



---

# Effacité énergétique

Septembre 2025





An aerial photograph of a dense green forest with a river flowing through it. The river is dark blue and reflects the surrounding trees. The forest is composed of various types of trees, including tall evergreens and shorter deciduous trees.

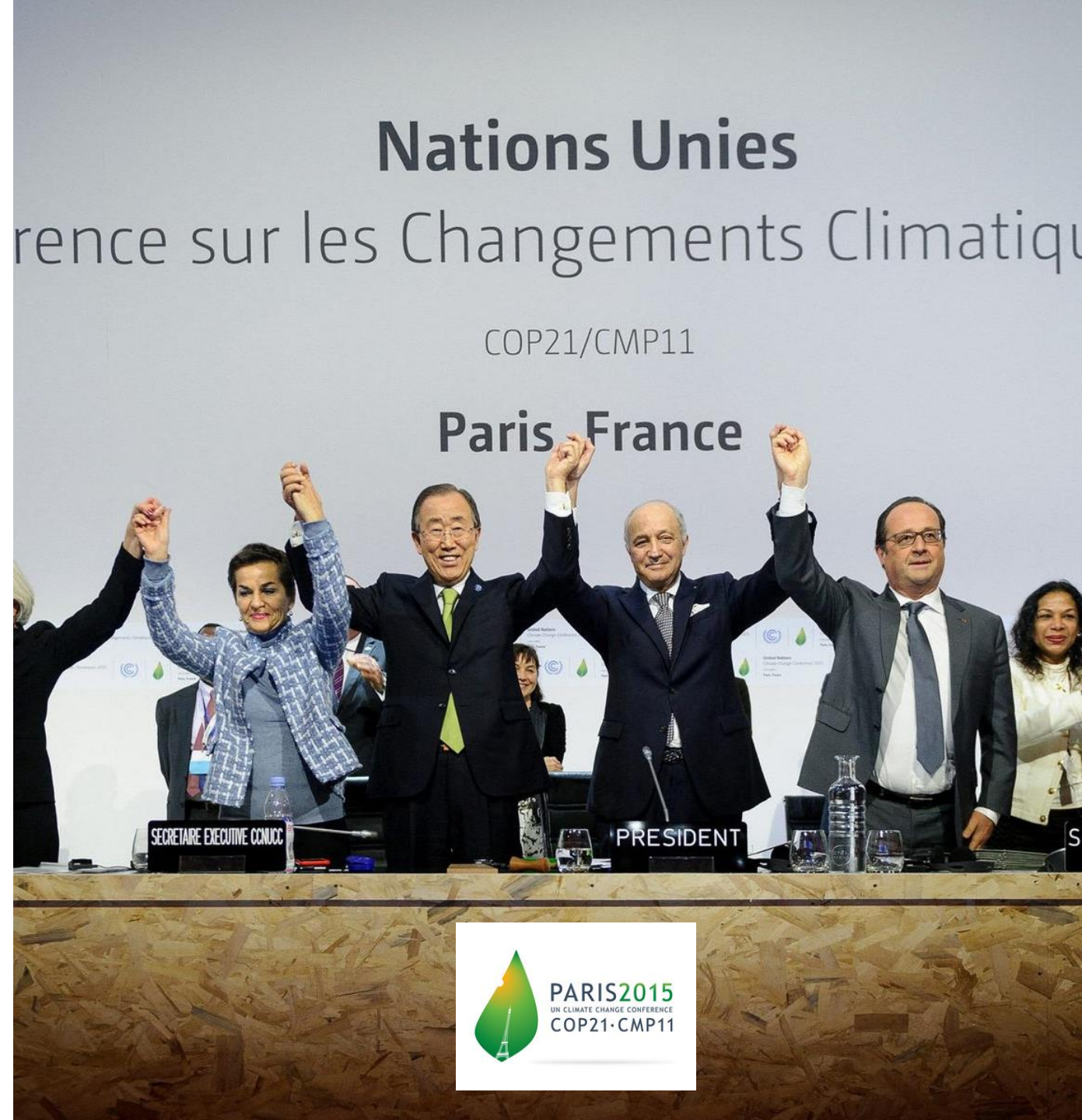
# Objectifs de la présentation

- Comprendre les enjeux de **l'efficacité énergétique**
- Comment agir sur la **chaîne cinématique**
- Être capable de **démontrer** l'efficacité d'une solution
- Présentation des **outils ABB dédiés**
- Proposer des **solutions à valeurs ajoutées**



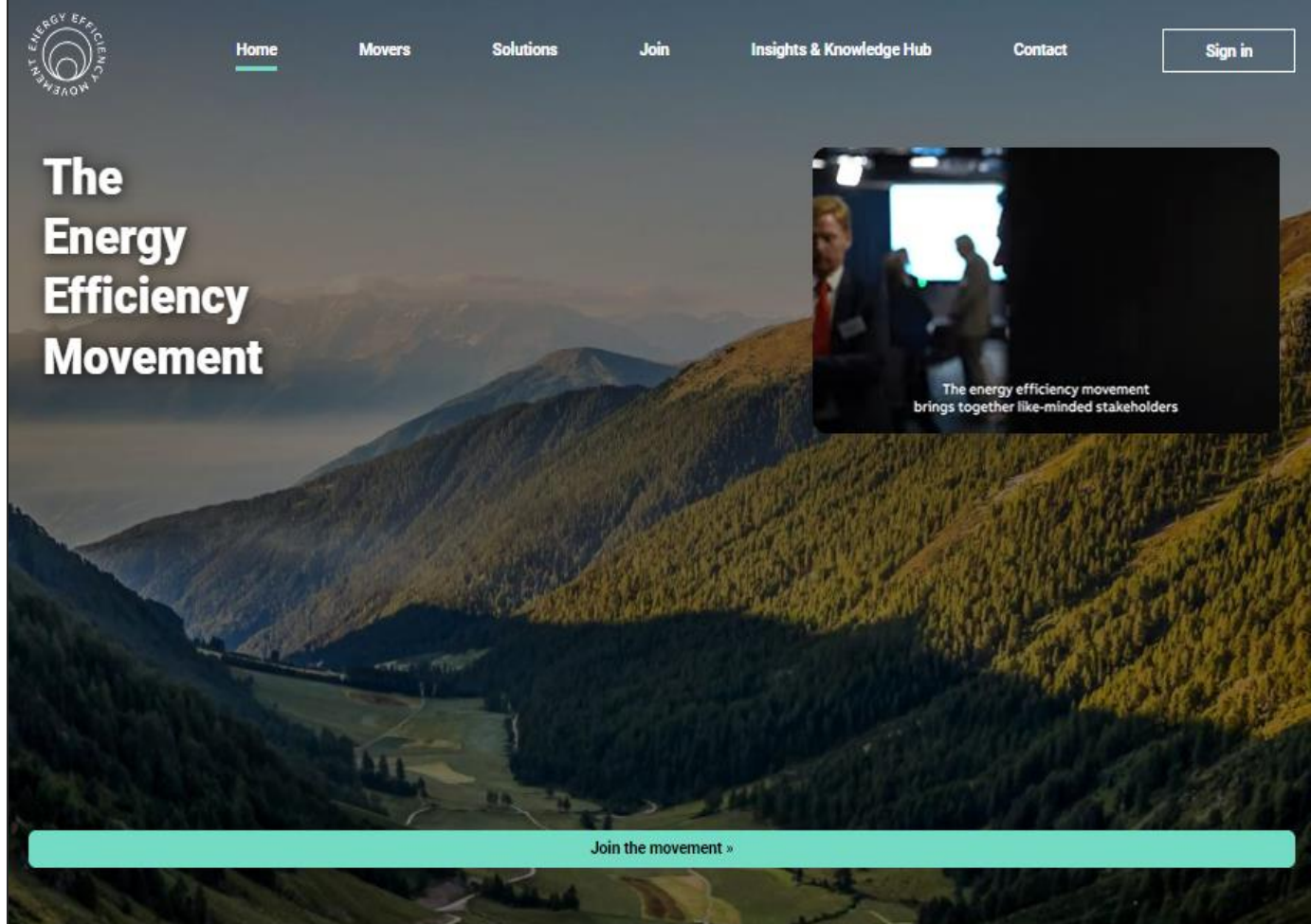
# COP 21 2015 - Les accords de Paris

- Font suite aux accords de Kyoto en 2005
- Adoptés par 195 états
- Définissent le plan d'action global pour limiter le réchauffement climatique en dessous de 2°C
- L'UE a pris les engagements suivants:
  - Réduire les émissions de CO<sub>2</sub> d'au moins 40% d'ici à 2030
  - Atteindre la neutralité carbone en 2100



# The Energy Efficiency Movement

- Le Mouvement pour l'efficacité énergétique est un forum créé par ABB qui rassemble des parties prenantes partageant les mêmes idées pour innover et agir pour un monde plus économe en énergie.
- <https://www.energyefficiencymovement.com/>



**The Energy Efficiency Movement is a forum that brings together like-minded stakeholders to innovate and act for a more energy-efficient world.**

Through innovation, the sharing of knowledge and insights, adoption of available energy-efficient technologies, smart investments and the right regulations and incentives, we can optimize energy efficiency and accelerate progress toward a decarbonized future for all. The Movement promotes the use of energy-efficient solutions and technologies to save energy, reduce costs and draw down CO2 emissions. We serve as a "voice of industry" on energy efficiency, representing the private sector to investors, public sector decision-makers, academia, non-governmental organizations and civil society.

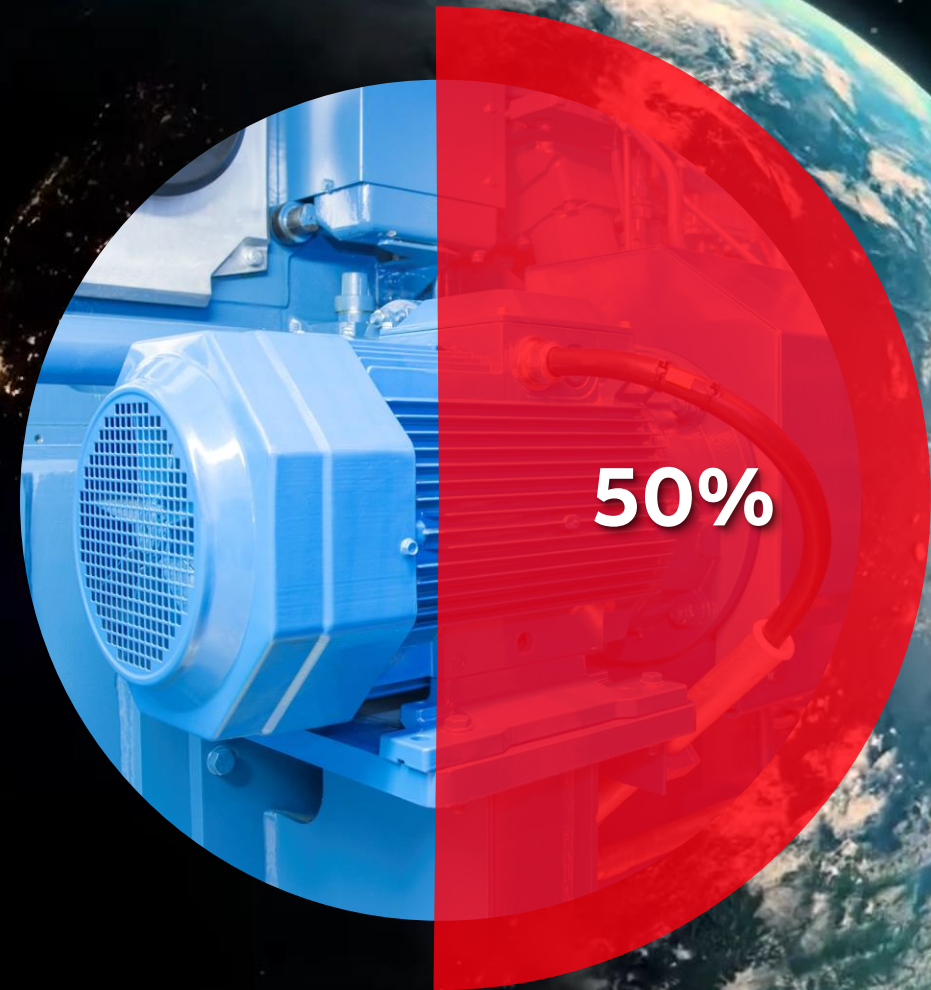
The Movement was launched by ABB and has received a positive reaction throughout industry, with hundreds of companies joining since its launch in 2021.



---

## Le rôle critique des moteurs

- **42 %** de l'électricité mondiale est utilisée dans l'industrie.
- **75%** de cette électricité sert à faire tourner des moteurs.
- **Soit 31 %** de l'électricité mondiale sert à faire tourner des moteurs industriels.
- **50 %** en considérant toute la partie tertiaire et le transport.





## Avantages potentiels

Il a été estimé que si les **300 millions** de systèmes industriels à **moteur électrique** actuellement **en fonctionnement** étaient remplacés par des équipements optimisés et à **haut rendement**, la consommation mondiale d'électricité pourrait être **réduite de 10 %**.

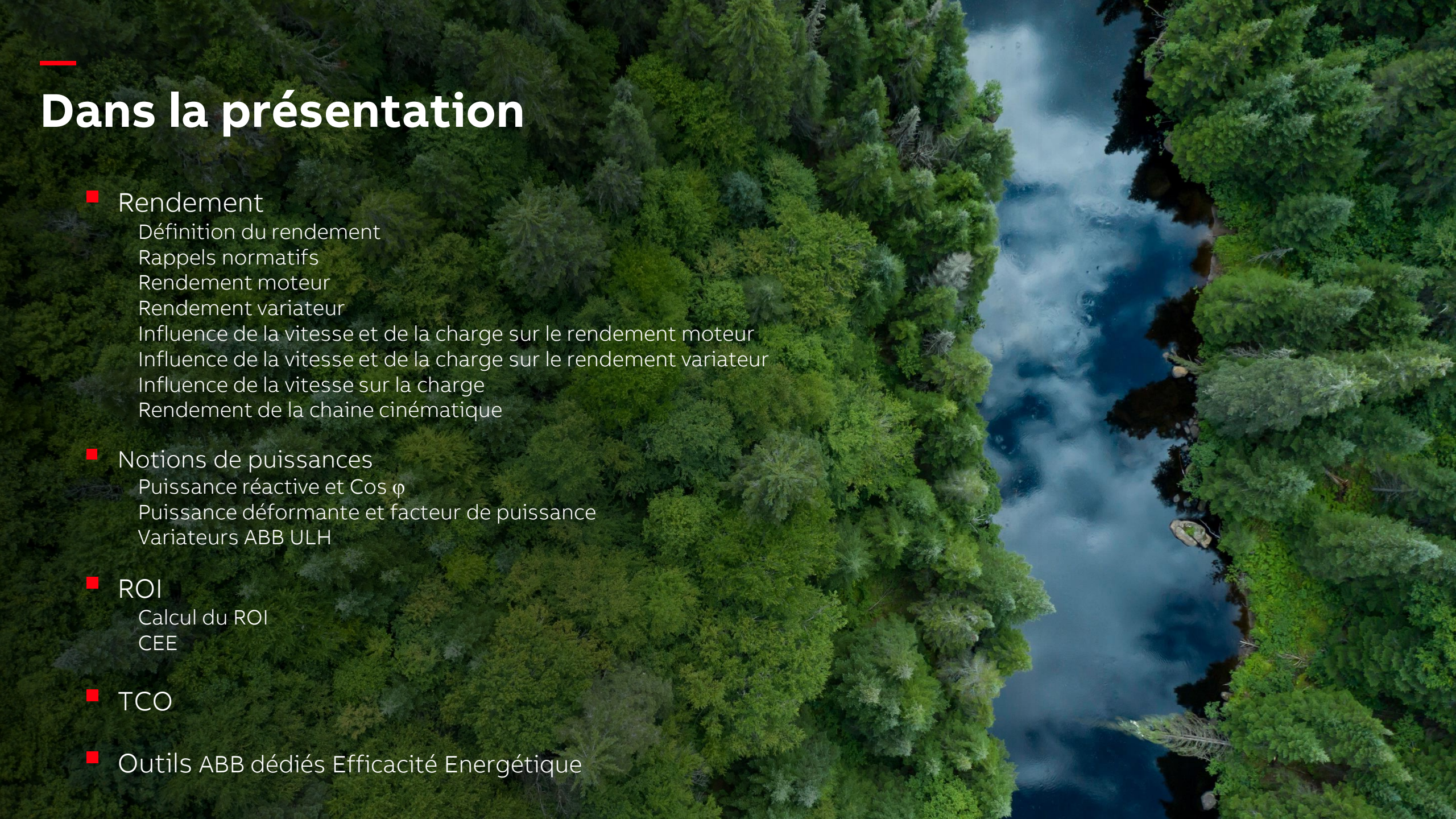
La consommation d'énergie du segment de l'eau pourrait être réduite de **15 %** d'ici 2040 en adoptant les bonnes mesures d'efficacité énergétique.

Réduction de la  
consommation  
mondiale  
d'énergie de

10%





An aerial photograph of a river winding through a dense, green forest. The river is dark blue and reflects the surrounding trees. The forest is composed of various types of trees, including tall evergreens and shorter deciduous trees. The overall scene is lush and natural.

# Dans la présentation

- Rendement
  - Définition du rendement
  - Rappels normatifs
  - Rendement moteur
  - Rendement variateur
  - Influence de la vitesse et de la charge sur le rendement moteur
  - Influence de la vitesse et de la charge sur le rendement variateur
  - Influence de la vitesse sur la charge
  - Rendement de la chaîne cinématique
- Notions de puissances
  - Puissance réactive et  $\cos \varphi$
  - Puissance déformante et facteur de puissance
  - Variateurs ABB ULH
- ROI
  - Calcul du ROI
  - CEE
- TCO
- Outils ABB dédiés Efficacité Energétique





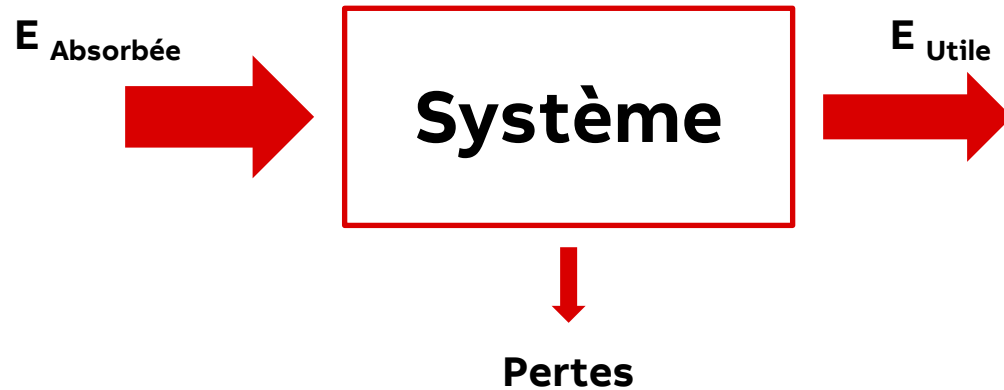
# Rendement

Normes et directives



## Définition du rendement

Le rendement  $\eta$ , est le rapport de l'énergie utile sur l'énergie absorbée d'un système.



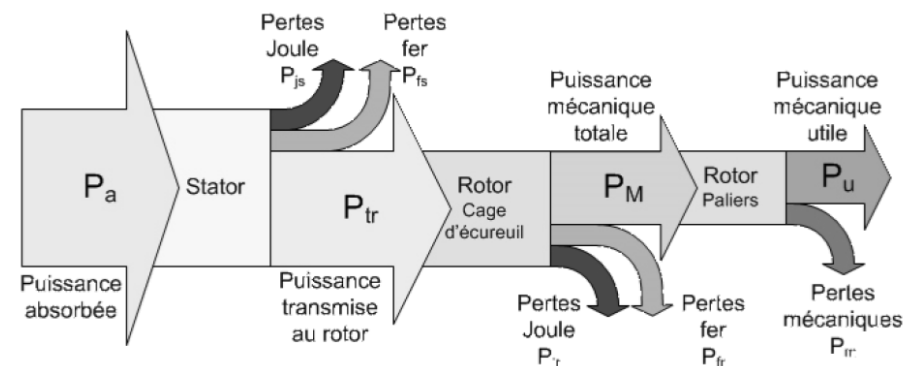
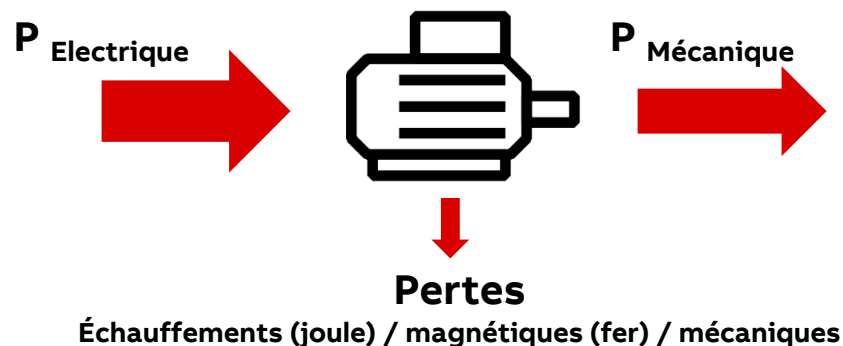
$$\eta = \frac{E_{\text{Utile}}}{E_{\text{absorbée}}} = \frac{E_{\text{Utile}}}{E_{\text{Utile}} + \text{Pertes}}$$

Compris entre 0 et 1, généralement exprimé en %.



# Rendement moteur

## Définition



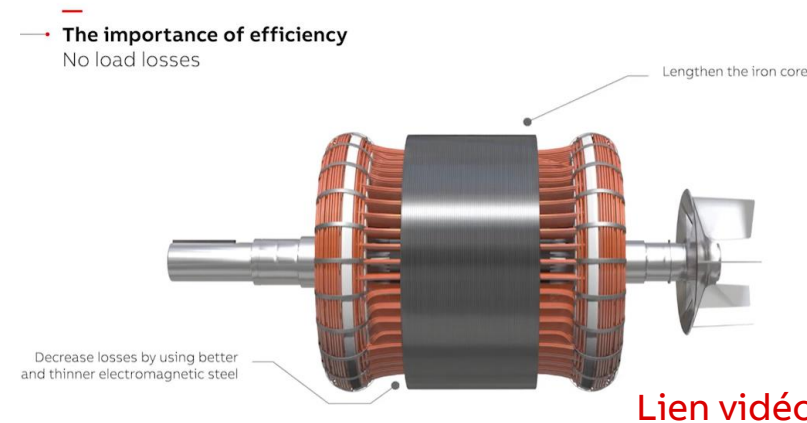
Formules mécaniques

$$\eta = \frac{P_{\text{Mécanique}}}{P_{\text{Electrique}}} = \frac{P_{\text{Mécanique}}}{P_{\text{Mécanique}} - \text{Pertes}} = \frac{C\omega}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi}$$

Objectif des fabricants de moteurs :

**Maximiser le rendement en minimisant les pertes !**

Pourquoi le rendement des moteurs électriques est-il si important ?





# Rendement moteur

Retrouver le rendement non plaqué d'un moteur

|                                                 |    |    |       |                     |       |             |      |
|-------------------------------------------------|----|----|-------|---------------------|-------|-------------|------|
| <b>ABB</b>                                      |    |    |       | <b>IE2</b>          |       | <b>CE</b>   |      |
| 3~ Motor M3BP 180 MLB 4                         |    |    |       | Cl.F                | IP 55 | IEC 60034-1 |      |
| V                                               | Hz | kW | r/min | A                   | cos φ | duty        |      |
| 690                                             | Y  | 50 | 22    | 1475                | 24,0  | 0,83        | S1   |
| 400                                             | Δ  | 50 | 22    | 1475                | 41,5  | 0,83        | S1   |
| 415                                             | Δ  | 50 | 22    | 1477                | 40,4  | 0,82        | S1   |
| Prod code 3GBP182032-ADG                        |    |    |       | No 3GV0932345678001 |       |             |      |
| 50 Hz: IE2 - 92,1(100%) - 93,1(75%) - 93,0(50%) |    |    |       |                     |       |             | 2009 |
| 6313/C3                                         |    |    |       | 6212/C3             |       | 222 kg      |      |
| spare-parts:www.abb.com/partsonline             |    |    |       |                     |       |             |      |

$$\eta = 92,1\%$$

| ABB Motors              |    |       |            |       | CE       |  |
|-------------------------|----|-------|------------|-------|----------|--|
| 3 ph Motor M2AA 132 M-4 |    |       | Cl.F       | IP 55 | IEC 34-1 |  |
| 3GAA132002-ASBK1        |    |       |            |       |          |  |
| N 42013 017             |    |       |            |       |          |  |
| V                       | Hz | r/min | kW         | A     | Cos φ    |  |
| 380-420 Y               | 50 | 1450  | 7,50       | 15,30 | 0,83     |  |
| 220-240 D               | 50 | 1450  | 7,50       | 26,50 | 0,83     |  |
| 440-480 Y               | 60 | 1750  | 8,60       | 15,10 | 0,83     |  |
| 250-280 D               | 60 | 1750  | 8,60       | 26,00 | 0,83     |  |
| IM1001                  |    |       |            |       |          |  |
| 6208-2Z/C3              |    |       | 6208-2Z/C3 |       | 48,00 Kg |  |

$$\eta = \frac{P_{\text{Mécanique plaquée}}}{P_{\text{Electrique plaquée}}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi} = \frac{7\,500\text{W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 15,3 \cdot 0,83} = 85,2\%$$



# EU MEPS / IEC



International  
Electrotechnical  
Commission

## IEC 60034-30-1

Defines efficiency classes on electrical motors from IE1 to IE4 where IE1 is the lowest and IE4 the highest.

## IEC TS 60034-30-2

Defines efficiency classes for electrical motors run by a frequency converter, motor efficiency only.

## IEC/EN 61800-9-2

Defines the efficiency of the package when motor and frequency converter run together.

# Minimum Efficiency Performance Standards for electric motors

## Overview

### Americas

- Canada
- USA
- Argentina
- Brazil
- Chile
- Colombia
- Ecuador
- Mexico
- Peru

### Europe

- EU, EEA & EFTA countries, Switzerland, Turkey and UK

### Asia

- China
- India
- Indonesia
- Japan
- Kingdom of Saudi-Arabia
- Singapore
- South Korea
- Taiwan
- Vietnam

### Australia & Oceania

- Australia & New Zealand
- Fiji



# Evolution de la directive Européenne

16 juin  
2011

- IE2
- 0.75 à 375kW
- 2, 4, 6P

1<sup>er</sup>  
janvier  
2015

- IE3 en DOL
- IE2 sur drive
- 7.5 à 375kW
- 2, 4, 6P

1<sup>er</sup>  
Janvier  
2017

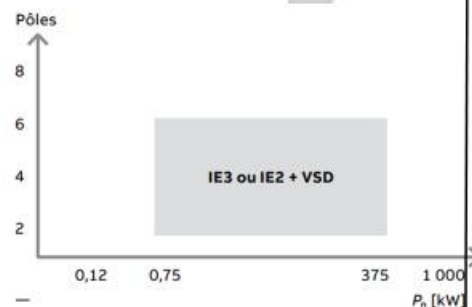
- IE3 en DOL
- IE2 sur drive
- 0.75 à 375kW
- 2, 4, 6P

1<sup>er</sup>  
Juillet  
2021

- IE2 en DOL
- 0.12 à 0.75kW
- IE3 en DOL
- 0.75 à 1000kW
- IE2 drive standard

1<sup>er</sup>  
Juillet  
2023

- IE4 en DOL
- 75 à 200kW
- 2, 4, 6P



Principales exceptions moteurs :

- ATEX
- 8P
- Frein
- Monophasés

Info. CEE

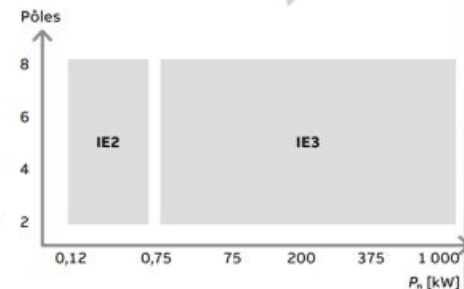


Certificats d'économies d'énergie

Opération n° IND-UT-102

Est exclu de l'opération standardisée tout moteur IE2 défini par le règlement (CE) n°640/2009 de la Commission du 22 juillet 2009 modifié par le règlement (UE) n°4/2014 de la Commission du 6 janvier 2014, acheté :

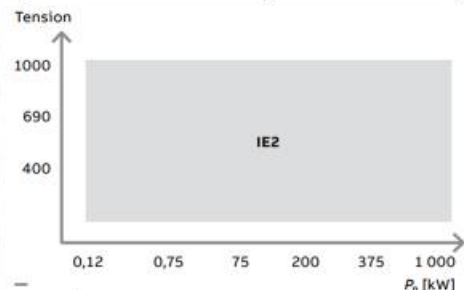
- entre le 1<sup>er</sup> janvier 2015 et le 31 décembre 2016 si sa puissance nominale est comprise entre 7,5 kW inclus et 375 kW inclus ;
- à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2017 si sa puissance nominale est comprise entre 0,75 kW inclus et 375 kW inclus.



Principales exceptions moteurs :

- Monophasés
- ATEX Sécu. Aug. (Ex eb)

Variateur tri. Standard (redresseur à diode)

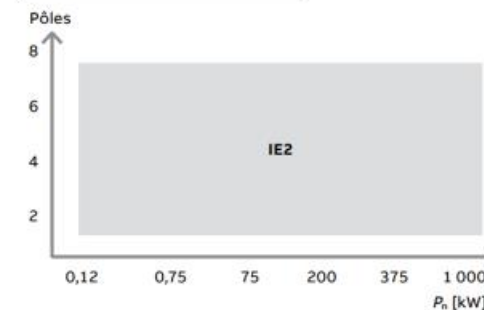


Principales exceptions variateurs :

- ULH, regen, mono, CC, multi-drive, MT



Pour moteurs Ex eb et mono.



ABB



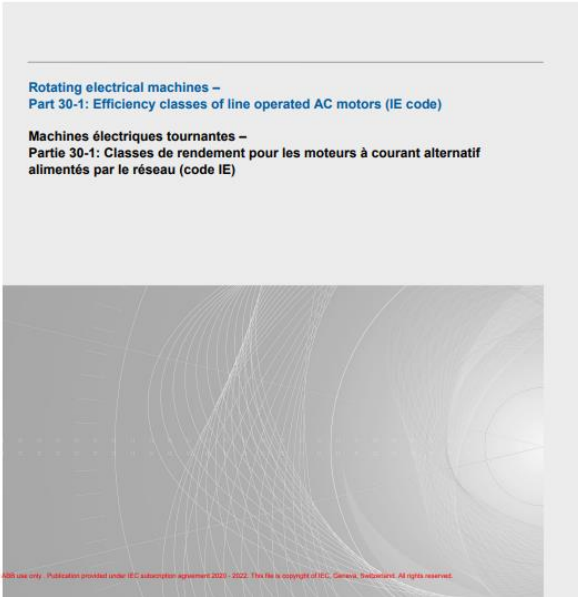
# Norme 60034-30-1

Rendement moteur en direct sur le réseau (DOL)

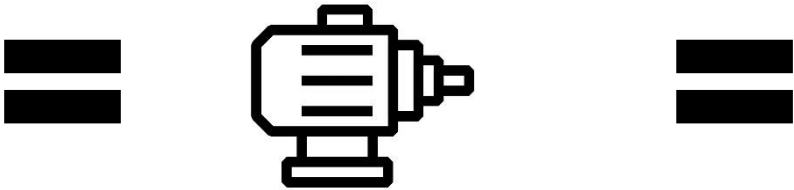


INTERNATIONAL  
STANDARD

NORME  
INTERNATIONALE



$\eta$  DOL  
En direct sur le réseau



|                      |                |
|----------------------|----------------|
| PUISSANCE            | 0.12 à 1 000kW |
| TENSION              | 50 à 1 000 V   |
| Nombre de pôles      | 2, 4, 6        |
| Température ambiante | -20 à +60 °C   |
| Altitude             | Jusqu'à 4 000m |



# Norme 60034-30-2

## IE moteur piloté par variateur de vitesse

### Points fors de la norme IEC TS 60034-30-2

- Les valeurs limites de classe IE dans la nouvelle norme IEC TS 60034-30-2 sont réduites en ajoutant les pertes harmoniques supplémentaires dues au variateur :
  - 15 % de pertes supplémentaires pour les moteurs jusqu'à 90 kW
  - 25 % de pertes supplémentaires pour les moteurs de plus de 90 kW
- Valeurs limites disponibles également pour le niveau IE5
- Valeurs limites à atteindre avec une vitesse de 90 %, un couple de 100 %

### Exemple :

| Rendement d'un moteur 110 kW 4 pôles         |                                            |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| IEC 60034-30-1 (DOL)                         | IEC TS 60034-30-2 (VSD)                    |
| Pertes 4,2 kW                                | Pertes 4,2 kW x 1,25 = 5,25 kW             |
| Rend. (110 kW/114,2 kW)<br>= 96,3 %          | Rend. (110 kW/ (110 + 5,25 kW)<br>= 95,4 % |
| Limite IE4 96,3 %                            | Limite IE4 95,4 %                          |
| Le même moteur est IE4 selon les deux normes |                                            |

Le rendement SynRM IE5 avec le service VSD pour les mêmes valeurs nominales est de 96,8 %.



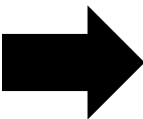
CATALOGUE | SEPTEMBRE 2023

### Moteurs basse tension

Moteurs à réluctance synchrone IE5



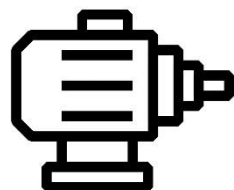
Gamme synRM



Attention aux raccourcis entre les 2 technologies en termes de rendement

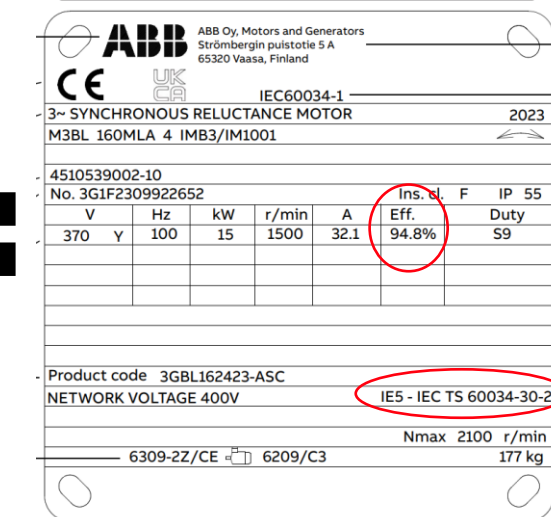


## Comparaison pomme VS poire



M3GP

# IE5





# Différence entre les 2 normes de rendement 60034-30-1 & 60034-30-2

Comparaison pomme VS pomme

Exemple moteur 4P **M3BP** 110kW **IE5** 400V

- $\eta = 97\%$  (DOL ; 60034-30-1)
- Pertes =  $(110/0.97) - 110 = 3.4\text{kW}$

Pertes du moteur piloté par variateur (60034-30-2)

- :
- $3.4 \times 1.25 = 4.25\text{kW}$
  - $\eta = 110 / (110 + 4.25) = 96.28\%$

Rendement moteur 1500 **SynRM** 110kW **IE5** 400V :

- $\eta = 96.8\%$  (sur variateur ; 60034-30-2)

Attention aux raccourcis :

- La solution motovariateur SynRM reste la meilleure solution technique en termes d'efficacité énergétique

Caractéristiques techniques

Moteurs à induction en fonte Process Performance IE5

IP 55 - IC 411 - Classe d'isolation F, classe d'échauffement B, classe de rendement IE5 conformément à l'IEC 60034-30-1:2014

| Puissance<br>kW       | Type de moteur | Code produit | Vitesse<br>tr/min | Efficacité<br>IEC 60034-30-1:2014 |                |                | Facteur de<br>puissance<br>Cos φ | Courant        |                | Couple         |                  | Moment<br>d'inertie<br>J = 1/4<br>GD <sup>2</sup> kgm <sup>2</sup> | Masse<br>kg | Niveau<br>sonore L <sub>WA</sub><br>dB |    |
|-----------------------|----------------|--------------|-------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|----|
|                       |                |              |                   | 100 %                             | charge<br>75 % | charge<br>50 % |                                  | I <sub>A</sub> | I <sub>N</sub> | C <sub>N</sub> | C <sub>max</sub> |                                                                    |             |                                        |    |
|                       |                |              |                   | 3000 tr/min = 2 pôles             |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| 400 V 50 Hz           |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| Conception standard   |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| 75                    | M3BP 2805MB 2  | 3GBP281220-R | 2985              | 96.5                              | 96.2           | 95.4           | 0.87                             | 128            | 9.1            | 240            | 2.9              | 3.9                                                                | 0.82        | 725                                    | 73 |
| 90                    | M3BP 2805MC 2  | 3GBP281230-R | 2980              | 96.6                              | 96.7           | 96.3           | 0.87                             | 154            | 7.9            | 288            | 2.4              | 3.2                                                                | 0.816       | 725                                    | 73 |
| 110                   | M3BP 3155MB 2  | 3GBP311220-R | 2983              | 96.8                              | 96.8           | 96.3           | 0.87                             | 188            | 7.2            | 352            | 1.7              | 2.9                                                                | 1.22        | 940                                    | 77 |
| 132                   | M3BP 3155MC 2  | 3GBP311230-R | 2982              | 96.9                              | 97.0           | 96.8           | 0.89                             | 220            | 7.3            | 423            | 1.9              | 2.7                                                                | 1.44        | 1025                                   | 77 |
| 160                   | M3BP 3155MLA 2 | 3GBP311410-R | 2983              | 97.0                              | 97.1           | 96.8           | 0.89                             | 266            | 8.0            | 512            | 2.2              | 2.8                                                                | 1.7         | 1190                                   | 77 |
| 200                   | M3BP 3155MLB 2 | 3GBP311420-R | 2983              | 97.2                              | 97.3           | 97.2           | 0.90                             | 330            | 7.6            | 640            | 2.6              | 3.0                                                                | 1.89        | 1250                                   | 77 |
| 200                   | M3BP 3555MA 2  | 3GBP351210-R | 2987              | 97.2                              | 97.0           | 96.5           | 0.88                             | 337            | 8.6            | 639            | 2.0              | 3.7                                                                | 2.73        | 1600                                   | 80 |
| 250                   | M3BP 3555MB 2  | 3GBP351220-R | 2984              | 97.2                              | 97.2           | 96.8           | 0.89                             | 415            | 8.1            | 800            | 2.2              | 3.3                                                                | 3.1         | 1680                                   | 80 |
| 315                   | M3BP 3555MC 2  | 3GBP351230-R | 2985              | 97.2                              | 97.2           | 96.9           | 0.87                             | 534            | 7.4            | 1008           | 2.5              | 3.1                                                                | 3.36        | 1750                                   | 80 |
| 355                   | M3BP 3555MLA 2 | 3GBP351410-R | 2984              | 97.2                              | 97.3           | 97.1           | 0.88                             | 596            | 8.1            | 1136           | 2.5              | 2.9                                                                | 3.74        | 2000                                   | 80 |
| 400                   | M3BP 3555MLB 2 | 3GBP351420-R | 2986              | 97.2                              | 97.1           | 96.6           | 0.88                             | 669            | 8.6            | 1279           | 2.7              | 4.0                                                                | 3.67        | 2000                                   | 85 |
| 450                   | M3BP 3555MLC 2 | 3GBP351430-R | 2984              | 97.2                              | 97.3           | 97.0           | 0.90                             | 742            | 8.5            | 1440           | 2.6              | 3.6                                                                | 3.91        | 2080                                   | 85 |
| 500                   | M3BP 3555LKA 2 | 3GBP351810-R | 2980              | 97.2                              | 97.3           | 97.2           | 0.88                             | 838            | 8.0            | 1602           | 2.4              | 3.2                                                                | 4.44        | 2340                                   | 85 |
| 3000 tr/min = 2 pôles |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| 400 V 50 Hz           |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| Conception compacte   |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| 110                   | M3BP 280MLA 2  | 3GBP281410-R | 2984              | 96.8                              | 96.7           | 96.1           | 0.87                             | 187            | 9.1            | 352            | 3.1              | 3.8                                                                | 0.941       | 840                                    | 73 |
| 132                   | M3BP 280MLB 2  | 3GBP281420-R | 2981              | 96.9                              | 96.9           | 96.5           | 0.89                             | 219            | 8.9            | 423            | 3.1              | 3.4                                                                | 1.06        | 890                                    | 73 |
| 250                   | M3BP 3155LKB 2 | 3GBP311820-R | 2985              | 97.2                              | 97.3           | 97.2           | 0.89                             | 414            | 7.8            | 800            | 3.0              | 3.1                                                                | 2.33        | 1540                                   | 77 |
| 560                   | M3BP 3555LKB 2 | 3GBP351820-R | 2984              | 97.2                              | 97.2           | 96.7           | 0.91                             | 918            | 8.7            | 1792           | 2.6              | 4.1                                                                | 4.93        | 2460                                   | 85 |
| 1500 tr/min = 4 pôles |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| 400 V 50 Hz           |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| Conception standard   |                |              |                   |                                   |                |                |                                  |                |                |                |                  |                                                                    |             |                                        |    |
| 75                    | M3BP 2805MC 4  | 3GBP282230-R | 1490              | 96.7                              | 96.8           | 96.5           | 0.81                             | 137            | 8.6            | 481            | 3.6              | 3.6                                                                | 1.4         | 725                                    | 67 |
| 90                    | M3BP 280MLD 4  | 3GBP282440-R | 1488              | 96.9                              | 97.1           | 97.0           | 0.84                             | 159            | 7.9            | 578            | 3.7              | 3.2                                                                | 1.93        | 910                                    | 67 |
| 110                   | M3BP 3155MC 4  | 3GBP312230-R | 1491              | 97.0                              | 97.1           | 96.8           | 0.85                             | 192            | 7.9            | 705            | 2.9              | 3.3                                                                | 2.52        | 1065                                   | 68 |

Moteurs à réluctance synchrone IE5, tension réseau 400 V

| Puissance kW         | Code type     | Référence     | Vitesse à 100 % puissance nominale (tr/min) | Classe IE 60034-30-2 | Rendement du moteur avec alimentation VSD T <sub>N</sub> = 100 %, n <sub>R</sub> = 100 % | Rendement type du moteur à induction IE5 avec alimentation VSD T <sub>N</sub> = 100 %, n <sub>R</sub> = 100 % | Vitesse max. tr/min | Courant, I <sub>A</sub> | Couple de serrage T <sub>N</sub> /Nm | Inertie du rotor (1/4GD²) (kgm²) | Poids, kg | Classe d'échauffement (M) |
|----------------------|---------------|---------------|---------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| 3000 tr/min (100 Hz) |               |               |                                             |                      |                                                                                          |                                                                                                               |                     |                         |                                      |                                  |           |                           |
| Réseau 400 V         |               |               |                                             |                      |                                                                                          |                                                                                                               |                     |                         |                                      |                                  |           |                           |
| 5.5                  | M3AL 132SMA 4 | 3GAL132217-SC | 3000                                        | IE5                  | 92.8                                                                                     | 87.8                                                                                                          | 4500                | 12.1                    | 17.5                                 | 1.5                              | 0.0145    | 41 B                      |
| 7.5                  | M3AL 132SMB 4 | 3GAL132227-SC | 3000                                        | IE5                  | 93.1                                                                                     | 88.8                                                                                                          | 4500                | 16.5                    | 23.9                                 | 1.5                              | 0.0145    | 41 B                      |
| 11                   | M3AL 132SMC 4 | 3GAL132237-SC | 3000                                        | IE5                  | 94.0                                                                                     | 90.0                                                                                                          | 4500                | 24.5                    | 35.0                                 | 1.5                              | 0.0184    | 47 B                      |
| 15                   | M3AL 132SMD 4 | 3GAL132247-SC | 3000                                        | IE5                  | 94.1                                                                                     | 90.8                                                                                                          | 4500                | 32.9                    | 47.8                                 | 1.5                              | 0.0184    | 47 B                      |
| 11                   | M3BL 160MLA 4 | 3GBL162417-SC | 3000                                        | IE5                  | 93.6                                                                                     | 90.0                                                                                                          | 4500                | 25.6                    | 35.0                                 | 1.5                              | 0.0579    | 133 B                     |
| 15                   | M3BL 160MLB 4 | 3GBL162427-SC | 3000                                        | IE5                  | 95.1                                                                                     | 90.8                                                                                                          | 4500                | 34.6                    | 48.0                                 | 1.5                              | 0.0579    | 133 B                     |
| 18.5                 | M3BL 160MLC 4 | 3GBL162437-SC | 3000                                        | IE5                  | 94.6                                                                                     | 91.4                                                                                                          | 4500                | 43.3                    | 59.0                                 | 1.5                              | 0.0579    | 133 B                     |
| 22                   | M3BL 180MLB 4 | 3GBL182427-SC | 3000                                        | IE5                  | 95.5                                                                                     | 91.7                                                                                                          | 4500                | 50.5                    | 70.0                                 | 1.6                              | 0.116     | 190 B                     |
| 30                   | M3BL 200MLC 4 | 3GBL202437-SC | 3000                                        | IE5                  | 95.9                                                                                     | 92.4                                                                                                          | 4500                | 68.9                    | 95.6                                 | 1.9                              | 0.207     | 277 B                     |
| 37                   | M3BL 200MLD 4 | 3GBL202447-SC | 3000                                        | IE5                  | 96.1                                                                                     | 92.8                                                                                                          | 4500                | 84.5                    | 118                                  | 2.0                              | 0.207     | 277 B                     |
| 45                   | M3BL 225SMB 4 | 3GBL222227-SC | 3000                                        | IE5                  | 96.1                                                                                     | 93.2                                                                                                          | 4500                | 99.8                    | 143                                  | 2.1                              | 0.302     | 330 B                     |
| 55                   | M3BL 250SMA 4 | 3GBL252217-SC | 3000                                        | IE5                  | 96.4                                                                                     | 93.5                                                                                                          | 3600                | 123                     | 175                                  | 1.6                              | 0.499     | 396 B                     |
| 75                   | M3BL 250SMB 4 | 3GBL252227-SC | 3000                                        | IE5                  | 96.5                                                                                     | 94.0                                                                                                          | 3600                | 167                     | 239                                  | 2.0                              | 0.499     | 396 B                     |
| 90                   | M3BL 250SMC 4 | 3GBL252237-SC | 3000                                        | IE5                  | 96.4                                                                                     | 94.3                                                                                                          | 3600                | 198                     | 286                                  | 2.3                              | 0.632     | 454 B                     |
| 1500 tr/min (50 Hz)  |               |               |                                             |                      |                                                                                          |                                                                                                               |                     |                         |                                      |                                  |           |                           |
| Réseau 400 V         |               |               |                                             |                      |                                                                                          |                                                                                                               |                     |                         |                                      |                                  |           |                           |
| 5.5                  | M3AL 132SMA 4 | 3GAL132213-SC | 1500                                        | IE5                  | 93.7                                                                                     | 88.2                                                                                                          | 4500                | 11.7                    | 35.0                                 | 1.5                              | 0.0277    | 63 B                      |



# Rendement variateur

Les variateurs subissent eux aussi des pertes liées à l'échauffement des composants

| Connexion réseau                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage de tension d'entrée et de puissance de sortie | triphasée, $U_N$ 200 à 240 V, +10%/-15%<br>ACS580-01 : entre 0.75 et 75 kW<br>triphasée, $U_N$ 380 à 480 V, +10%/-15%<br>ACS580-01 : entre 0.75 et 250 kW<br>ACS580-04 : entre 250 et 500 kW<br>ACS580-07 : entre 75 et 500 kW<br>Auto-identification de l'alimentation électrique |
| Fréquence                                           | de 47 à 63 Hz                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Facteur de puissance                                | $\cos\varphi = 0.98$                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Rendement (à la puissance nominale)                 | 98%                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Classe de rendement (IEC 61800-9-2)                 | IE2                                                                                                                                                                                                                                                                                |

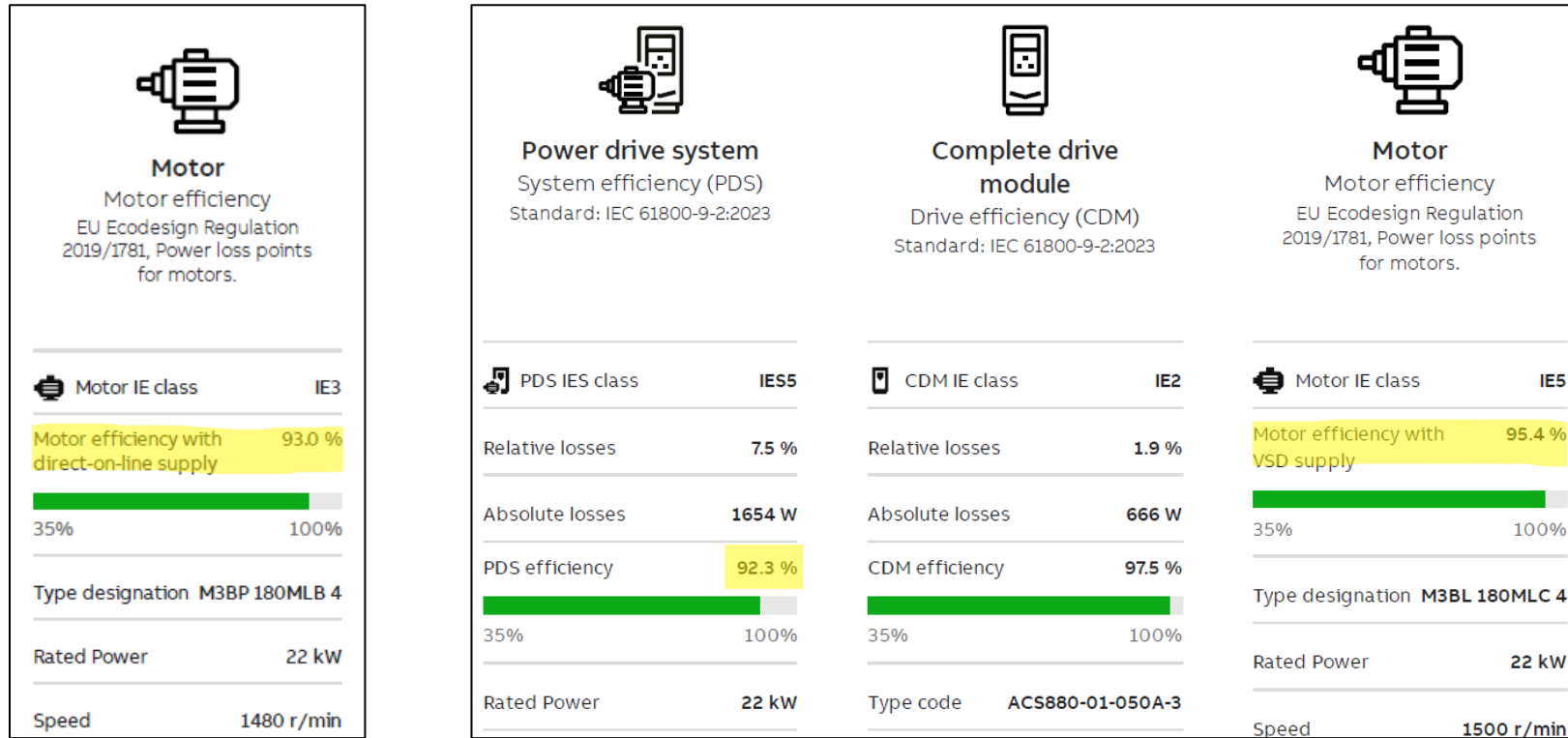
| Connexion réseau                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage de tension et de puissance    | Triphasée, $U_{N2}$ 208 à 240 V, +10%/-15% (-01)<br>Triphasée, $U_{N3}$ 380 à 415 V, +10%/-15% (-01, -11, -31), $\pm 10\%$ (-07, -17-37)<br>Triphasée, $U_{N5}$ 380 à 500 V, +10%/-15% (-01, -11, -31), $\pm 10\%$ (-07, -17-37)<br>Triphasée, $U_{N7}$ 525 à 690 V, +10%/-15% (-01), $\pm 10\%$ (-07, -17, -37, -07CLC, -17/37LC)<br>0.55 à 250 kW (-01)<br>2.2 à 110 kW (-11, -31)<br>45 à 2800 kW (-07)<br>45 à 3200 kW (-17, -37)<br>250 à 6000 kW (-07CLC, -17/37LC) |
| Fréquence                           | 50/60 Hz $\pm 5\%$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Facteur de puissance                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ACS880-01, -07, -07CLC              | $\cos\varphi = 0.98$ (fondamental)<br>$\cos\varphi = 0.93$ à 0.95 (total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ACS880-11, -31, -17 -37 -17/37LC    | $\cos\varphi = 1$ (fondamental)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Rendement (à la puissance nominale) | ACS880-01, -07, -07CLC, -17/37LC : 98%<br>ACS880-11, -31, -17, -37 : 97%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Les variateurs de fréquence ont généralement un rendement de 92 à 98 %  
**98% sur les gammes ABB.**



# Idée reçue sur le rendement

Le rendement seul du moteur ne suffit pas !



**Sans variation de vitesse  $\Rightarrow \eta$  IE5 + variateur (92,3%) <  $\eta$  moteur IE3 DOL (93%)**

- IES (International efficiency System) de toute la chaîne cinématique



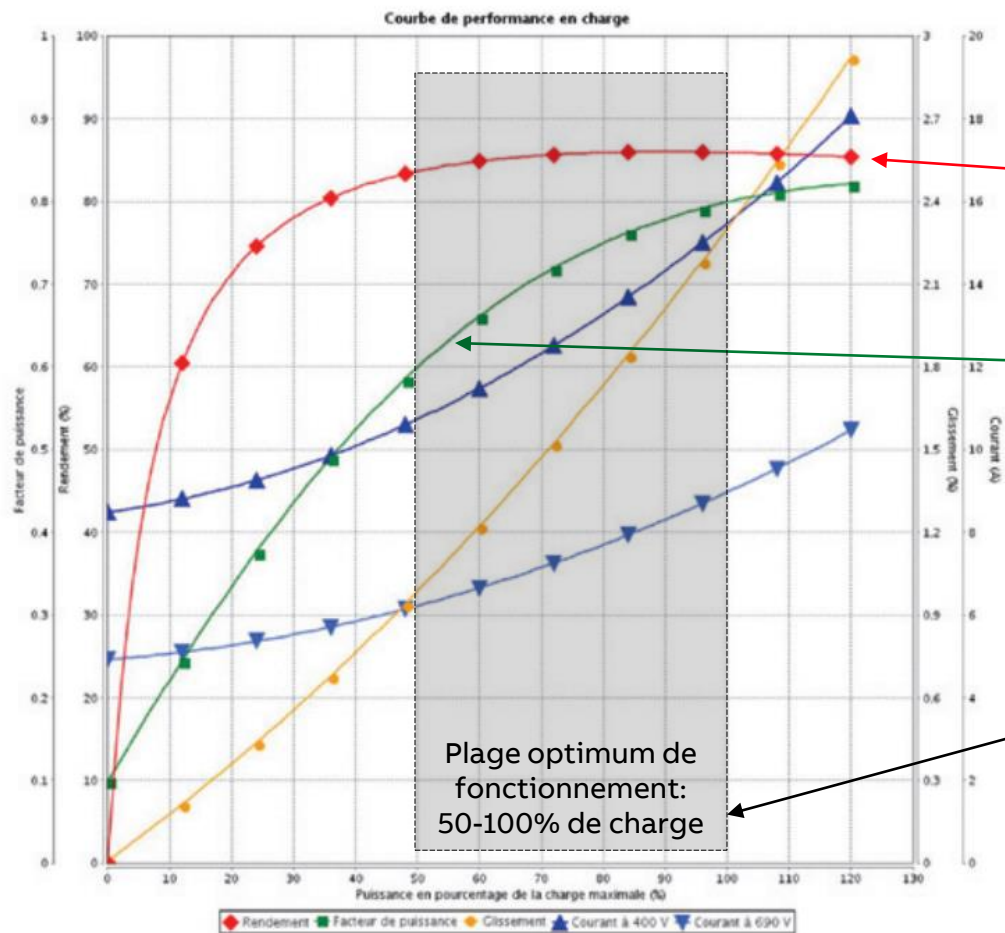
An aerial photograph of a coastal region. A two-lane asphalt road winds through a series of small, green, rocky islands and peninsulas. The water is a deep blue, and the sky is filled with dramatic, dark clouds. In the background, a range of mountains is visible under the overcast sky. The road has a few cars on it, and there are some small buildings on the islands.

# Rendement

Influence charge & vitesse sur les rendements moteur & variateur



# Influence de la charge sur le rendement moteur



## L'importance d'un bon dimensionnement du moteur

La courbe de rendement en rouge montre que le rendement optimal est atteint entre 75 et 90 % de la charge nominale. L'efficacité énergétique du moteur décroît de manière significative en deçà des 50 % de charge.

Autre phénomène à souligner : la sous charge du moteur entraîne la chute du  $\cos \varphi$  (courbe en vert) et donc l'augmentation de la puissance apparente.

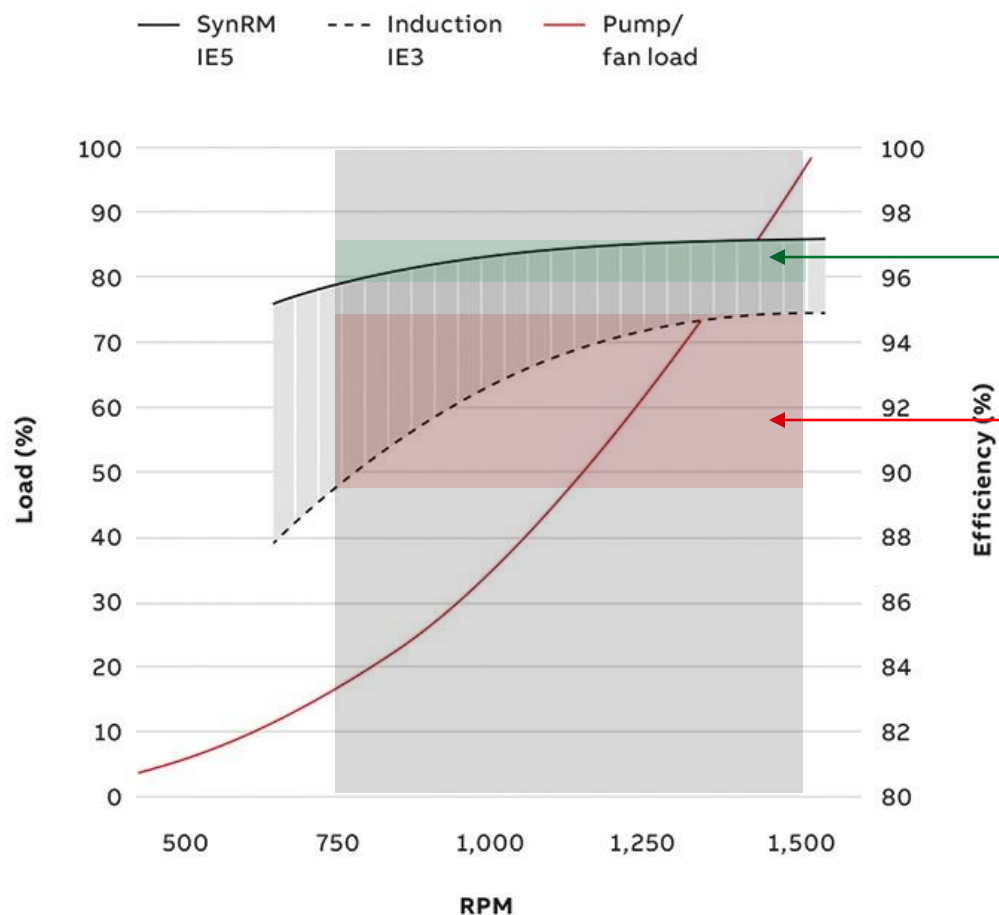
Le critère de la classe IE du moteur ne suffit pas à l'efficacité de la motorisation, cet exemple nous montre qu'un **moteur efficient est un moteur convenablement dimensionné**.

Un moteur convenablement dimensionné fonctionne entre 50 et 100% de sa charge nominale.



# Influence de la **vitesse** sur le rendement moteur

Le rendement moteur dépend également de sa vitesse.



Le rendement du moteur Synchrone est beaucoup plus stable lors des variations de vitesse qu'un moteur asynchrone traditionnel

$\frac{1}{2}$  vitesse  $\Rightarrow$  -1,2% de rendement

Sur moteur IE3 diviser par deux la vitesse entraine la perte de 7% de rendement !

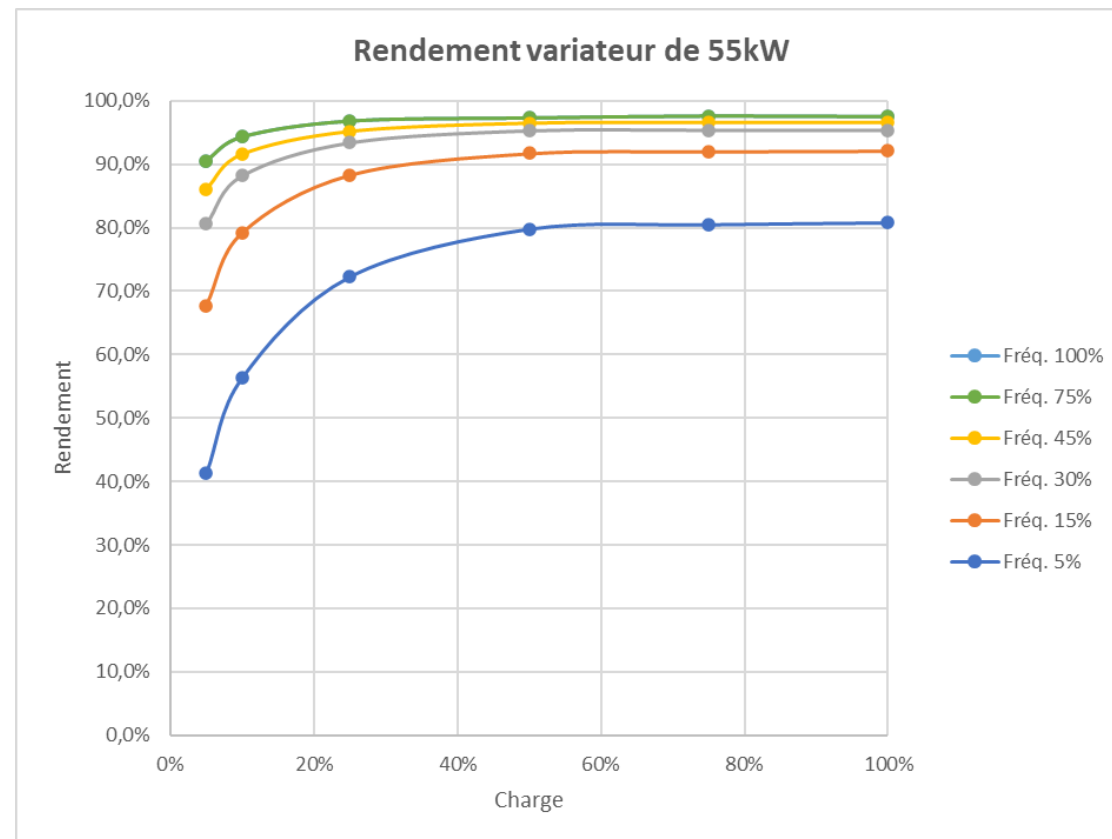
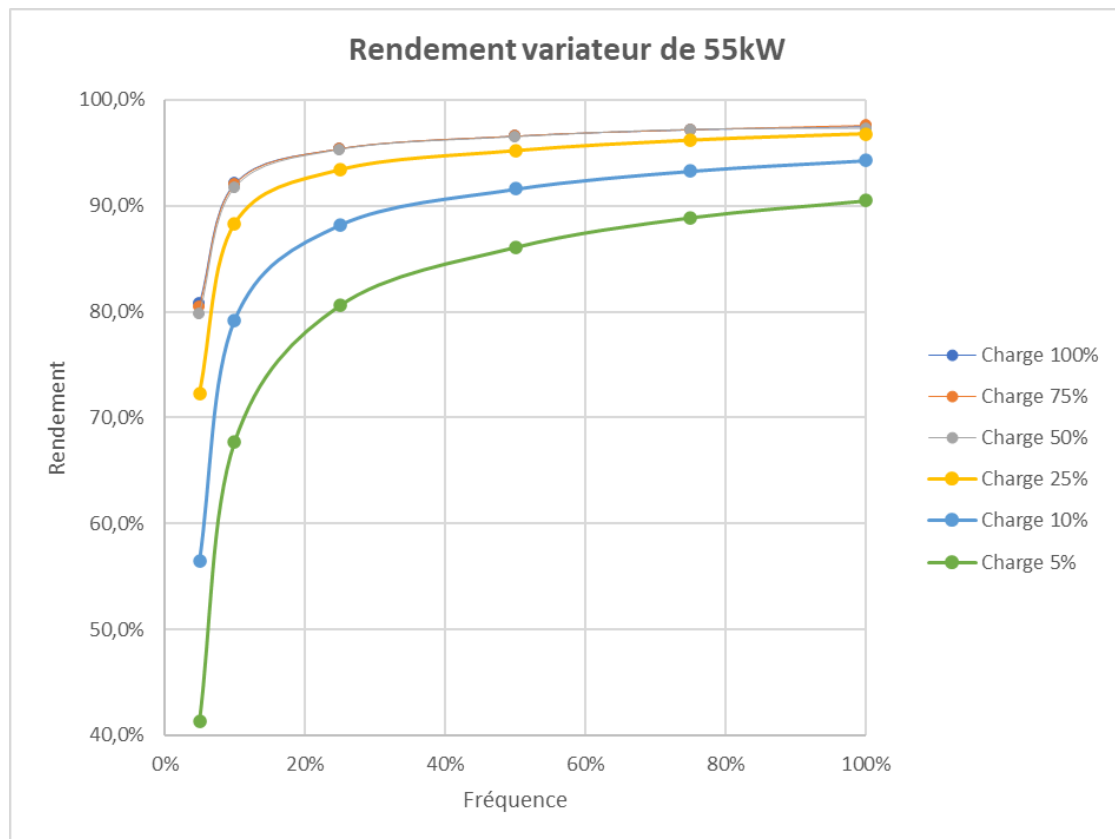


Exemple : pour un système d'entraînement de pompe/ventilateur de 110 kW et 1 500 tr/min, avec un moteur à induction IE3 le rendement est de 92,5 %, contre 94,2 % pour un moteur SynRM IE5.

# Influence charge & vitesse sur le rendement variateur

Le rendement d'un variateur est fonction de la charge et de la vitesse du moteur

La plage efficace de fonctionnement est # 50 à 100% de charge | # 20 à 50hz







IEC/EN 61800-9-2

Defines the efficiency of the package when motor and frequency converter run together.

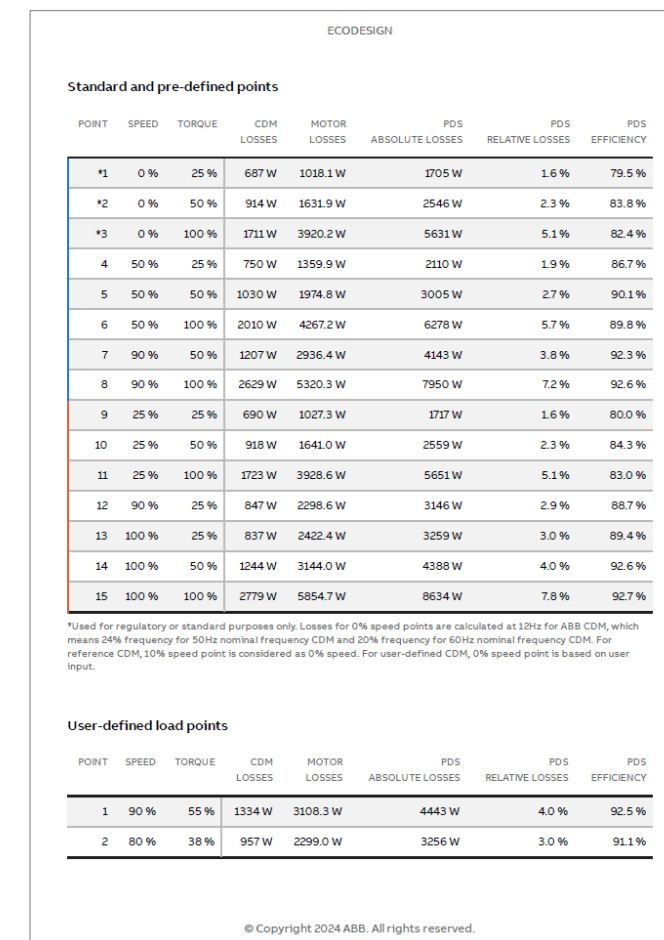
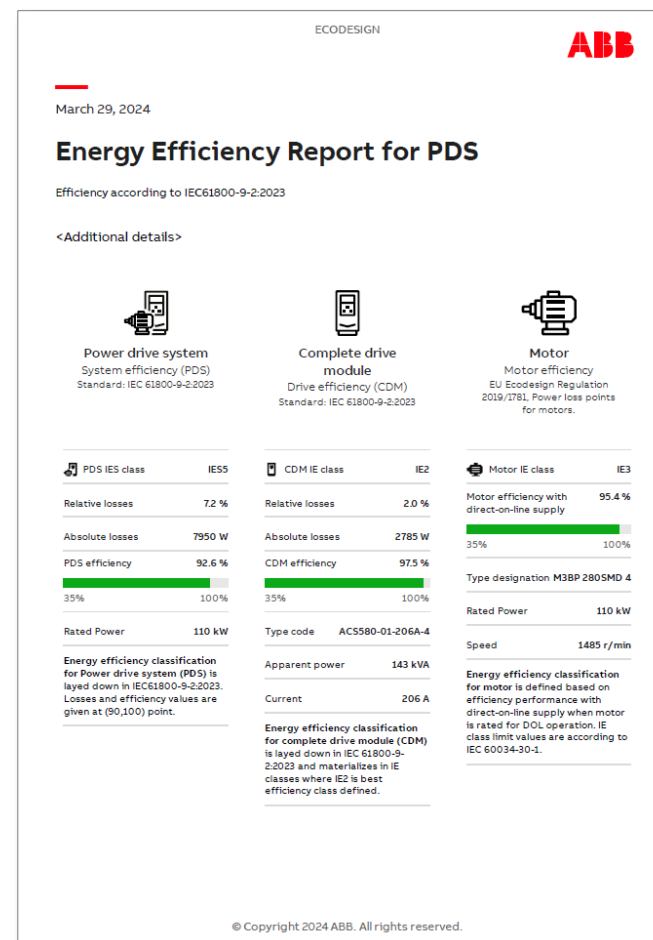
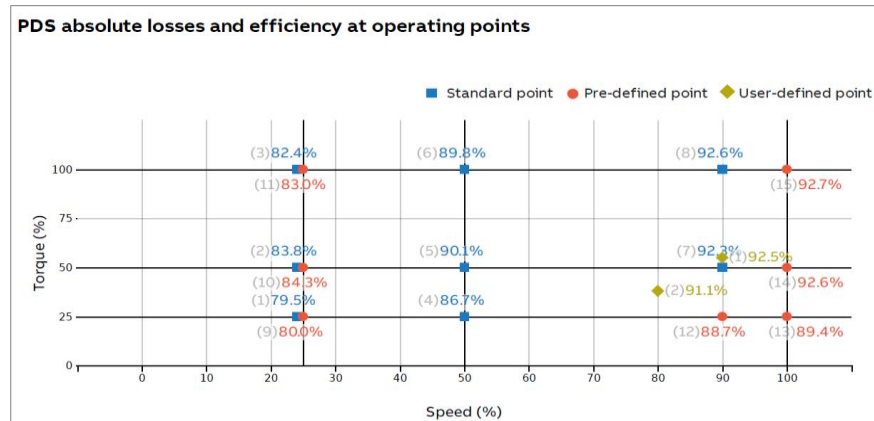
# Rendement du couple moto-variateur

Donc très compliqué de trouver la valeur du rendement moto-variateur avec charge et vitesse  $\neq 100\%$  !

## Solution ABB :

⇒ **Outil EcoDesing Power Drive System**

- Donne les rendements du couple moto-variateur sur des points (vitesse, charge) définis par la norme.
- Génère des rapports au format ABB.
- Possibilité d'ajouter des points particuliers (vitesse, couple).





# Charge mécanique

Influence de la vitesse sur la charge mécanique

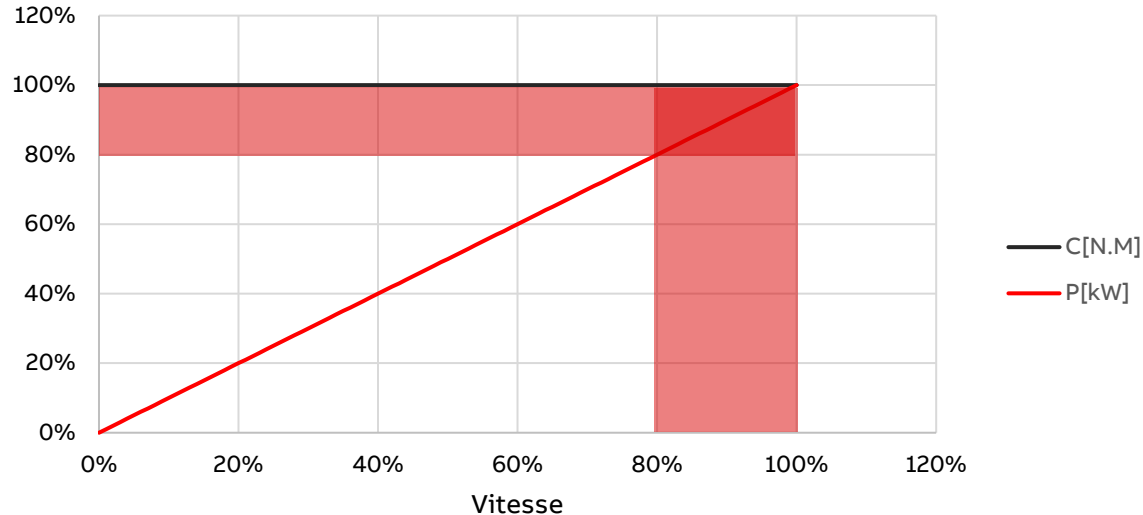




# Charge à couple constant



## Courbes couple & puissance



$$C = cte$$

$$\Rightarrow P = C\omega = cte \times \omega$$

## Economies en charge partielle

### Applications type :

Convoyeurs, broyeurs, extrudeuses...

Le couple est proportionnel à la vitesse.

Reduite de x% la vitesse c'est réduire de x% la consommation.

### Exemple:

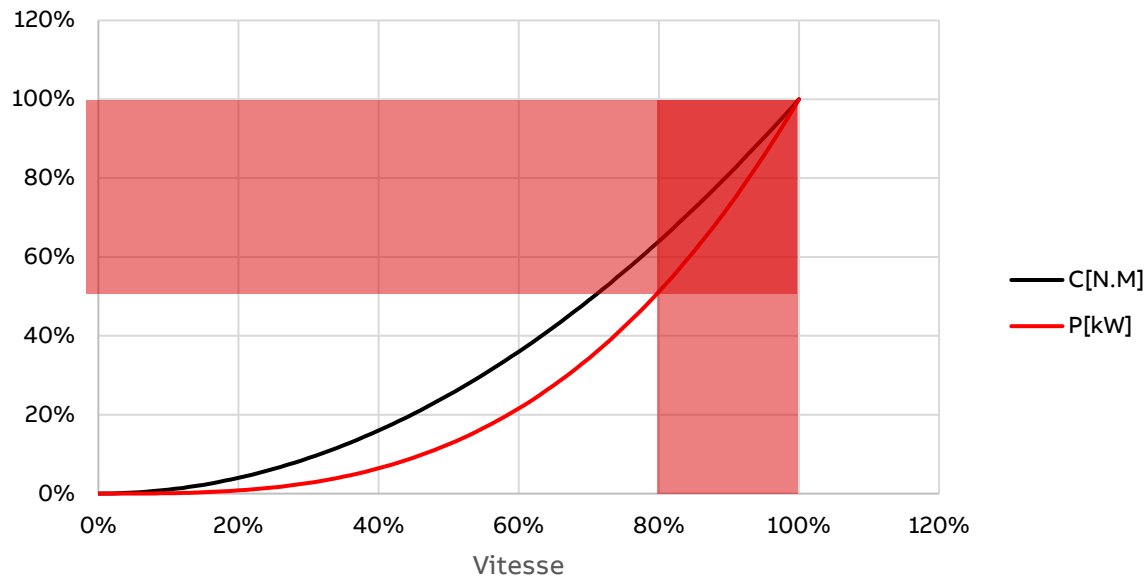
Un convoyeur de **100kW** qui fonctionne à 80% de vitesse consommera 80% de puissance soit 80kW

Applications qui peuvent nécessiter un couple important au démarrage pour vaincre l'inertie de la charge.

# Charge à couple quadratique



## Courbes couple & puissance



$$C = C_{te} \times \omega^2$$

$$\Rightarrow P = C\omega = C_{te} \times \omega^2 \times \omega = C_{te} \times \omega^3$$

## Gains potentiels en charge partielle

### Applications type :

Pompes centrifuges & ventilateurs

Le couple est **au carré** et la puissance **au cube** de la vitesse

Couple très faible dans les basses vitesses

- 10% de réduction de la vitesse  $\Rightarrow$  -27% de consommation en moins

- 20% de réduction de la vitesse  $\Rightarrow$  -50% de consommation en moins

Près de 90% des moteurs de pompes et ventilateurs sont surdimensionnés et fonctionnent en charge partielle à 100% de N.

**Ce sont les cibles prioritaires en optimisation énergétique.**

**Ce sont les applications les plus valorisées en CEE, notamment sur la fiche 114.**



# Rendement

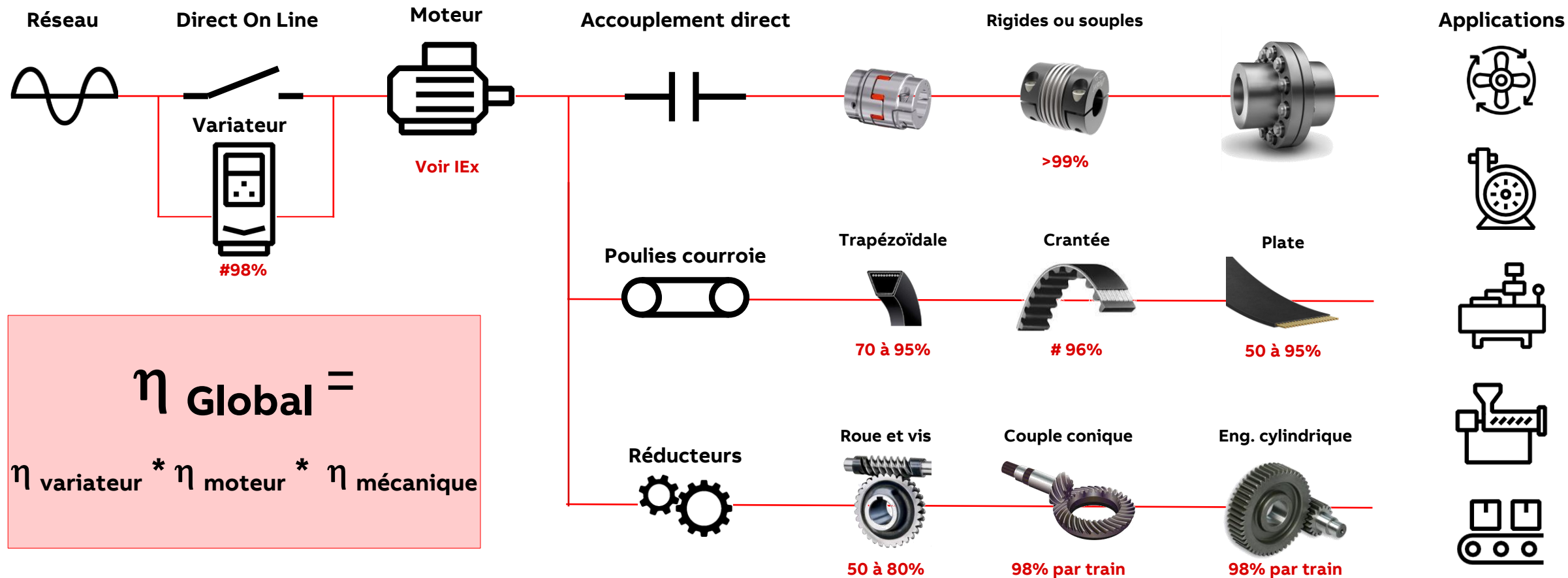
Rendement de la chaîne cinématique





# Rendement de la chaîne cinématique

C'est toute la chaîne qu'il faut prendre en compte pour l'optimisation énergétique





# Rendement

## Résumé





---

# Rendement

## Résumé

Le rendement des moteurs dépend:

- De sa classe de rendement IE,
- De sa charge,
- De sa vitesse,
- Du fait qu'il soit associé à un variateur ou pas

Le rendement des variateurs dépend:

- De la charge du moteur
- De la vitesse du moteur

La charge du moteur dépend de l'application et de la vitesse

Le rendement global doit être pris en compte y compris le rendement des transmissions mécaniques





# Solutions à valeurs ajoutées

Moteur ABB SynRM





# Moteurs **SynRM IE5 - IE6**

Le premier choix pour l'efficacité énergétique

- Niveau de rendement IE5
- Températures de fonctionnement basses des roulements et des enroulements
- Meilleure efficacité à charge partielle
- Simple à adapter pour remplacement de moteurs à induction - taille identique

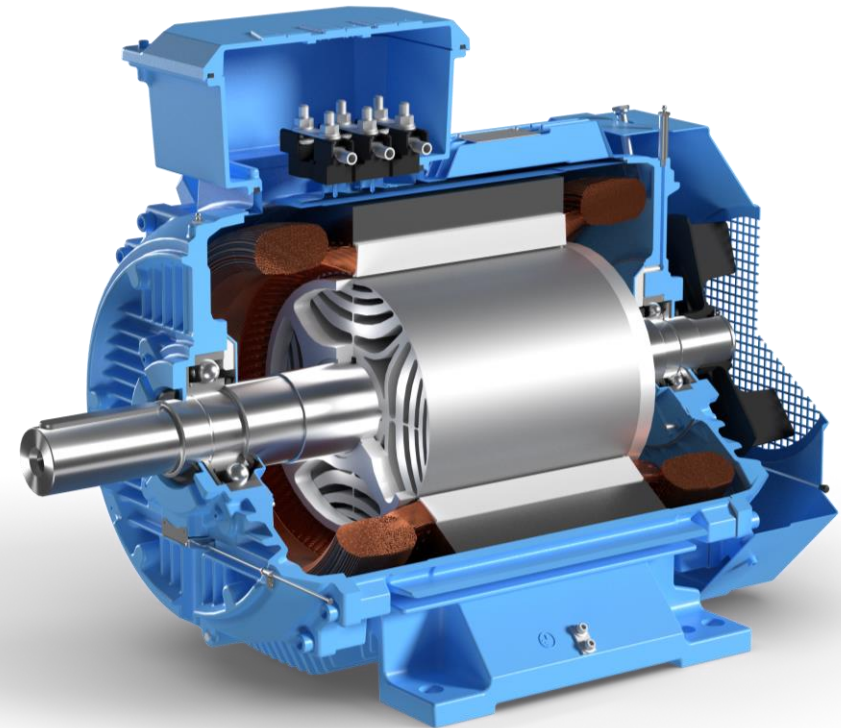
Puissance :

## IE5

**5.5-90 kW 3000tr/min**  
**5,5-355 kW 1500tr/min**  
**7,5-200kW 1000tr/min**

## IE6

**30-90 kW 3000tr/min**  
**22-315 kW 1500tr/min**  
**18,5-200kW 1000tr/min**



Économiser  
de l'argent



Économiser  
l'énergie



Réduire les  
émissions



Améliorer  
la fiabilité



Pour toutes les  
applications





# Puissances

Harmoniques,  $\cos \varphi$  & Facteur de puissance



# Cos φ

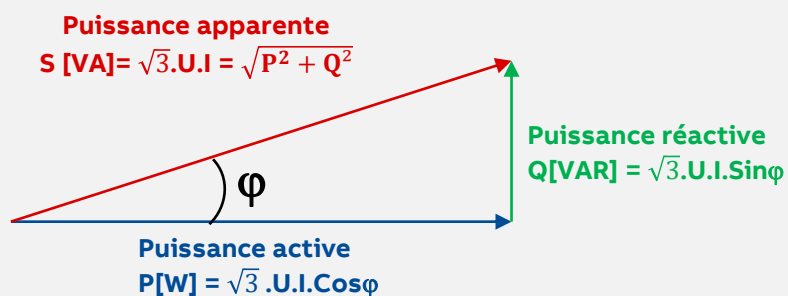
## Puissance Active / Réactive / Apparente

**P [W] :** La **puissance active**, aussi **appelée puissance utile** est la puissance qui **fournit l'énergie**.

**Q [var] :** La **puissance réactive** est dite « **non utile** ». Elle est générée par les bobines et les condensateurs. Elle ne produit pas d'énergie!

**S [VA] :** La **puissance apparente** est la puissance qui **circule dans le réseau**: Les câbles, les protections, les transfos.

Elle est l'addition vectorielle de la puissance **active** et de la puissance **réactive**.



$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

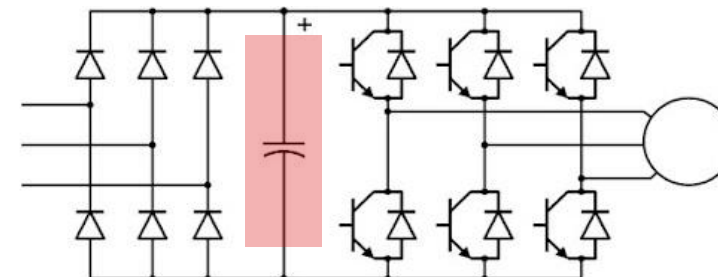
$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

Les utilisateurs qui sont raccordés en HT (haute tension), HTB (C1, C2, C3) et basse tension >36 kVA (C4) se voient facturer l'énergie réactive en cas de dépassement du seuil fixé par les distributeurs. Le calcul du ratio de la tangente phi correspond à l'énergie réactive / énergie active. **Si le ratio dépasse 40% (0.4) (la valeur idéale étant 0), le gestionnaire facture le surplus.**



# Cos φ

Influence du variateur de vitesse sur le Cos φ



| ABB                                             |    |    |       |      | IE2                 |       | CE          |  |
|-------------------------------------------------|----|----|-------|------|---------------------|-------|-------------|--|
| 3~ Motor M3BP 180 MLB 4                         |    |    |       |      | Cl.F                | IP 55 | IEC 60034-1 |  |
| V                                               | Hz | kW | r/min | A    | cos φ               | duty  |             |  |
| 690                                             | Y  | 50 | 22    | 1475 | 24,0                | 0,83  | S1          |  |
| 400                                             | Δ  | 50 | 22    | 1475 | 41,5                | 0,83  | S1          |  |
| 415                                             | Δ  | 50 | 22    | 1477 | 40,4                | 0,82  | S1          |  |
| Prod.code 3GBP182032-ADG                        |    |    |       |      | No 3GV0932345678001 |       |             |  |
| 50 Hz: IE2 - 92,1(100%) - 93,1(75%) - 93,0(50%) |    |    |       |      |                     |       | 2009        |  |
| 6313/C3                                         |    |    |       |      | 6212/C3             |       | 222 kg      |  |
| spare-parts:www.abb.com/partsonline             |    |    |       |      |                     |       |             |  |

## Connexion réseau

### Plage de tension et de puissance

Triphasée,  $U_{N2}$  208 à 240 V, +10%/-15% (-01)  
Triphasée,  $U_{N3}$  380 à 415 V, +10%/-15% (-01, -11, -31), ±10% (-07, -17, -37)  
Triphasée,  $U_{N5}$  380 à 500 V, +10%/-15% (-01, -11, -31), ±10% (-07, -17, -37)  
Triphasée,  $U_{N7}$  525 à 690 V, +10%/-15% (-01), ±10% (-07, -17, -37, -07CLC, -17/37LC)  
0.55 à 250 kW (-01)  
2.2 à 110 kW (-11, -31)  
45 à 2800 kW (-07)  
45 à 3200 kW (-17, -37)  
250 à 6000 kW (-07CLC, -17/37LC)

### Fréquence

50/60 Hz ±5%

### Facteur de puissance

ACS880-01, -07, -07CLC

cos φ = 0.98 (fondamental)  
cos φ = 0.93 à 0.95 (total)

ACS880-11, -31, -17, -37, -17/37LC

cos φ = 1 (fondamental)

### Rendement

(à la puissance nominale)

ACS880-01, -07, -07CLC, -17/37LC : 98%  
ACS880-11, -31, -17, -37 : 97%

Un variateur corrige le Cos φ du moteur

**Mais, ... ajoute une puissance déformante ...**

# Que sont les harmoniques?

Causes et effets

## 1) Que sont les harmoniques ?

Quand un signal est déformé de manière répétitive et prédictive, on parle alors d'une alimentation qui contient de la distorsion harmonique

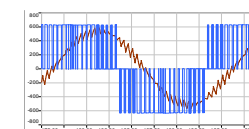
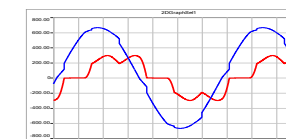
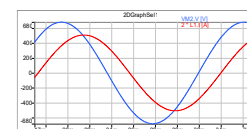
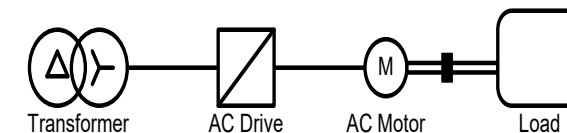
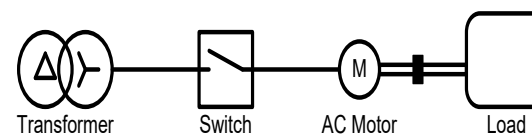
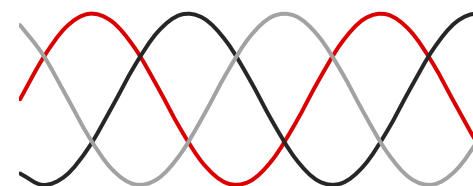
## 2) D'où viennent les harmoniques ?

De toutes les charges non-linéaires: Poste à souder, alimentation UPS, **variateur AC et DC** : Electronique

Jamais des charges linéaires: moteur en DOL, lampe à incandescence, Résistance, batterie de condensateurs etc...

## 3) Quels dommages peuvent causer les harmoniques ?

Echauffement jusqu'à destruction, déclenchement intempestif, baisse du rendement global, augmentation du courant, surdimensionnement des sources d'énergie etc...





# Que sont les harmoniques?

Notions de rang / fréquence

## 4) Qu'est ce qu'un rang d'harmonique?

Les harmoniques sont simplement des courants circulants à des fréquences différentes de la fréquence fondamentale : 50Hz

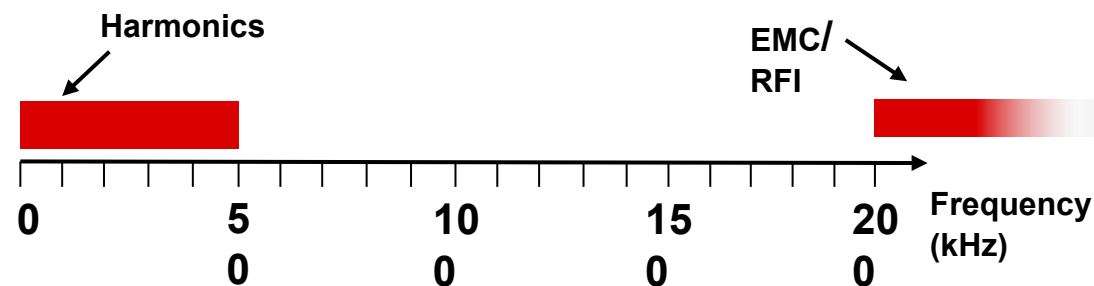
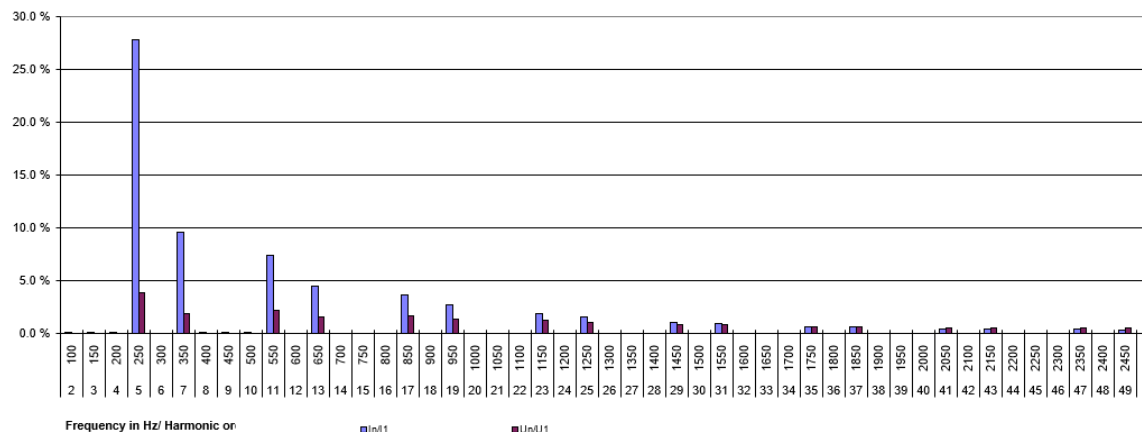
Harmoniques de rang 2: 100 Hz, de rang 3: 150 Hz, etc. jusqu'au rang 100

- Le signal final qui est déformé est en réalité la somme des courants à chaque rang d'harmoniques
- Une transformation mathématique est utilisée afin de quantifier les harmoniques de manière simple (Fourier)

## 5) Harmoniques et CEM

Les perturbations harmoniques ne sont pas des perturbations CEM / RFI et inversement

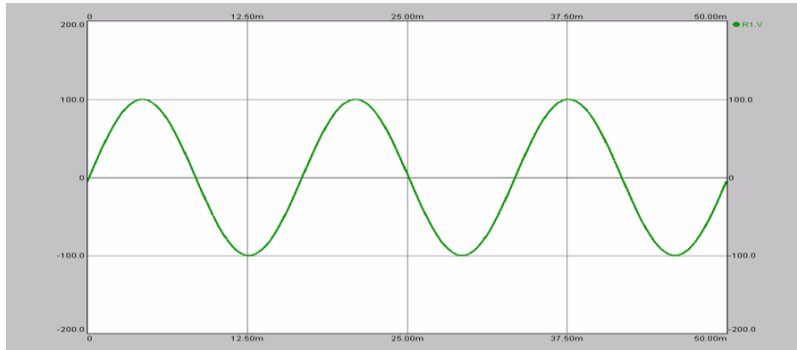
Les perturbations harmoniques sont des phénomènes basses fréquences, généralement jusqu'à 5000Hz (*soit harmonique de rang 100 car  $50\text{Hz} \times \text{rang } 100 = 5000$* )



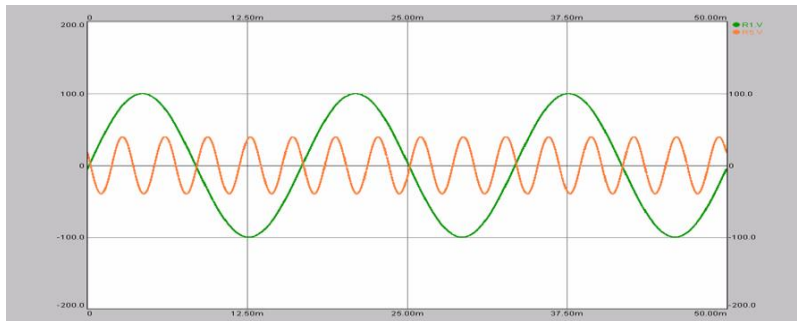
# A quoi ça ressemble?

Fondamentale 50Hz puis rangs suivants

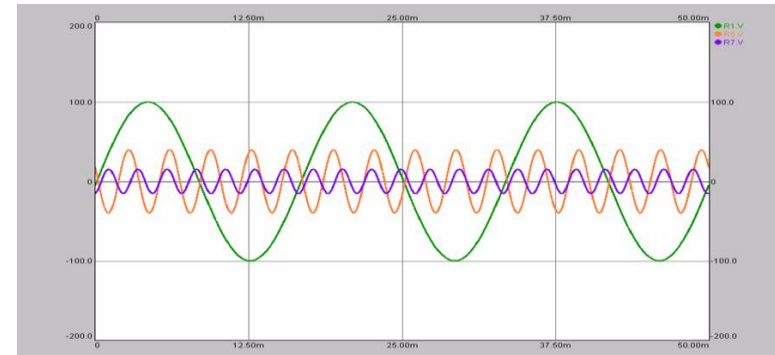
70.7A courant **fondamental** (rang 1)



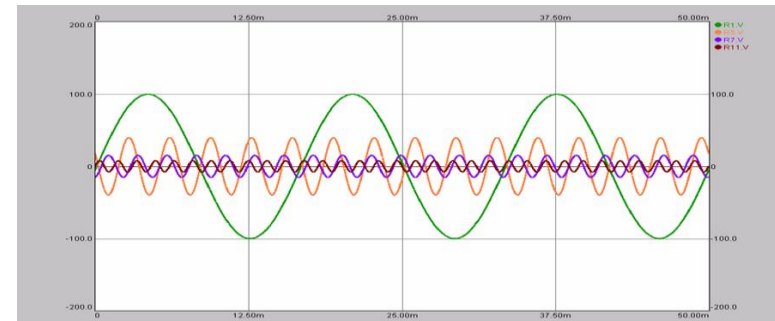
28.0A courant harmonique de rang **5**



Rang 1, 5 et 7 - 10.9A courant harmonique de rang **7**



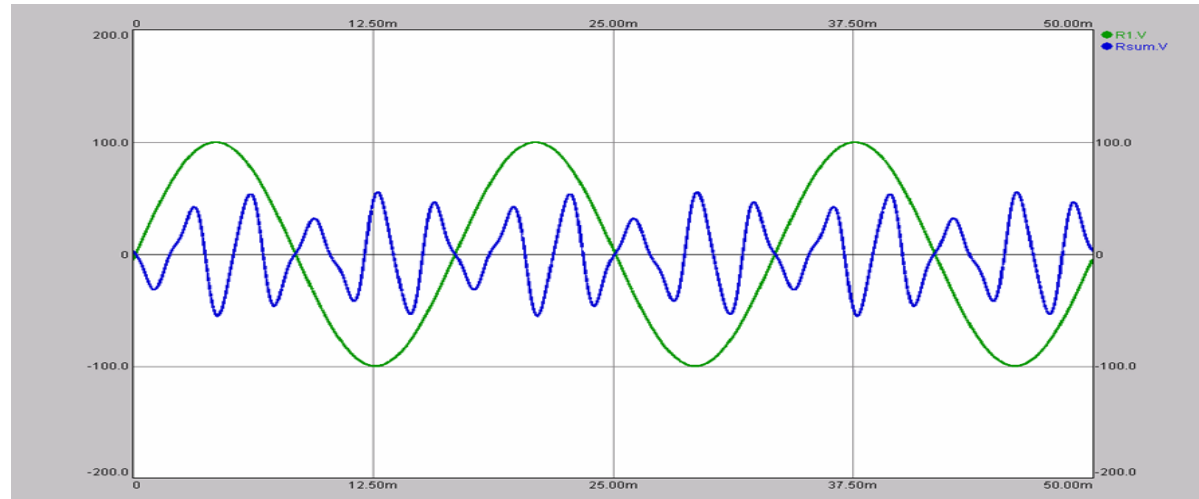
Rang 1, 5, 7 et 11 – 5.5A courant harmonique de rang **11**



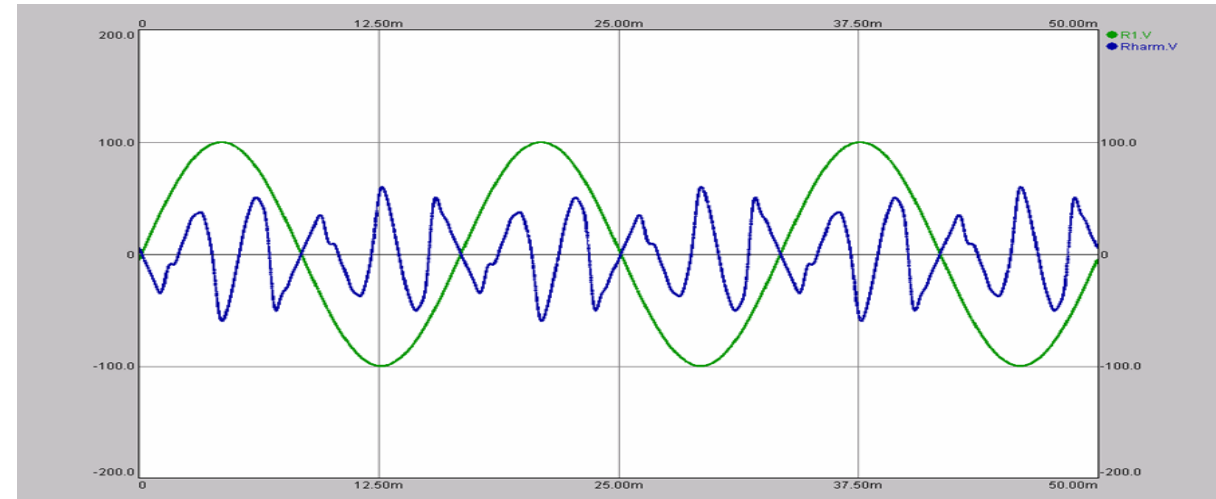


# Sommes des rangs jusqu'au 11 puis 29

Somme des courants harmoniques jusqu'au rang 11

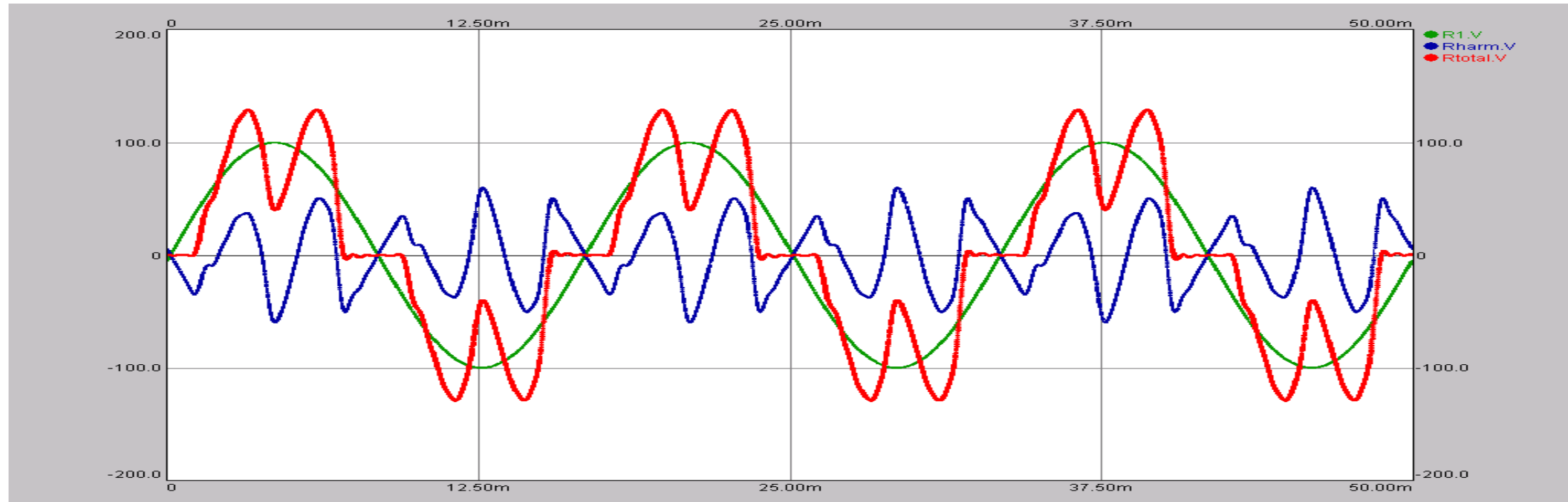


Somme des courants harmoniques jusqu'au rang 29



# Signal final fortement perturbé

Somme de tous les rangs d'harmoniques avec la fondamentale





# I<sub>harm</sub>, I<sub>fond</sub>, I<sub>total</sub>, THDi

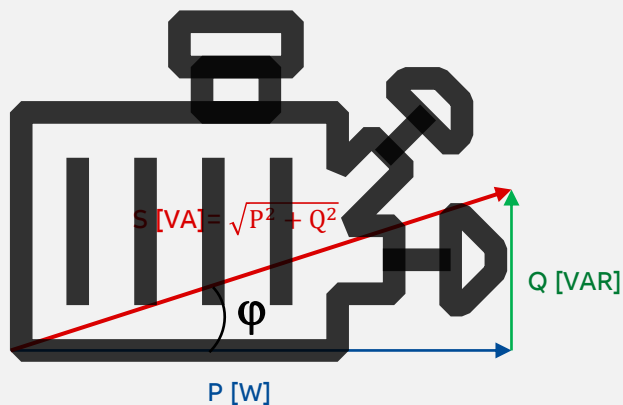
| Harmonic Number    | Frequency Hz | Amplitude Peak | Amplitude RMS      | Amplitude RMS <sup>2</sup> | Phase Angle |
|--------------------|--------------|----------------|--------------------|----------------------------|-------------|
| 0                  | DC           | 0.00           | 0.00               | 0.00                       | 0           |
| 1                  | 50           | 100.00         | 70.71              | 5000.00                    | 0           |
| 3                  | 150          | 0.00           | 0.00               | 0.00                       | 0           |
| 5                  | 250          | 39.56          | 27.97              | 782.50                     | 153         |
| 7                  | 350          | 15.34          | 10.85              | 117.66                     | 282         |
| 9                  | 450          | 0.00           | 0.00               | 0.00                       | 0           |
| 11                 | 550          | 7.84           | 5.54               | 30.73                      | 0           |
| 13                 | 650          | 3.95           | 2.79               | 7.80                       | 81          |
| 15                 | 750          | 0.00           | 0.00               | 0.00                       | 0           |
| 17                 | 950          | 3.59           | 2.54               | 6.44                       | 189         |
| 19                 | 1050         | 2.04           | 1.44               | 2.08                       | 246         |
| 21                 | 1150         | 0.00           | 0.00               | 0.00                       | 0           |
| 23                 | 1250         | 1.94           | 1.37               | 1.88                       | 10          |
| 25                 | 1350         | 1.29           | 0.91               | 0.83                       | 58          |
| 27                 | 1450         | 0.00           | 0.00               | 0.00                       | 0           |
| 29                 |              | 1.11           | 0.78               | 0.62                       | 185         |
| Sum of 3rd to 29th |              |                |                    | 950.54                     |             |
| Square Root of Sum |              |                | I <sub>harm</sub>  | 30.83                      |             |
| Sum of 1st to 29th |              |                |                    | 5950.54                    |             |
| Square Root of Sum |              |                | I <sub>total</sub> | 77.14                      |             |

- I<sub>harm</sub> = 30.83A
- I<sub>fond</sub> = 70.71A
- I<sub>total</sub> = 77.14A
- THDi = 43.6%  
= I<sub>harm</sub> / I<sub>fond</sub>

# Triangle des puissances

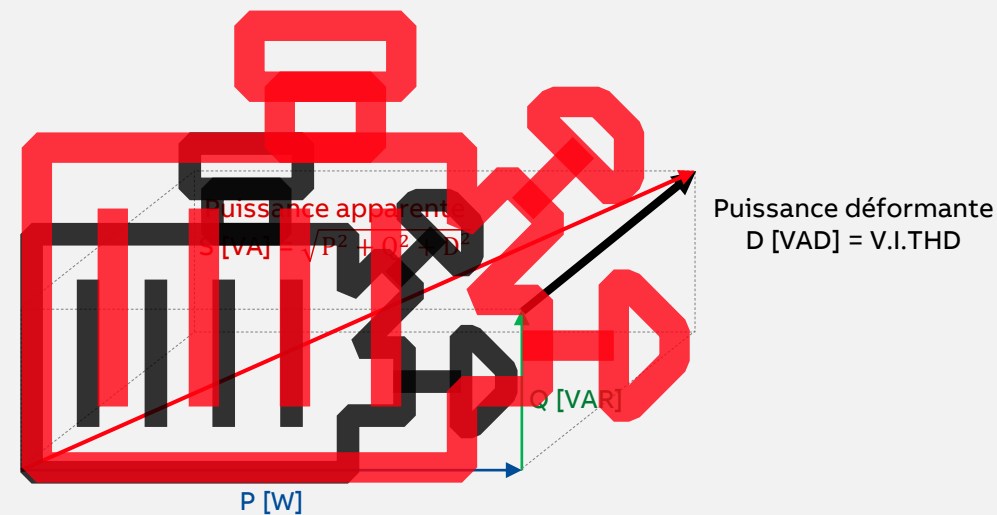
Différence entre le  $\cos\varphi$  et le facteur de puissance

## Charges linéaires



$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

## Charges non linéaires



$$\text{Facteur de puissance} = \frac{P}{S} = \cos\varphi * \frac{1}{\sqrt{THD^2 + 1}}$$



# Impact sur le dimensionnement

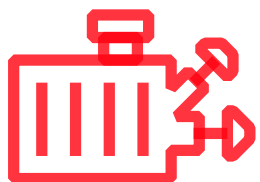
## Surdimensionnement des sources d'énergie

Avec un variateur 6P, le transformateur est dimensionné avec un facteur de déclassement de 1,25 , en prenant en compte les harmoniques et le facteur de puissance.

Avec des ULH, le facteur de déclassement est de 1,01.

Par exemple:

- Moteurs = 1000 kW (10 x 100kW, 400 V, sans surcharge)
- Variateurs 6P: 1.35 x la puissance apparente
- Variateurs ULH: 1.01 x la puissance apparente

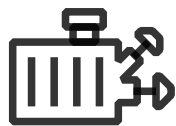


1.35x MVA

+



Variateur 6-pulse

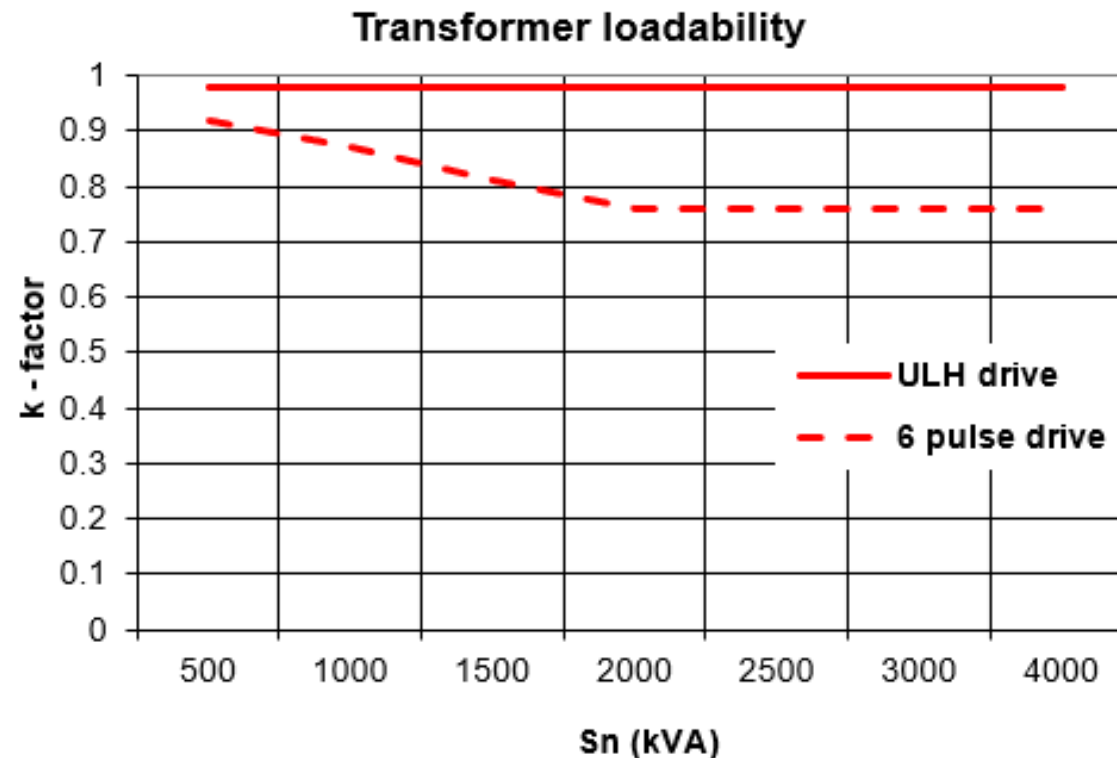


1.01 x MVA

+



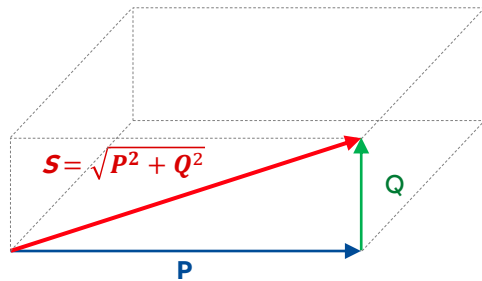
ULH



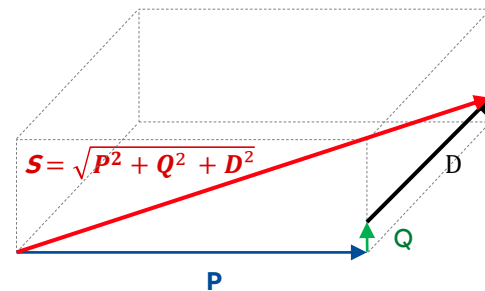
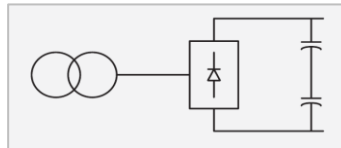
# Puissance déformante

En résumé

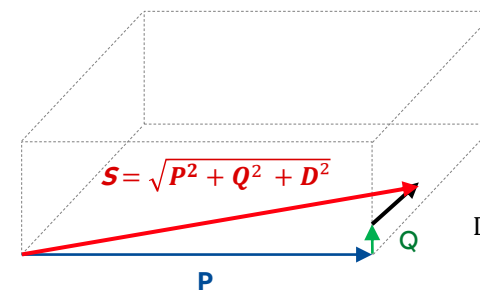
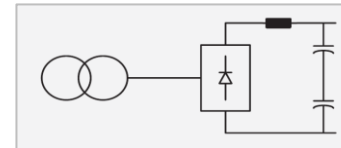
## Moteur seul DOL



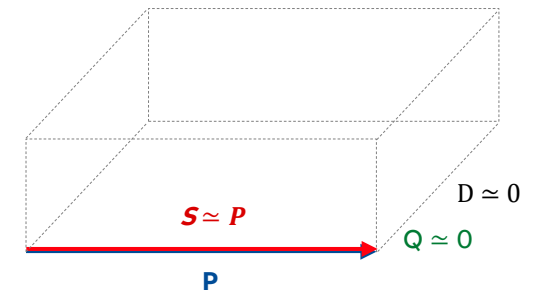
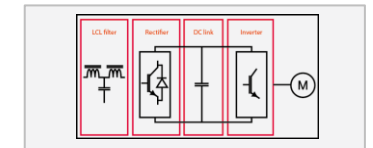
## Moteur + variateur 6 pulses



## Moteur + variateur avec self DC



## Moteur + variateur ULH



$$\text{Facteur de puissance} = \frac{P}{S} = 1$$





# Solutions à valeurs ajoutées

Variateurs propres



# Un bon dimensionnement fait la différence

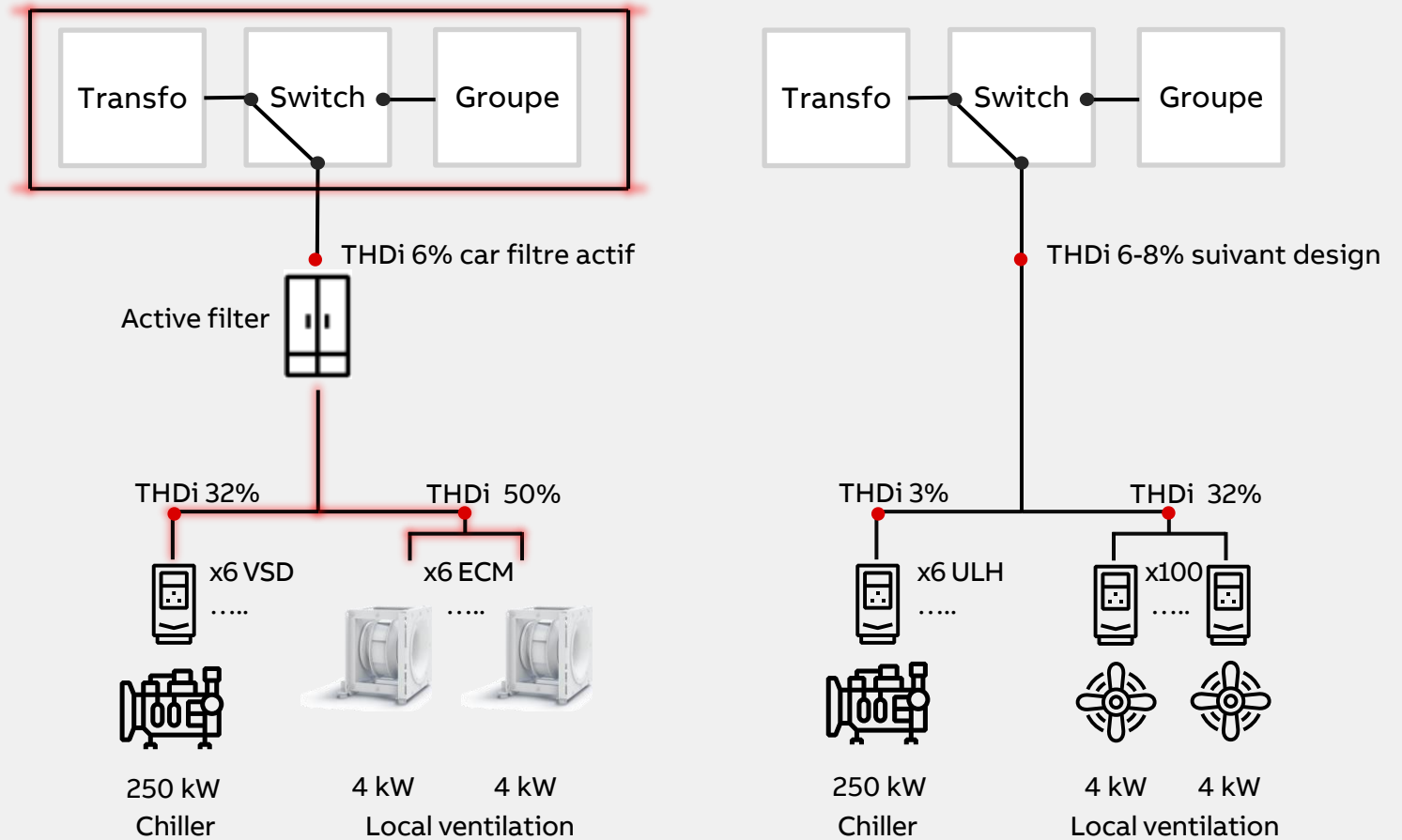
Les ULH apportent le meilleur compromis système

2 approches – filtre actif global ou installation de variateur ULH

## Avantages de la solution ULH:

- Les transformateurs, GE, les protections, les câbles seront mieux dimensionnés
- Moins de pertes par effet joules (rendement)
- Pas de défaillance de l'installation en cas de défaillance du filtre actif global

Les deux solutions sont conformes à la norme IEEE 519  
**Attention à la criticité de vos installations !**





# ACxx80 – Variateurs Ultra Low harmonics

Une gamme complète de 4kW à 3,2MW

Des produits faciles à installer, robustes et couvrant une large plage de puissance:

- Coffrets montage muraux
- Modules à intégrer
- Armoire usine



ACxx80-/31  
4...110kW



ACxx80-34  
132...355kW



ACS880-37  
55kW...3,2MW

# Ce qu'il faut retenir

## Les avantages d'un variateur sans les inconvénients des harmoniques

### Un package, tout inclus

- Faible émission d'harmoniques en standard
- Pas de coûts additionnels
- Courant d'entrée plus faible
- Dimensionnement optimisé

### Solution simple et compact

- 3 câbles en entrée, 3 câbles en sortie
- Economie de place dans les locaux
- Diminution de la taille des cables
- Pas de filtre externe necessaire

### Performances supérieures dans toutes les conditions

- Facteur de puissance à 1
- Boost de la tension de sortie du variateur
- THDi < 3% en tout point du reseau
- Pleine tension aux bornes du moteur

Variateur standard



Facteur de puissance  $\approx 0.93$   
Courant d'entrée  $\approx 107,7\%$   
THDi > 30/40%

Variateur ULH



Facteur de puissance  $\approx 1.0$   
Courant d'entrée  $\approx 100\%$   
THDi < 3%



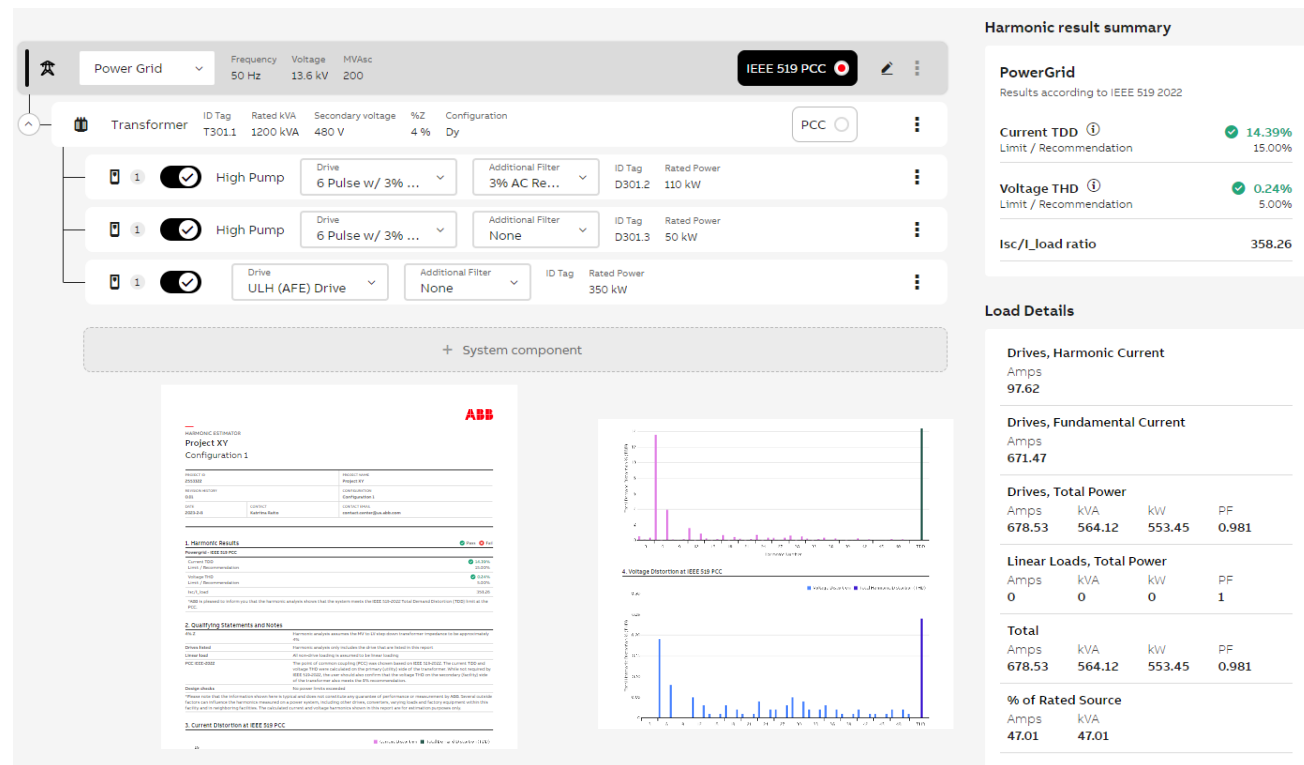
# Harmonic Estimator web-based tool

## Etablir une pré-étude harmoniques

Nous vous accompagnons afin de réaliser une pré-étude harmoniques sur la base des éléments à disposition (unifilaire, bilan de puissance, informations transformateurs, simultanéité etc...).

Avec l'aide de cette projection, vous pourrez anticiper les éventuelles problématiques harmoniques, ainsi que les solutions à envisager, en fonction des contraintes clients:

- Rapport et limites basées sur l'IEEE 519 - 2014/2022
- Estimation harmoniques au PCC\* (THD\* and TDD\*)
- Pour transformateur et GE
- Possibilité d'ajouter des charges linéaires (démarreurs, résistances, moteurs en direct), des selfs de ligne, des filtres actifs/passifs
- Créer des projets, sauvegarder les configurations



Impédance ACS880 = 5% ; Impédance ACS580 = 3%

---

# ROI

Return Of Investment





# ROI (RSI)

## Définition

**Return on Investment (ROI)** ⇒ Retour sur investissement (RSI)

C'est un indicateur important qui permet à l'entreprise de mettre en place ou d'affiner sa stratégie de gestion ou de développement.

Par exemple, un investissement de 10 000€ sur un matériel qui fait économiser 1 000€ par an aura un ROI de 10 ans.

Ce temps écoulé, l'investissement fait gagner de l'argent !

$$ROI = \frac{\textit{Investissement}}{\textit{Gain sur période}}$$

$$ROI \text{ avec } CEE = \frac{\textit{Investissement} - CEE}{\textit{Gain sur période}}$$

# ROI

## Exemple de calcul ROI

### Investissement

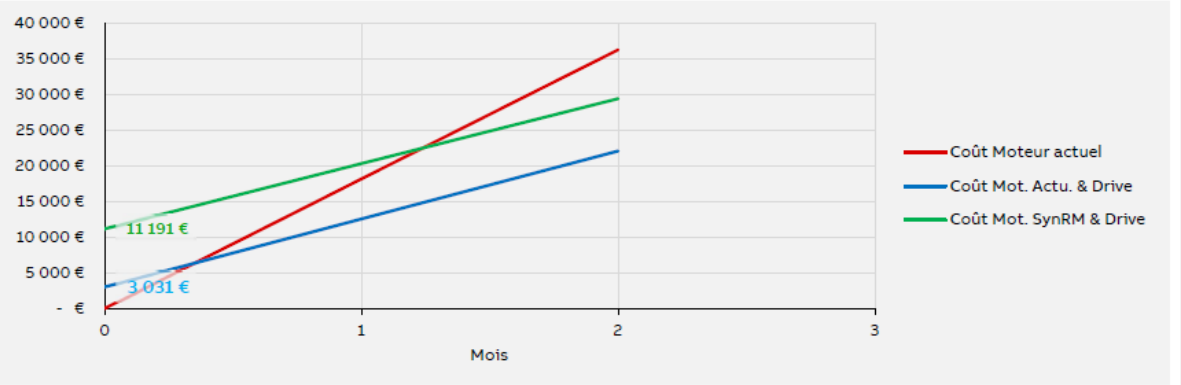
|                             | Mot. Actu. & Drive | Mot. SynRM & Drive |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| Prix moteur(s)              | - €                | 9 997 €            |
| Prix variateur(s)           | 5 942 €            | 7 550 €            |
| Autres matériels            | 2 500 €            | 2 500 €            |
| Service                     | 2 500 €            | 2 500 €            |
| <b>Total investissement</b> | <b>10 942 €</b>    | <b>22 547 €</b>    |

### CEE

|                                      |                        |                                  |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Prix du kWh Cumac :                  | 0,00580 €/kWh C        |                                  |
| Fiche CEE utilisée                   | IND-UT-102 : Variateur | IND-UT-114 : Moteur à réluctance |
| Application                          | Pompage                | Pompage                          |
| Mode de fonctionnement du site       | -                      | -                                |
| Montant de la prime CEE              | - 7 911 €              | - 11 356 €                       |
| <b>Total investissement avec CEE</b> | <b>3 031 €</b>         | <b>11 191 €</b>                  |

### ROI

|            | Moteur actuel | Mot. Actu. & Drive |           | Mot. SynRM & Drive |           |
|------------|---------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
|            | Coût          | Coût               | Gain      | Coût               | Gain      |
| Annuel     | 217 925 €     | 114 409 €          | 103 516 € | 109 583 €          | 108 342 € |
| Mensuel    | 18 160 €      | 9 534 €            | 8 626 €   | 9 132 €            | 9 028 €   |
| <b>ROI</b> |               | <b>0,4 mois</b>    |           | <b>1,2 mois</b>    |           |





CEE



# CEE

## Fiches & primes CEE



Certificats d'économies d'énergie  
Opération n° IND-UT-102

Système de variation électronique de vitesse sur un moteur asynchrone

**1. Secteur d'application**  
Industrie.

**2. Dénomination**  
Mise en place d'un système de variation électronique de vitesse (VEV) sur un moteur asynchrone existant dépourvu de ce système, ou neuf de puissance nominale inférieure ou égale à 3 MW.

Est exclu de l'opération standardisée tout moteur IE2 défini par le règlement (CE) n°640/2009 de la Commission du 22 juillet 2009 modifié par le règlement (UE) n°4/2014 de la Commission du 6 janvier 2014, acheté :  
- entre le 1<sup>er</sup> janvier 2015 et le 31 décembre 2016 si sa puissance nominale est comprise entre 7,5 kW inclus et 375 kW inclus ;  
- à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2017 si sa puissance nominale est comprise entre 0,75 kW inclus et 375 kW inclus.

**3. Conditions pour la délivrance de certificats**  
La mise en place est réalisée par un professionnel.

La preuve de la réalisation de l'opération mentionne la mise en place d'un système de variation électronique de vitesse.

À défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne l'installation d'un équipement avec ses marques et référence et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que l'équipement de marque et référence installé est un système de variation électronique de vitesse.

**4. Durée de vie conventionnelle**  
15 ans.

**5. Montant de certificats en kWh cumac**

| Application              | Montant en kWh cumac par kW | X | P |
|--------------------------|-----------------------------|---|---|
| Pompage                  | 12 400                      |   |   |
| Ventilation              | 12 200                      |   |   |
| Compresseur d'air        | 11 900                      |   |   |
| Compresseur frigorifique | 7 100                       |   |   |
| Autres applications      | 5 500                       |   |   |



Certificats d'économies d'énergie  
Opération n° IND-UT-132

Moteur asynchrone de classe IE4

**1. Secteur d'application**  
Industrie.

**2. Dénomination**  
Mise en place d'un moteur asynchrone haut rendement de classe IE4 selon la norme CEI 60034-30-1.

**3. Conditions pour la délivrance de certificats**  
La mise en place est réalisée par un professionnel.

La puissance utile du moteur est supérieure ou égale à 0,12 kW et inférieure ou égale à 1000 kW.

La preuve de la réalisation de l'opération mentionne la mise en place d'un moteur asynchrone de classe IE4 selon la norme CEI 60034-30-1 et sa puissance utile.

À défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne la mise en place d'un équipement avec ses marques et référence et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que l'équipement de marque et référence installé est un moteur asynchrone de classe IE4 selon la norme CEI 60034-30-1. Ce document précise la puissance utile du moteur.

**4. Durée de vie conventionnelle**  
15 ans pour des moteurs de puissance inférieure ou égale à 15 kW.  
20 ans pour des moteurs de puissance supérieure à 15 kW.

**5. Montant de certificats en kWh cumac**

| Montants en kWh cumac par kW |                      |                      |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
| 0,12 kW < P ≤ 0,75 kW        | 0,75 kW < P ≤ 375 kW | 375 kW < P ≤ 1000 kW |
| 4 900 x P + 2 600            | 700 x P + 12 000     | 1 600 x P            |

La puissance utile P du moteur en kW est celle figurant sur la plaque signalétique et correspond à la puissance mécanique à l'arbre aux conditions de fonctionnement assignées par le constructeur. Elle est indiquée sur la preuve de réalisation de l'opération ou à défaut sur un document issu du fabricant.



Certificats d'économies d'énergie  
Opération n° IND-UT-114

Moto-variateur synchrone à aimants permanents ou à réluctance

**1. Secteur d'application**  
Industrie.

**2. Dénomination**  
Mise en place d'un moto-variateur synchrone à aimants permanents ou à réluctance de puissance nominale inférieure ou égale à 1 MW.

Selon les définitions de la norme CEI 60050-411/A1 : 2007, sont considérées comme :  
- machine synchrone : une machine à courant alternatif dans laquelle la fréquence des tensions engendrées et la vitesse sont dans un rapport constant ;  
- machine à aimants permanents : une machine dont l'inducteur est constitué d'un ou de plusieurs aimants ;  
- moteur à réluctance : un moteur synchrone avec un rotor non excité portant un nombre de saillies régulières qui peut éventuellement être muni d'un enroulement à cage pour le démarrage.

Les moteurs « EC », les moteurs « pas à pas » et les moteurs « à réluctance variable » ne sont pas éligibles à la présente fiche.

**3. Conditions pour la délivrance de certificats**  
La mise en place est réalisée par un professionnel.

La preuve de la réalisation de l'opération mentionne la mise en place d'un moto-variateur synchrone à aimants permanents ou à réluctance et sa puissance nominale.

À défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne la mise en place d'un équipement avec ses marques et référence et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que l'équipement de marque et référence installé est un moto-variateur synchrone à aimants permanents ou à réluctance. Ce document précise la puissance nominale du moto-variateur.

**4. Durée de vie conventionnelle**  
20 ans.



# Fiche CEE IND-UT-102

## Systeme de variation électronique de vitesse sur un moteur asynchrone



Mise en place d'un système de variation électronique de vitesse sur un moteur asynchrone existant dépourvu de ce système, ou neuf de puissance nominale ≤ à 3 MW

**Eligibilité :** IE2\*, IE3, IE4.  
Pour IE5 utiliser Fiche IND-UT-114  
Jusque 3 MW  
Eligible aussi pour les moteurs MT & ATEX  
**Pas de variateur déjà en place, même hors service!**

**Exclusion :** Sur le principe tout moteur IE2 acheté après le 1 janvier 2025  
Et tout moteur qui n'est pas à minimum IE3 au delà  
\* IE2 7,5kW à 375kW entre le 01/01/2015 et le 31/12/2016  
\* IE2 0,75kW à 375kW si > 01/01/2017  
Démarreurs non concernés  
Non applicable si un variateur est déjà en place

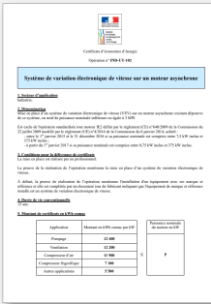
**Obligations :** Mise en place par un professionnel (**NON le client à le droit de l'installer lui-même !!!**)

Enregistrement du dossier sur le portail avant passage de commande  
**NON, il faut que le client final signe le devis avec Tampon, fonction, prénom et Nom**  
**Puis le mandataire le valide et donne son accord, portail optionnel à ce jour !**  
La preuve de la réalisation de l'opération : Attestation sur l'honneur de la mise en place avec références constructeur (Annexe 1 de la fiche)

**Oui, l'AH est envoyé par le mandataire et signé par le client final et l'installateur, accompagné de la facture de l'installateur**

**Infos + :** Eligible pour un variateur seul ou ensemble **variateur + moteur (Fiche CEE Moteur en sus, pas intégrer dans la IND UT 102 !!!)**  
Eligible sur un moteur en place ou sur du neuf (**IE3 ou IE4 mini**)  
La puissance à retenir est la puissance plaquée du moteur existant

| Application              | Montant en kWh cumac par kW | X | Puissance nominale du moteur en kW |
|--------------------------|-----------------------------|---|------------------------------------|
| Pompage                  | 12 400                      |   | P                                  |
| Ventilation              | 12 200                      |   |                                    |
| Compresseur d'air        | 11 900                      |   |                                    |
| Compresseur frigorifique | 7 100                       |   |                                    |
| Autres applications      | 5 500                       |   |                                    |



# Fiche CEE IND-UT-114

## Moto-variateur synchrone à aimants permanents ou à réluctance

Mise en place d'un moto-variateur synchrone à aimants permanents ou à réluctance de puissance nominale ≤1 MW.



**Eligibilité :** **Moteur à réluctance :** un moteur synchrone avec un rotor non excité portant un nombre de saillies régulières qui peut éventuellement être muni d'un enroulement à cage pour le démarrage ⇒ **SynRM ABB éligible.**  
**Moteur synchrone à aimants permanents ou à réluctance de puissance nominale ≤1 MW.**  
**Moteurs ATEX OK**

**Exclusion :** **Attention : moteurs « pas à pas » et « EC » ne sont pas éligibles**

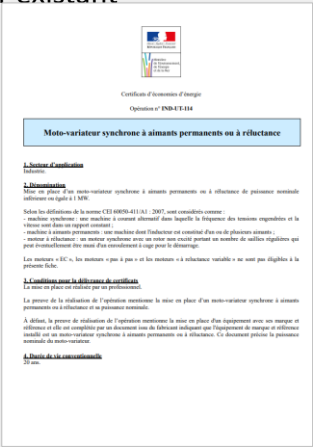
**Obligations :** **remarque identique à la fiche 102**  
Mise en place par un professionnel  
Enregistrement du dossier sur le portail avant passage de commande  
La preuve de la réalisation de l'opération : Attestation sur l'honneur de la mise en place avec références constructeur (Annexe 1 de la fiche)  
Impérativement remplacer moteur et variateur

**Infos + :** SynRM permet également des économies d'énergie. Bilan à faire  
Applicable même si un moteur + variateur en place ! On change tout !  
La puissance à retenir est la puissance plaquée du moteur existant

| Application              | Montant en kWh cumac par kW |
|--------------------------|-----------------------------|
| Pompage                  | 17 800                      |
| Ventilation              | 17 600                      |
| Compresseur d'air        | 9 200                       |
| Compresseur frigorifique | 14 500                      |
| Autre application        | 11 400                      |

X

| Puissance nominale du moto-variateur en kW |
|--------------------------------------------|
| P                                          |







TCO

Total Cost of Ownership

# TCO (CTP)

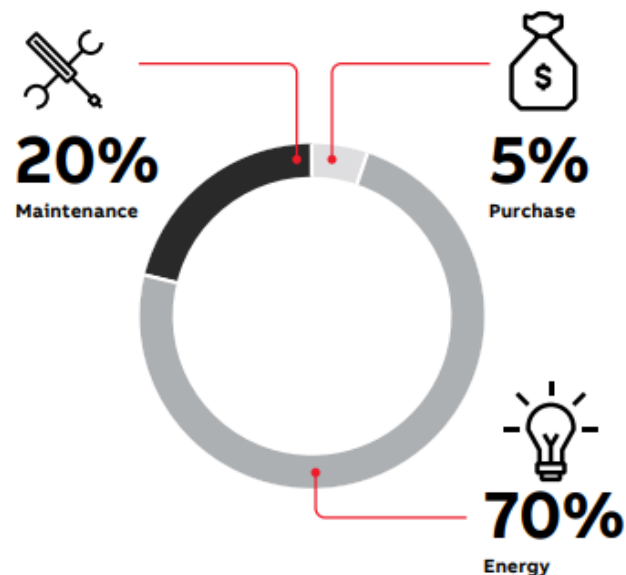
## Définition

$$\text{TCO} = \text{€} + \text{▶} + \text{||}$$

Total Cost of ownership      Coût d'achat      Coût d'exploitation      Coût d'arrêt de production

Le Coût Total de Possession (CTP) est la **traduction de l'anglais Total Cost of Ownership (TCO)**.

Il désigne le coût global d'un bien ou d'un service tout au long de son cycle de vie. Cette méthode de calcul prend aussi bien en compte les coûts directs que les coûts indirects. Connaître ce coût global de possession offre une opportunité supplémentaire de création de valeur. Véritable aide à la décision, le calcul du TCO ouvre la voie à l'optimisation des dépenses.



Pour un moteur, il est prouvé que le coût de l'achat ne représente généralement que 3 à 5% du coût total de possession. La majorité du TCO étant représenté par les frais de fonctionnement et plus particulièrement la consommation électrique.



# Les outils ABB





# Outils ABB

- Site [Ecodesing Regulation](#)
- Site [MEPS](#)
- Site [mouvement pour l'efficacité énergétique](#)
- Outils [EcoDesing](#)
- Outils [Harmonic Estimator](#)
- Outils [Energy Save Calculator](#)





Questions ?



**ABB**