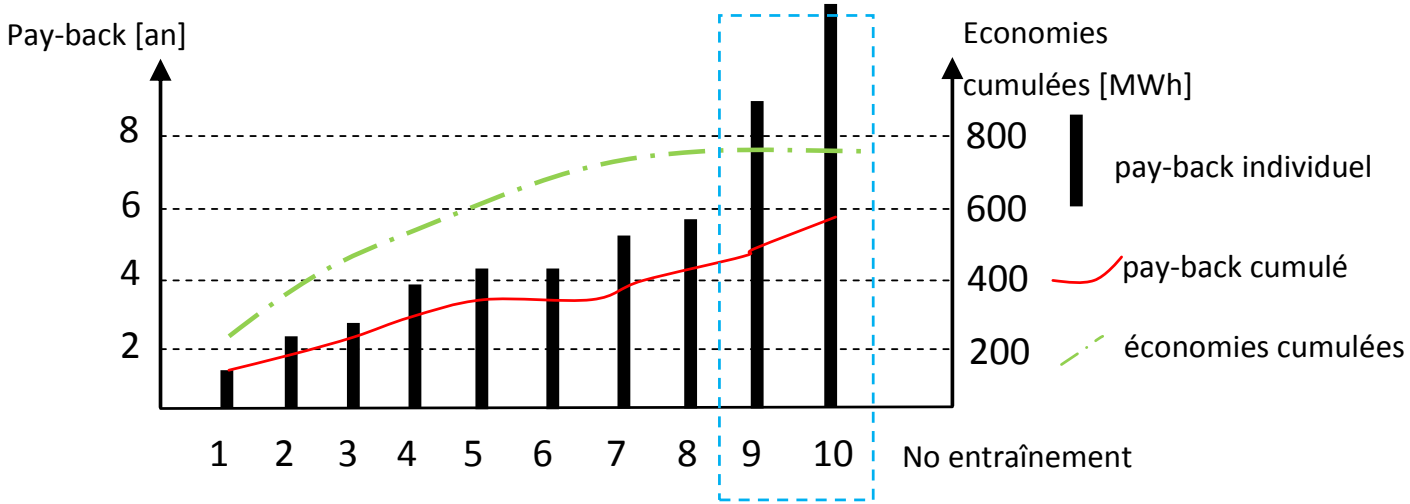
Propositions d'optimisation

1) L'offre actuelle correspond-elle au vrai besoin?

- Optimisation avec la prestation actuelle
- Optimisation avec une prestation adaptée

2) Design de l'optimisation

- Chiffrage, calculs des économies et rentabilité
- Ranking des optimisations



PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

Merci de votre attention

Planair SA
Crêt 108 A
CH-2314 La Sagne
Nicolas Macabrey
Dr Ing. él. EPFL-SIA
032 933 88 40
nicolas.macabrey@planair .ch

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement