

RÉDUCTION DES PERTES DES TRANSFORMATEURS ÉLECTRIQUES DE FAIBLE, MOYENNE ET GRANDE PUISSANCE

Directive EcoDesign ErP

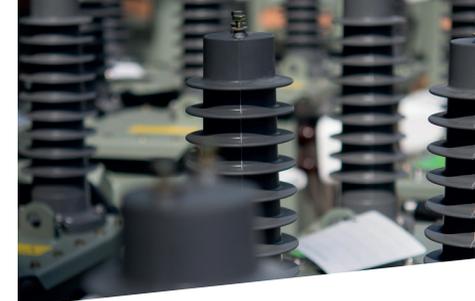




DOCUMENTS DE REFERENCE

»» Règlement de l'Union Européenne
N°548/2014
du 21 mai 2014

»» Normes
CEI 60076
Projet EN 50588 (Ancienne 50464)



UN ENGAGEMENT EUROPEEN ET NATIONAL

Comment réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre ?

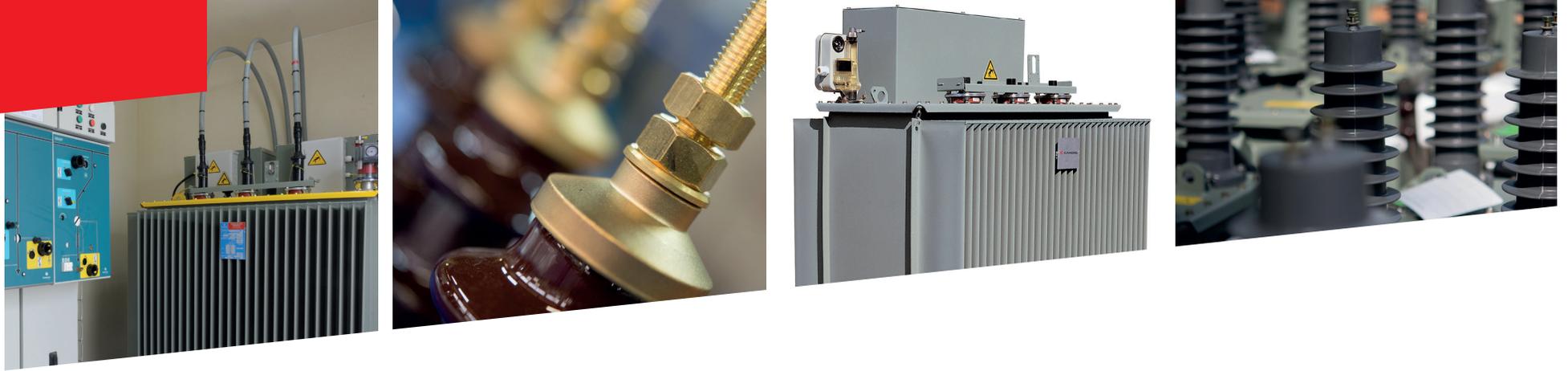
- ✓ **En maîtrisant** sa consommation d'énergie primaire et **en promouvant** le développement des énergies renouvelables



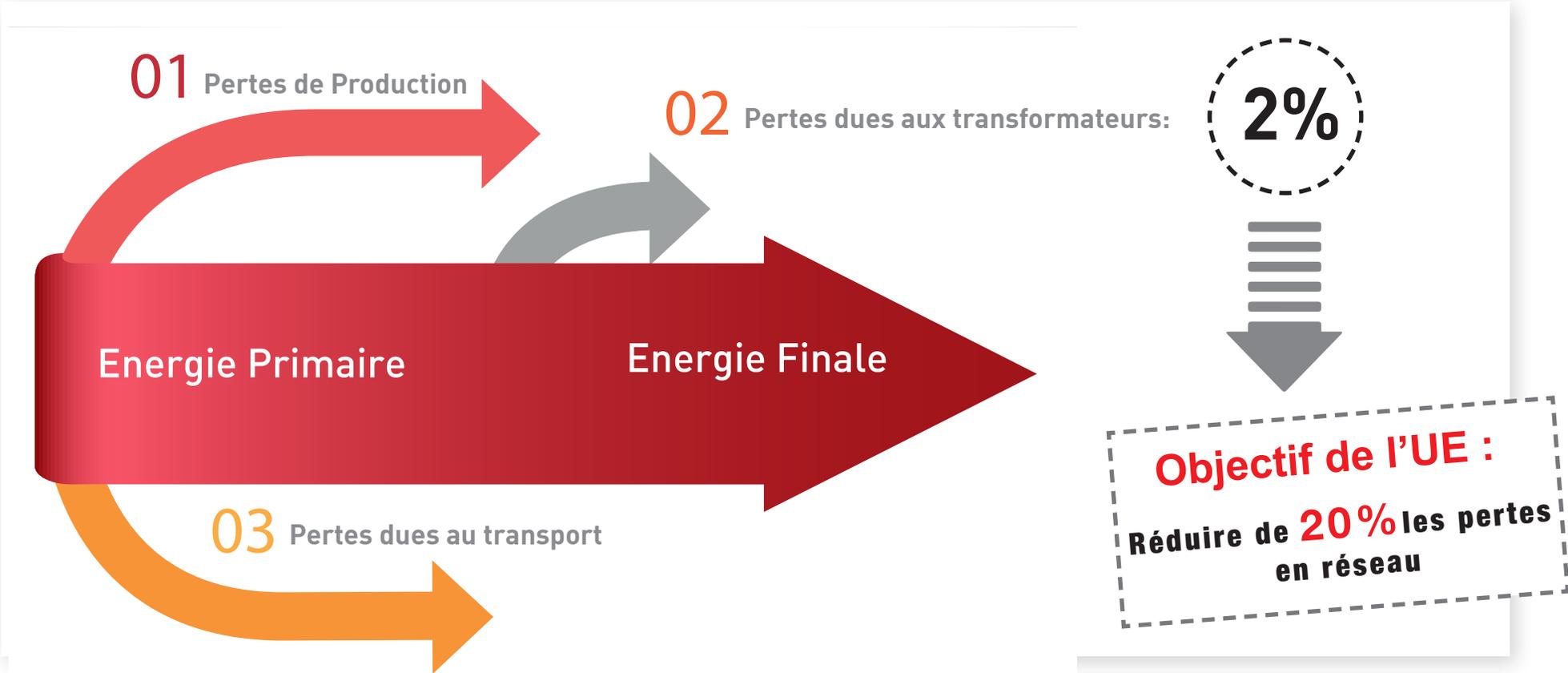
Comment les consommateurs d'énergie s'impliquent-ils ?

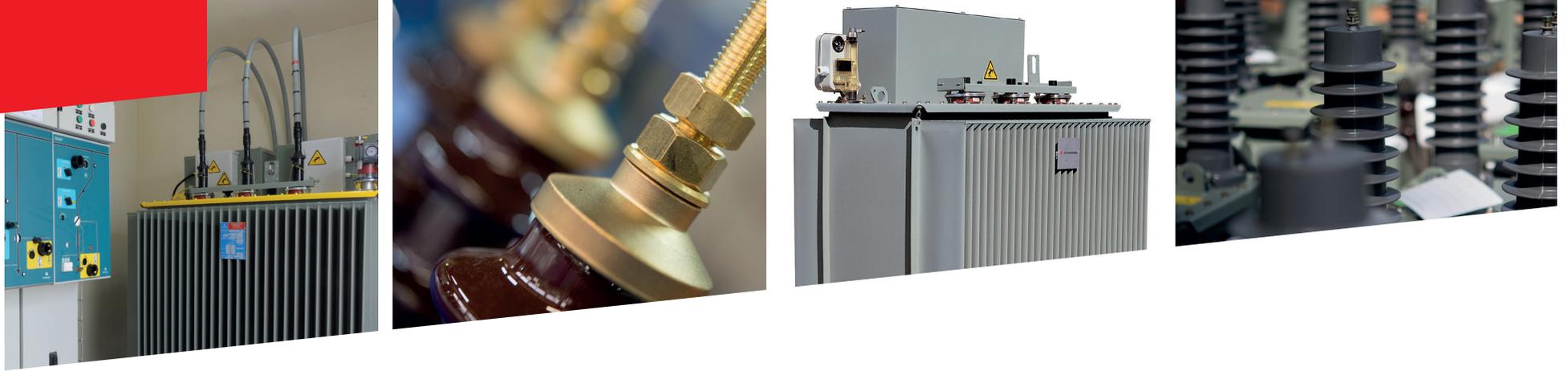
- ✓ **En appliquant la directive éco-conception** et ses mesures **pour la réduction de la consommation d'énergie**

- Sur les appareils électroménagers 
- Sur l'automobile 
- Sur les transformateurs de faible, moyenne et grande puissance ... 



PRINCIPE DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE



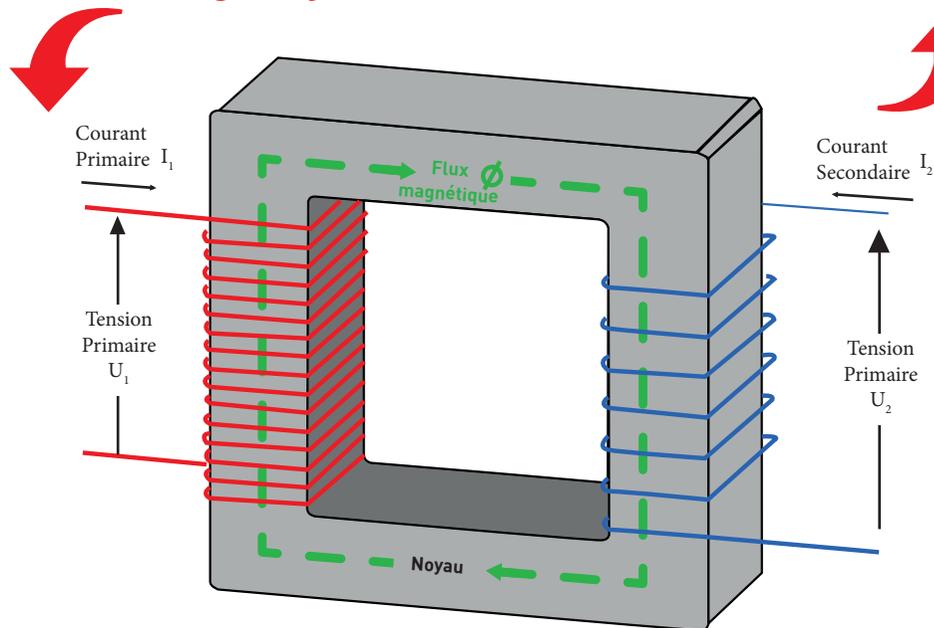


FONCTIONNEMENT D'UN TRANSFORMATEUR

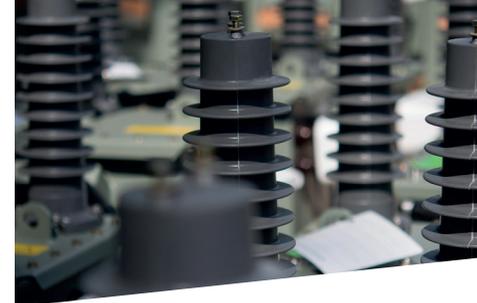
CONVERTIR EN CONSOMMANT LE MOINS D'ENERGIE POSSIBLE

100% d'énergie injectée

98% d'énergie finale restituée



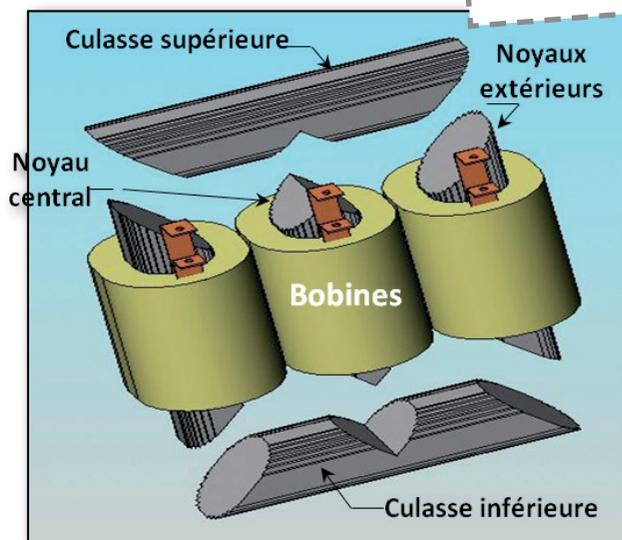
De nos jours, un transformateur dissipe en moyenne **2% d'énergie** due à son fonctionnement



COMMENT REDUIRE LES PERTES D'UN TRANSFORMATEUR ?

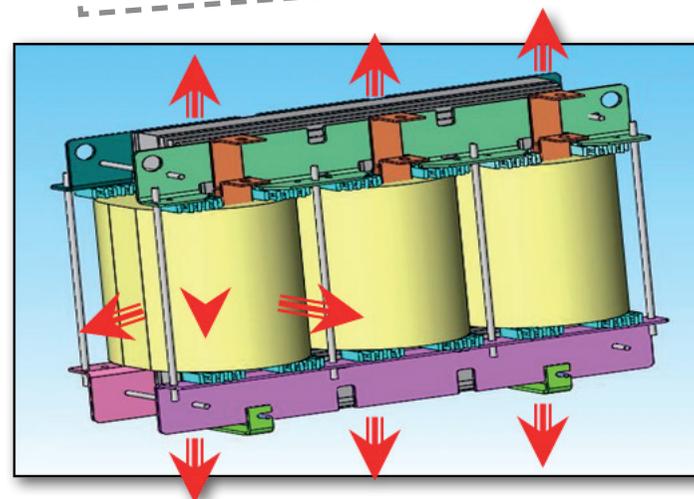
En améliorant la qualité de la **tôle magnétique**, utilisée pour réaliser le circuit magnétique

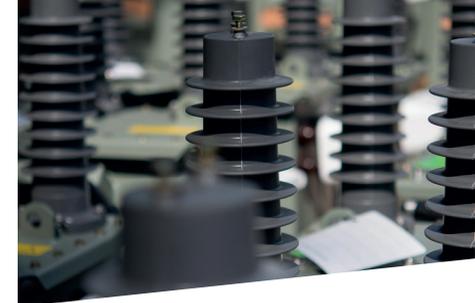
= BAISSÉ DES PERTES A VIDE



En augmentant la section des **conducteurs électriques des bobines**

= BAISSÉ DES PERTES EN CHARGE





LA NOUVELLE REGLEMENTATION EUROPEENNE

CETTE NOUVELLE DIRECTIVE IMPOSE :

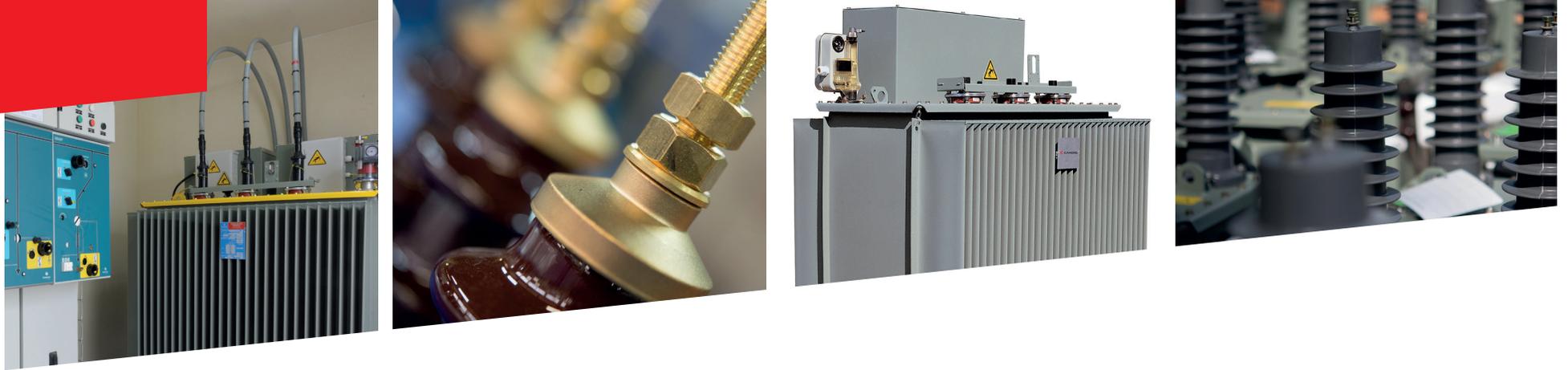
1 La réduction des pertes électriques et la suppression de leur tolérance selon :

- Les classifications minimum Ao, Ck ou Bk pour transformateurs de **25 kVA à 3150 kVA**.
- Un **ratio PEI** (Peak Efficiency Index) pour transformateurs de puissance.
- Des critères **plus restrictifs** : suppression des tolérances sur les valeurs des pertes.

2 Un marquage «CE» sur l'appareil

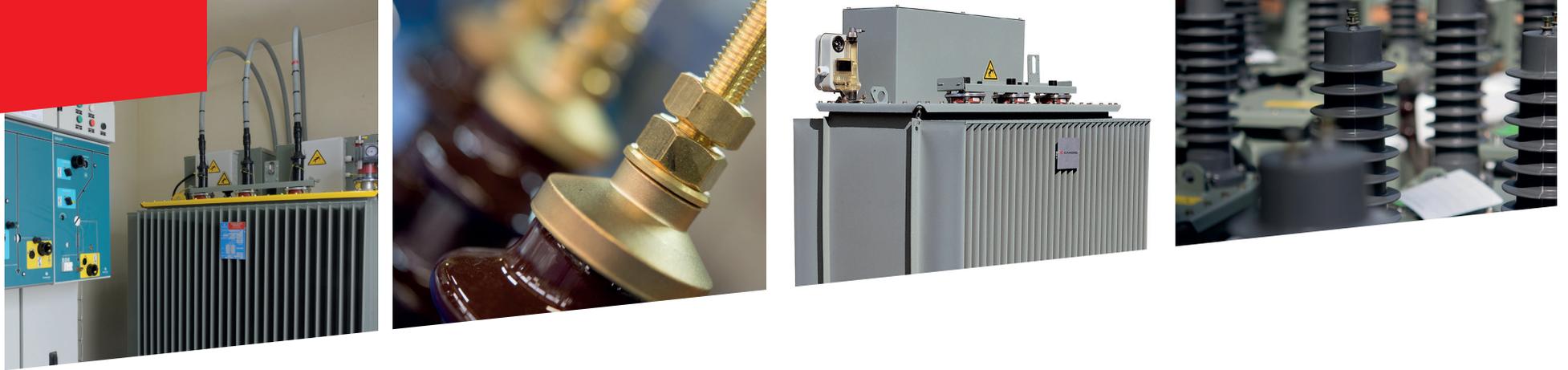
CE

ZERO
TOLERANCE



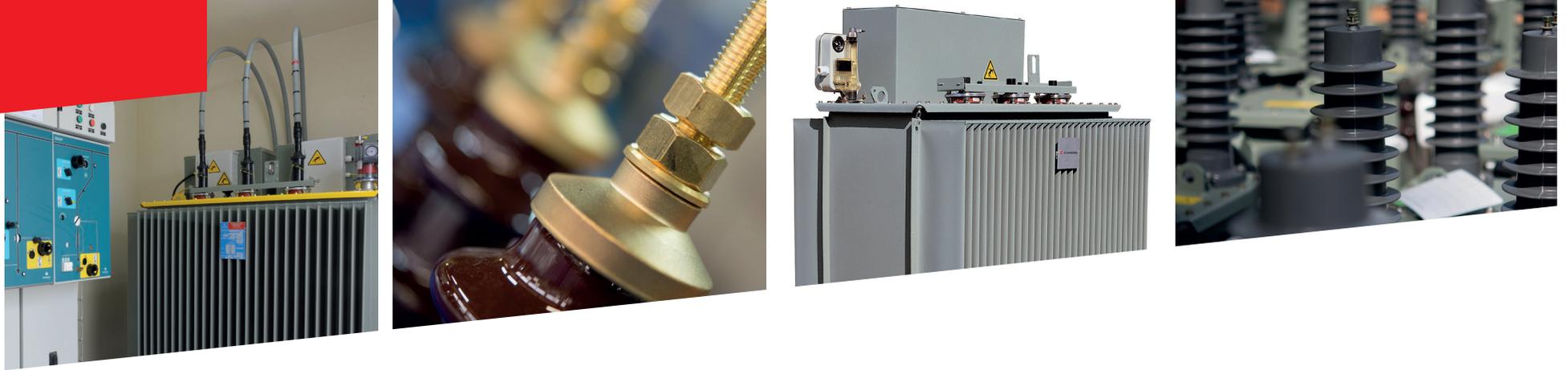
Exemple de pertes pour des transformateurs Distribution Publique

HN 52-S-24	Actuel	ECODESIGN 1 ^{er} palier	ECODESIGN 2 ^{ème} palier
100 kVA Poteau TPC	C0Dk	1er juillet 2015 A0Ck	1er juillet 2021 A0Bk
Pertes à vide (W)	210	-30% 145	145
Pertes en charge (W)	2150	-20% 1750	-15% 1475
HN 52-S-27			
400 kVA Cabine	C0Ck	1er juillet 2015 A0Ck	1er juillet 2021 A0 -10% Ak
Pertes à vide (W)	610	-30% 430	-10% 387
Pertes en charge (W)	4600	4600	-30% 3250



Exemple de pertes pour des transformateurs immergés huile Tarif vert Distribution Privée

NF C 52-112	Actuel	Ecodesign 1 ^{er} palier		Ecodesign 2 ^{ème} palier	
630 kVA Cabine	E0Ck	1er juillet 2015 A0Ck		1er juillet 2021 A0 - 10% Ak	
Pertes à vide (W)	1300	-55%	600	-10%	540
Pertes en charge (W)	6500		6500	-30%	4600
1250 kVA Cabine	D0Dk	1er juillet 2015 A0Bk		1er juillet 2021 A0 - 10% Ak	
Pertes à vide (W)	1750	-45%	950	-10%	855
Pertes en charge (W)	16 000		11 000	-30%	9500



LES NIVEAUX DE PERTES

Type	Puissance (kVA)	Pertes Actuelles	A partir du 01/07/2015
Poteaux	25, 50 et 100 kVA	C0 Dk	A0 Ck
	160 kVA	D0 Dk	C0 Ck + 32%
Cabine	50 et 100 kVA	C0 Dk	A0 Ck
	160 kVA	D0 Dk	
	250 à 630 kVA	E0 Ck	
	800 et 1000 kVA	D0 Dk	A0 Bk
	> 1000 kVA	D0 Dk	
Secs (≤ 3150 kVA)	≤ 630	C0 Bk	A0 Bk
	> 630	C0 Bk	A0 Ak

Gain énergétique moyen sur le parc français :

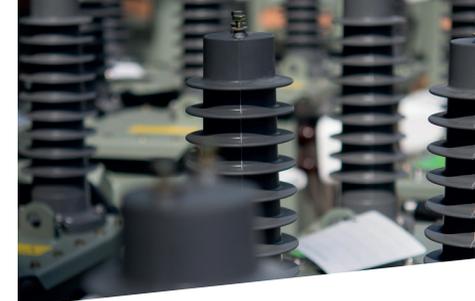
- 20% environ sur les pertes totales en transformateur immergé



Gain énergétique moyen sur le parc français :

- 15% environ sur les pertes totales en transformateur SEC





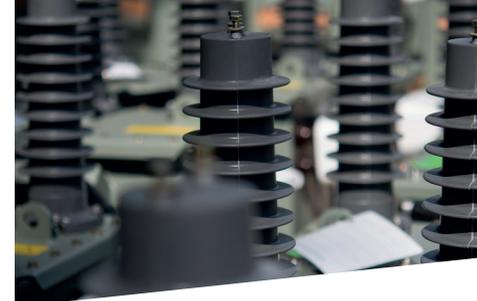
LES APPLICATIONS

✓ Qui est concerné par cette nouvelle directive?

- Les réseaux secondaires de **distribution** (réseaux privés ou publics)

✓ Quand cette nouvelle directive est-elle applicable?





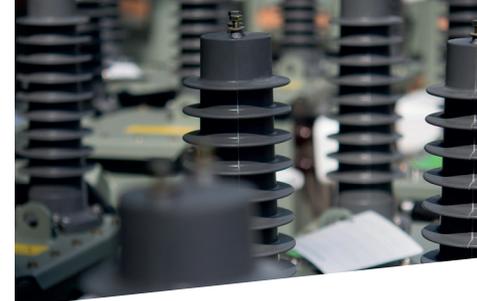
LES APPLICATIONS

✓ **Ne sont pas concernés par cette nouvelle directive :**

- **LES TRANSFORMATEURS**

- Triphasés de mise à la terre, de point neutre, générateur homopolaire,
- de traction embarquée,
- de démarrage,
- d'essai,
- de soudage (à l'arc ou par résistance).

⋯⋯ **D'autres transformateurs sont concernés par cette nouvelle directive.**
Merci de vous référer au décret N° 548/2014 de la Commission du
21 mai 2014.



EN RESUME

QUI EST CONCERNE ?



• TOUS LES POSTES DE TRANSFORMATION EUROPEENS

En France, 850 000 transformateurs HT/BT installés

- Réseaux de distribution publique : ERDF, Syndicats, Régies, Consommateurs.

- Réseaux de distribution privée : Tertiaire et Industrie, producteurs : éoliens, photovoltaïque ...

QUAND ?



• 1^{er} JUILLET 2015

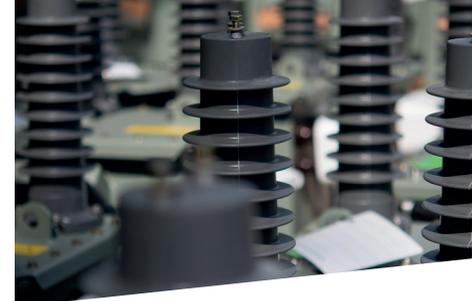
Tous les transformateurs mis en service

- Minimum A0 Ck ou A0 Bk Huile (sauf transformateurs installés en haut de poteaux de puissance \geq à 160kVA)
- Minimum A0 Bk ou A0 Ak Sec

• 1^{er} JUILLET 2021

Tous les transformateurs mis en service

- Minimum A0- 10% Ak Huile
- Minimum A0- 10% Ak Sec

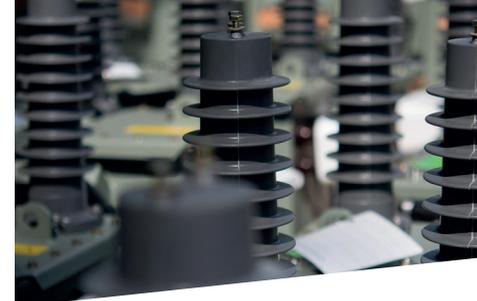


ENGAGEMENT DU CONSTRUCTEUR CAHORS

CAHORS s'engage à respecter la directive EcoDesign en fabriquant des transformateurs strictement conformes aux spécifications techniques et exigences de la norme EN 50588, marqués « CE » et vérifiés grâce à un laboratoire d'essais certifié et étalonné.

ENGAGEMENT DU CLIENT ET DU PRESCRIPTEUR

Nos clients s'engagent à commander des appareils auprès d'un fabricant respectant la directive EcoDesign. Leur installation sera vérifiée par un organisme de contrôle.



ANNEXES

Exigences applicables aux transformateurs triphasés de moyenne puissance dont la puissance assignée est $\leq 3\,150$ kVA

- ❖ Valeurs maximales des pertes dues à la charge et des pertes à vide (en W) pour les transformateurs triphasés de moyenne puissance immergés dans un liquide avec un enroulement pour lequel $U_m \leq 24$ kV et l'autre enroulement pour lequel $U_m \leq 1,1$ kV.

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (à partir du 1 ^{er} juillet 2015)		Phase 2 (à partir du 1 ^{er} juillet 2021)	
	Pertes maximales à vide P_o (W) *	Pertes maximales dues à la charge P_k (W) *	Pertes maximales à vide P_o (W) *	Pertes maximales dues à la charge P_k (W) *
≤ 25	Ao (70)	Ck (900)	Ao - 10 % (63)	Ak (600)
50	Ao (90)	Ck (1100)	Ao - 10 % (81)	Ak (750)
100	Ao (145)	Ck (1750)	Ao - 10 % (130)	Ak (1250)
160	Ao (210)	Ck (2350)	Ao - 10 % (189)	Ak (1750)
250	Ao (300)	Ck (3250)	Ao - 10 % (270)	Ak (2350)
315	Ao (360)	Ck (3900)	Ao - 10 % (324)	Ak (2800)
400	Ao (430)	Ck (4600)	Ao - 10 % (387)	Ak (3250)
500	Ao (510)	Ck (5500)	Ao - 10 % (459)	Ak (3900)
630	Ao (600)	Ck (6500)	Ao - 10 % (540)	Ak (4600)
800	Ao (650)	Ck (8400)	Ao - 10 % (585)	Ak (6000)
1000	Ao (770)	Ck (10 500)	Ao - 10 % (693)	Ak (7600)
1250	Ao (950)	Bk (11 000)	Ao - 10 % (855)	Ak (9500)
1600	Ao (1200)	Bk (14 000)	Ao - 10 % (1080)	Ak (12 000)
2000	Ao (1450)	Bk (18 000)	Ao - 10 % (1305)	Ak (15 000)
2500	Ao (1750)	Bk (22 000)	Ao - 10 % (1575)	Ak (18 500)
3150	Ao (2200)	Bk (27 500)	Ao - 10 % (1980)	Ak (23 000)



* Les pertes maximales pour les puissances assignées en kVA qui ne correspondent pas à l'une des valeurs indiquées dans le tableau sont déterminées par interpolation linéaire.

Exigences applicables aux transformateurs triphasés de moyenne puissance dont la puissance assignée est $\leq 3\,150$ kVA

- Valeurs maximales des pertes dues à la charge et des pertes à vide (en W) pour les transformateurs triphasés de moyenne puissance de type sec avec un enroulement pour lequel $U_m \leq 24$ kV et l'autre enroulement pour lequel $U_m \leq 1,1$ kV.

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (1 ^{er} juillet 2015)		Phase 2 (1 ^{er} juillet 2021)	
	Pertes maximales à vide P_o (W) *	Pertes maximales dues à la charge P_k (W) *	Pertes maximales à vide P_o (W) *	Pertes maximales dues à la charge P_k (W) *
≤ 50	Ao (200)	Bk (1700)	Ao - 10 % (180)	Ak (1500)
100	Ao (280)	Bk (2050)	Ao - 10 % (252)	Ak (1800)
160	Ao (400)	Bk (2900)	Ao - 10 % (360)	Ak (2600)
250	Ao (520)	Bk (3800)	Ao - 10 % (468)	Ak (3400)
400	Ao (750)	Bk (5500)	Ao - 10 % (675)	Ak (4500)
630	Ao (1100)	Bk (7600)	Ao - 10 % (990)	Ak (7100)
800	Ao (1300)	Ak (8000)	Ao - 10 % (1170)	Ak (8000)
1000	Ao (1550)	Ak (9 000)	Ao - 10 % (1395)	Ak (9000)
1250	Ao (1800)	Ak (11 000)	Ao - 10 % (1620)	Ak (11 000)
1600	Ao (2200)	Ak (13 000)	Ao - 10 % (1980)	Ak (13 000)
2000	Ao (2600)	Ak (16 000)	Ao - 10 % (2340)	Ak (16 000)
2500	Ao (3100)	Ak (19 000)	Ao - 10 % (2790)	Ak (19 000)
3150	Ao (3800)	Ak (22 000)	Ao - 10 % (3420)	Ak (22 000)



* Les pertes maximales pour les puissances assignées en kVA qui ne correspondent pas à l'une des valeurs indiquées dans le tableau sont déterminées par interpolation linéaire.

Exigences applicables aux transformateurs triphasés de moyenne puissance dont la puissance assignée est > 3 150 kVA

➤➤➤ Valeurs minimales de l'indice d'efficacité maximale (PEI) pour les transformateurs de moyenne puissance immergés dans un liquide.

	Phase 1 (1 ^{er} juillet 2015)	Phase 2 (1 ^{er} juillet 2021)
Puissance assignée (kVA)	Valeur minimale de l'indice d'efficacité maximale (%)	
3150 < Sr ≤ 4000	99,465	99,532
5000	99,483	99,548
6300	99,510	99,571
8000	99,535	99,593
10 000	99,560	99,615
12 500	99,588	99,640
16 000	99,615	99,663
20 000	99,639	99,684
25 000	99,657	99,700
31 500	99,671	99,712
40 000	99,684	99,724



Exigences applicables aux transformateurs triphasés de moyenne puissance dont la puissance assignée est > 3 150 kVA

➤ Valeurs minimales de l'indice d'efficacité maximale (PEI) pour les transformateurs de moyenne puissance de type sec.

	Phase 1 (1 ^{er} juillet 2015)	Phase 2 (1 ^{er} juillet 2021)
Puissance assignée (kVA)	Valeur minimale de l'indice d'efficacité maximale (%)	
3150 < Sr ≤ 4000	99,348	99,382
5000	99,354	99,387
6300	99,356	99,389
8000	99,357	99,390
≥ 10 000	99,357	99,390



Exigences applicables aux transformateurs de moyenne puissance dont la puissance assignée est $\leq 3\,150$ kVA, équipés de prises adaptées à une exploitation lorsque le transformateur est sous tension ou en charge, à des fins d'adaptation de la tension. Cette catégorie inclut les transformateurs de distribution régulateurs de tension

Les niveaux maximaux admissibles de perte prévus doivent être majorés de 20% pour les pertes à vide et de 5% pour les pertes dues à la charge dans la phase 1, et de 10% pour les pertes à vide dans la phase 2.

Exigences applicables aux transformateurs de moyenne puissance sur poteau

Pertes maximales dues à la charge et à vide (en W) pour les transformateurs de moyenne puissance immergés dans un liquide sur poteau.

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (1 ^{er} juillet 2015)		Phase 2 (1 ^{er} juillet 2021)	
	Pertes maximales à vide P_o (W) *	Pertes maximales dues à la charge P_k (W) *	Pertes maximales à vide P_o (W) *	Pertes maximales dues à la charge P_k (W) *
25	Ao (70)	Ck (900)	Ao (70)	Bk (725)
50	Ao (90)	Ck (1100)	Ao (90)	Bk (875)
100	Ao (145)	Ck (1750)	Ao (145)	Bk (1475)
160	Co (300)	Ck + 32% (3102)	Co - 10 % (270)	Ck + 32% (3102)
200	Co (356)	Ck (2750)	Bo (310)	Bk (2333)
250	Co (425)	Ck (3250)	Bo (360)	Bk (2750)
315	Co (520)	Ck (3900)	Bo (440)	Bk (3250)



* Les pertes maximales admissibles pour les puissances assignées en kVA qui ne correspondent pas à l'une des valeurs indiquées dans le tableau sont déterminées par interpolation linéaire.

Exigences minimales en matière d'efficacité énergétique pour les transformateurs de grande puissance

Exigences minimales relatives à l'indice d'efficacité maximale (PEI) pour les transformateurs de grande puissance immergés dans un liquide.

	Phase 1 (1 ^{er} juillet 2015)	Phase 2 (1 ^{er} juillet 2021)
Puissance assignée (MVA)	Valeur minimale de l'indice d'efficacité maximale (%)	
≤ 4	99,465	99,532
5	99,483	99,548
6,3	99,510	99,571
8	99,535	99,593
10	99,560	99,615
12,5	99,588	99,640
16	99,615	99,663
20	99,639	99,684
25	99,657	99,700
31,5	99,671	99,712
40	99,684	99,724
50	99,696	99,734
63	99,709	99,745
80	99,723	99,758
≥ 100	99,737	99,770



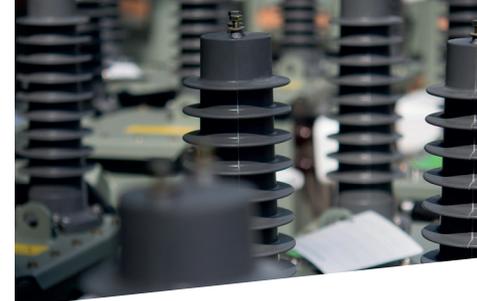
Exigences minimales en matière d'efficacité énergétique pour les transformateurs de grande puissance

Exigences minimales relatives à l'indice d'efficacité maximale (PEI) pour les transformateurs de grande puissance de type sec.

	Phase 1 (1 ^{er} juillet 2015)	Phase 2 (1 ^{er} juillet 2021)
Puissance assignée (MVA)	Valeur minimale de l'indice d'efficacité maximale (%)	
≤ 4	99,158	99,225
5	99,200	99,265
6,3	99,242	99,303
8	99,298	99,356
10	99,330	99,385
12,5	99,370	99,422
16	99,416	99,464
20	99,468	99,513
25	99,521	99,564
31,5	99,551	99,592
40	99,567	99,607
50	99,585	99,623
≥ 63	99,590	99,626







CAHORS

CONNECTING ENERGY AND PEOPLE

www.groupe-cahors.com