

Tableau 1: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les systèmes de combustion

Techniques pour les secteurs et les activités associées où la combustion n'est pas traitée dans un BREF vertical					
Techniques par type de combustible et par section dans le BREF LCP de Juillet 2006					Techniques dans le BREF ENE par section
	Charbon et lignite	Biomasse et tourbe	Combustibles liquides	Combustibles gazeux	
Préséchage du lignite	4.4.2				
Gazéification du charbon	4.1.9.1, 4.4.2 et 7.1.2				
Séchage du combustible		5.1.2, 5.4.2, 5.4.4			
Gazéification de la biomasse		5.4.2, 7.1.2			
Pressage de l'écorce		5.4.2, 5.4.4			
Utilisation d'une turbine de détente pour récupérer le contenu énergétique des gaz pressurisés				7.1.1, 7.1.2, 7.4.1, 7.5.1	
Cogénération	4.5.5, 6.1.8	5.3.3, 5.5.4	4.5.5, 6.1.8	7.1.6, 7.5.2	3.4 Cogénération
Systèmes de contrôle informatisés avancés des conditions de combustion pour réduction des émissions et augmentation des performances de la chaudière	4.2.1, 4.2.1.9, 4.4.3, 4.5.4	5.5.3	6.2.1, 6.2.1.1, 6.4.2, 6.5.3.1	7.4.2, 7.5.2	
Utilisation du contenu calorifique des gaz de combustion pour le chauffage urbain	4.4.3				
Excès d'air faible	4.4.3, 4.4.6	5.4.7	6.4.2, 6.4.5	7.4.3	3.1.3 Réduction du débit massique des gaz de combustion par une réduction de l'excès d'air
Diminution des températures des gaz d'exhaure	4.4.3		6.4.2		3.1.1 Réduction de la température des gaz de combustion grâce à <ul style="list-style-type: none"> dimensionnement pour obtenir les performances maximales plus un facteur de sécurité calculé pour les surcharges augmentation du transfert de chaleur vers le procédé soit par une augmentation du taux de transfert de chaleur, soit par agrandissement ou amélioration des surfaces de transfert de chaleur récupération de chaleur avec l'association d'un procédé supplémentaire (par ex. génération de vapeur en utilisant des économiseurs), pour récupérer la chaleur perdue dans les gaz de combustion installation d'un préchauffeur d'air ou d'eau (voir Section 3.1.1.1) ou préchauffage du combustible par échange de chaleur avec les gaz de combustion (voir Section 3.1.1). Remarque : le procédé peut parfois nécessiter un préchauffage de l'air lorsqu'une température de flamme élevée est requise (verre, ciment, etc.) nettoyage des surfaces de transfert de chaleur qui sont progressivement recouvertes de cendres ou de particules carbonées, afin de conserver une efficacité élevée pour le transfert de chaleur. Des souffleurs de suie fonctionnant

Techniques pour les secteurs et les activités associées où la combustion n'est pas traitée dans un BREF vertical					
Techniques par type de combustible et par section dans le BREF LCP de Juillet 2006					Techniques dans le BREF ENE par section
	Charbon et lignite	Biomasse et tourbe	Combustibles liquides	Combustibles gazeux	
					périodiquement peuvent garder les zones de convection propres. Le nettoyage des surfaces de transfert de chaleur dans la zone de combustion est généralement effectué au cours des arrêts pour inspection et maintenance, mais un nettoyage en ligne peut être appliqué dans certains cas (par exemple pour les réchauffeurs de raffinerie)
Faible concentration de CO dans les gaz de combustion	4.4.3		6.4.2		
Accumulation de chaleur			6.4.2	7.4.2	
Rejet de la tour de refroidissement	4.4.3		6.4.2		
Différentes techniques pour système de refroidissement (voir BREF CV)	4.4.3		6.4.2		
Préchauffage du gaz combustible par utilisation de la chaleur perdue				7.4.2	3.1.1 Réduction de la température des effluents gazeux <ul style="list-style-type: none"> préchauffage du combustible par échange de chaleur avec les gaz de combustion (voir Section 3.1.1). Remarque : le procédé nécessite parfois un préchauffage de l'air lorsqu'une température de flamme élevée est requise (verre, ciment, etc.)
Préchauffage de l'air de combustion				7.4.2	3.1.1 Réduction de la température des effluents gazeux <ul style="list-style-type: none"> installation d'un préchauffeur d'air par échange de chaleur avec les gaz de combustion (voir Section 3.1.1.1). Remarque : le procédé nécessite parfois un préchauffage de l'air lorsqu'une température de flamme élevée est requise (verre, ciment, etc.)
Brûleurs récupératifs et régénératifs					3.1.2
Régulation et contrôle-commande des brûleurs					3.1.4
Choix du combustible					3.1.5
Oxy-combustion (oxy-combustible)					3.1.6
Réduction des pertes thermiques grâce à l'isolation					3.1.7
Réduction des pertes par les portes du four					3.1.8
Combustion en lit fluidisé	4.1.4.2	5.2.3			

Tableau 2: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les systèmes à vapeur

Techniques pour les secteurs et activités associées où les systèmes à vapeur ne sont pas traités dans un BREF vertical		
Techniques par section du BREF ENE (Efficacité énergétique)		
	Avantages	Section du présent document
CONCEPTION		
Prise en compte de l'efficacité énergétique au niveau de la conception et de l'installation du réseau de canalisations vapeur	Optimisation des économies d'énergie	2.3
Dispositifs d'étranglement et utilisation des turbines à contre-pression. (Utilisation des turbines à contre-pression à la place des soupapes de détente)	Fournit une méthode plus efficace de réduction de la pression vapeur pour les services basse pression. Applicable lorsque la taille et les aspects économiques justifient l'emploi d'une turbine	
FONCTIONNEMENT ET CONTROLE		
Amélioration des procédures d'exploitation et des contrôles des chaudières	Optimisation des économies d'énergie	3.2.4
Contrôle séquentiel des chaudières (applicable uniquement aux sites comportant plusieurs chaudières)	Optimisation des économies d'énergie	3.2.4
Installation de registres d'isolement des gaz de combustion (applicable uniquement aux sites comportant plusieurs chaudières)	Optimisation des économies d'énergie	3.2.4
GÉNÉRATION		
Préchauffage de l'eau d'alimentation en utilisant <ul style="list-style-type: none"> la chaleur perdue émanant par ex. d'un procédé, des économiseurs utilisant l'air de combustion, l'eau d'alimentation désaérée pour chauffer le condensat ; et en condensant la vapeur utilisée pour le strippage et en chauffant l'eau alimentant le désaérateur au moyen d'un échangeur de chaleur. 	Récupération de la chaleur disponible dans les gaz d'échappement et renvoi de cette chaleur dans le système en préchauffant l'eau d'alimentation.	3.2.5 3.1.1
Prévention et élimination des dépôts de tartre sur les surfaces de transfert de chaleur. (Surfaces de transfert de chaleur de la chaudière propres)	Transfert efficace de la chaleur émanant des gaz de combustion à la vapeur	3.2.6
Minimisation des purges de la chaudière en améliorant le traitement de l'eau. Installation d'un contrôle automatique des matières solides dissoutes totales	Réduction de la quantité de matières solides dissoutes totales contenue dans l'eau de la chaudière, ce qui se traduit par une diminution du nombre de purges et donc par une réduction des pertes d'énergie	3.2.7
Ajout/réparation des réfractaires de la chaudière	Réduction des pertes d'énergie et restauration du rendement de la chaudière	2.10.1 2.9
Optimisation du taux de mise à l'air libre du désaérateur	Minimisation des pertes de vapeur pouvant être évitées	3.2.8
Minimisation des pertes dues aux cycles courts des chaudières	Optimisation des économies d'énergie	3.2.9
Maintenance de la chaudière		2.9
DISTRIBUTION		
Optimisation du système de distribution vapeur, (en particulier pour couvrir les points ci-dessous)		2.9 et 3.2.10
Isolement des canalisations vapeur inutilisées	Minimisation des pertes de vapeur pouvant être évitées et réduction de pertes d'énergie liées aux canalisations et aux surfaces des équipements	3.2.10

Techniques pour les secteurs et activités associées où les systèmes à vapeur ne sont pas traités dans un BREF vertical

Techniques par section du BREF ENE (Efficacité énergétique)

	Avantages	Section du présent document
Isolation des canalisations vapeur et des tuyaux de retour du condensat. (Vérifier que les canalisations du système de vapeur, les vannes, les raccords et les cuves sont bien isolés)	Réduction de pertes d'énergie liées aux canalisations et aux surfaces des équipements	3.2.11
Mise en place d'un programme de contrôle et de réparation pour les purgeurs de vapeur	Réduction du passage de la vapeur vive dans le système du condensat et optimisation du fonctionnement des équipements de transfert de chaleur pour utilisation finale. Minimise les pertes de chaleur évitables.	3.2.12

RÉCUPÉRATION

Collecte et retour du condensat à la chaudière en vue de son réemploi. (Optimisation de la récupération du condensat)	Récupération de l'énergie thermique contenue dans le condensat et réduction de la quantité d'eau d'appoint ajoutée au système, économies d'énergie et sur le coût du traitement de l'eau par des produits chimiques	3.2.13
Réemploi de la vapeur de détente. (Utilisation d'un condensat haute pression pour obtenir de la vapeur basse pression)	Exploitation de l'énergie disponible dans le retour du condensat	3.2.14
Récupération de l'énergie provenant des purges	Transfert de l'énergie disponible dans la purge de vapeur au système réduisant ainsi les pertes d'énergie	3.2.15

Techniques par type de combustible et par section dans le BREF LCP Juillet 2006

	Charbon et lignite	Biomasse et tourbe	Combustibles liquides	Combustibles gazeux
Utilisation d'une turbine de détente pour récupérer le contenu énergétique des gaz pressurisés				7.4.1 et 7.5.1
Changement des aubes de la turbine	4.4.3	5.4.4	6.4.2	
Utilisation de matériaux avancés pour atteindre des paramètres de vapeur élevés	4.4.3		6.4.2	7.4.2
Paramètres de vapeur supercritique	4.4.3, 4.5.5		6.4.2	7.1.4
Double réchauffage	4.4.3, 4.5.5		6.4.2, 6.5.3.1	7.1.4, 7.4.2, 7.5.2
Chauffage de l'eau d'alimentation régénérative	4.2.3, 4.4.3	5.4.4	6.4.2	7.4.2
Utilisation du contenu calorifique des gaz de combustion pour le chauffage urbain	4.4.3			
Accumulation de chaleur			6.4.2	7.4.2
Systèmes de contrôle informatisés avancés de la turbine à gaz et des chaudières de récupération suivantes				7.4.2

Tableau 3: Techniques de correction du facteur de puissance électrique pour améliorer l'efficacité énergétique

Technique	Applicabilité
Installer des condensateurs sur les circuits de courant alternatif pour réduire l'ampleur de la puissance réactive	À tous les cas. Mesure à faible coût et de longue durée, mais dont l'application nécessite une compétence certaine
Réduire au minimum le fonctionnement des moteurs au ralenti ou à faible charge	À tous les cas.
Éviter le fonctionnement des équipements à des tensions supérieures à leur tension nominale	À tous les cas.
Le cas échéant, remplacer les moteurs par des moteurs à haut rendement énergétique (voir Section 3.6.1)	Au moment du remplacement

Table 4: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les alimentations électriques

Technique	Applicabilité	Section du BREF
Vérifier que les câbles d'alimentation sont correctement dimensionnés en fonction de la demande	Lorsque l'équipement n'est pas utilisé, par ex. en cas d'implantation ou de réimplantation d'un équipement	3.5.3
Maintenir en ligne les transformateurs fonctionnant à une charge de plus de 40 à 50 % de la puissance nominale	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les installations existantes : lorsque le facteur de charge actuel est inférieur à 40 % et qu'il existe plusieurs transformateurs. • En cas de remplacement, utiliser un transformateur à faible perte et avec une charge de 40 à 75 % 	3.5.4
Utiliser des transformateurs à haut rendement / faibles pertes	En cas de remplacement, ou lorsqu'il existe une meilleure rentabilité sur le cycle de vie	3.5.4
Placer les équipements pour lesquels la demande en courant est élevée, aussi près que possible de la source d'alimentation (par ex. transformateur)	En cas d'implantation ou de réimplantation des équipements	3.5.4

Tableau 5: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les moteurs électriques

Mesures d'économies d'énergie pour les systèmes d'entraînement	Applicabilité	Section du BREF
INSTALLATION ou MODERNISATION DU SYSTÈME		
Utilisation de moteurs à haut rendement (EEM)	Avantage en termes de coût sur la durée de vie	3.6.1
Dimensionnement correct des moteurs	Avantage en termes de coût sur la durée de vie	3.6.2
Installation d'entraînements à vitesse variable (EVV)	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation des EVV se heurte parfois à des exigences de sécurité et de sûreté. • En fonction de la charge. Remarque: dans les systèmes à plusieurs machines équipées de systèmes de charge variable (par ex. SAC) il est optimal de n'utiliser qu'un seul moteur à vitesse variable	3.6.3
Installation de transmission/réducteurs à haut rendement	Avantage en termes de coût sur la durée de vie	3.6.4
Utilisation: <ul style="list-style-type: none"> • accouplement direct si possible • courroies synchrones ou courroies trapézoïdales dentées à la place des courroies trapézoïdales classiques • d'engrenages hélicoïdaux à la place des engrenages à vis sans fin 	Tout	3.6.4
Réparation des moteurs à haut rendement (EEMR) ou remplacement avec un moteur à haut rendement (EEM)	Au moment de la réparation	3.6.5

Mesures d'économies d'énergie pour les systèmes d'entraînement	Applicabilité	Section du BREF
Rebobinage : éviter de procéder à un rebobinage du moteur et procéder à son remplacement par un moteur EEM, ou faire appel à un réparateur agréé (EEMR) pour le rebobinage	Au moment de la réparation.	3.6.6
Contrôle de la qualité de puissance	Avantage en termes de coût sur la durée de vie	3.5
OPÉRATION et MAINTENANCE DU SYSTÈME		
Lubrification, ajustements, réglages	À tous les cas	2.9
Remarque ¹ : les effets croisés, l'applicabilité et les aspects économiques sont présentés dans la Section 3.6.7.		

Tableau 6: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les systèmes d'air comprimé

Technique	Applicabilité	Section du BREF
CONCEPTION, INSTALLATION ou MODERNISATION DU SYSTÈME		
Conception globale du système, incluant des systèmes multi-pressions	Nouvelle installation ou modernisation de grande ampleur	3.7.1
Modernisation du compresseur	Nouvelle installation ou modernisation de grande ampleur	3.7.1
Amélioration du refroidissement, séchage et filtration	À l'exclusion du remplacement plus fréquent des filtres (voir ci-dessous)	3.7.1
Réduire les pertes de charge par frottement (par exemple en augmentant la section des tuyaux)	Nouvelle installation ou modernisation de grande ampleur	3.7.1
Amélioration des entraînements (moteurs à haut rendement)	De très bons rapports coût efficacité dans les petits systèmes (<10 kW)	3.7.2, 3.7.3, 3.6.4
Amélioration des entraînements (régulation de la vitesse)	Applicable aux systèmes à charge variable. Dans les installations avec plusieurs machines, une seule machine doit être équipée d'un entraînement à vitesse variable.	3.7.2
Utilisation de systèmes de régulation élaborés		3.7.4
Récupération de la chaleur perdue en vue de son utilisation dans d'autres fonctions	Remarque : le gain est en termes d'énergie, et non de consommation électrique, étant donné que l'électricité est convertie en chaleur utile.	3.7.5
Utilisation d'air froid externe comme air d'admission	S'il existe un accès	3.7.8
Stockage de l'air comprimé à proximité des utilisations à fortes fluctuations	À tous les cas	3.7.10
OPÉRATION ET MAINTENANCE DU SYSTÈME		
Optimisation de certains dispositifs d'utilisation finale	À tous les cas	3.7.1
Réduction des fuites d'air	À tous les cas. Gains potentiels les plus grands.	3.7.6
Remplacement plus fréquent des filtres	Révision dans tous les cas	3.7.7
Optimisation de la pression de service	À tous les cas	3.7.9

Tableau 7: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les systèmes de pompage

Technique	Applicabilité	Section du présent document	Informations supplémentaires
CONCEPTION			
Lors du choix d'une pompe, ne pas la surdimensionner et remplacer les pompes surdimensionnées	Pour les nouvelles pompes: à tous les cas Pour les pompes existantes: rapport coûts-avantages sur la durée de vie	3.8.1 3.8.2	À elle seule, la plus grande source de gaspillage d'énergie

Technique	Applicabilité	Section du présent document	Informations supplémentaires
Choisir une pompe en adéquation avec un moteur correct pour le service requis	Pour les nouvelles pompes: à tous les cas Pour les pompes existantes: rapport coûts-avantages sur la durée de vie	3.8.2 3.8.6	
Conception du système de canalisation (voir système de distribution ci-dessous)		3.8.3	
CONTRÔLE et MAINTENANCE			
Système de contrôle et de régulation	À tous les cas	3.8.5	
Arrêter les pompes inutiles	À tous les cas	3.8.5	
Utiliser des entraînements à vitesse variable (EVV) pour les moteurs électriques	Rapport coûts-avantages sur la durée de vie. Non applicable avec des flux constants	3.8.5	Voir MTD 24, Section 4.3.6
Installer plusieurs pompes en parallèle (réduction étagée)	Si la charge de pompage est inférieure à la moitié de la capacité unitaire maximale	3.8.5	
Maintenance régulière. En cas de maintenance non planifiée excessive, vérifier la présence éventuelle:	À tous les cas. Réparer ou remplacer selon le cas	3.8.4	
<ul style="list-style-type: none"> De phénomènes de cavitation D'usure excessive des pompes, D'inadéquation des pompes à l'usage qui en est fait 			
SYSTÈME DE DISTRIBUTION			
Éviter d'employer un trop grand nombre de vannes et de coudes pour faciliter l'exploitation et la maintenance	À tous les cas: au stade de la conception et de l'installation (y compris de modifications). L'avis d'un conseiller technique qualifié est parfois requis.	3.8.3	
Éviter les coudes (en particulier les changements de direction intempestifs) dans le réseau de canalisation	À tous les cas: au stade de la conception et de l'installation (y compris de modifications). L'avis d'un conseiller technique qualifié est parfois requis.	3.8.3	
Vérifier et augmenter le cas échéant la section des tuyaux.	À tous les cas: au stade de la conception et de l'installation (y compris de modifications). L'avis d'un conseiller technique qualifié est parfois requis.	3.8.3	

Tableau 8: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation

Mesures d'économies d'énergie	Applicabilité	Section du présent document
CONCEPTION et CONTRÔLE		
Conception globale du système. Identifier et équiper les zones séparément pour: <ul style="list-style-type: none"> la ventilation générale la ventilation spécifique la ventilation des procédés 	Nouvelle installation ou modernisation de grande ampleur. Considérer lors de la modernisation les coûts-avantages sur la durée de vie.	3.9.1 3.9.2.1
Optimiser le nombre, la forme et la taille des admissions	Nouvelle installation ou modernisation	3.9.2.1
Utiliser des ventilateurs : <ul style="list-style-type: none"> à haut rendement conçus pour fonctionner à son régime optimal 	Bon rapport coût-efficacité dans tous les cas	3.9.2.1 3.9.2.2
Envisager une ventilation à double flux pour la gestion du débit d'air	Nouvelle installation ou modernisation de grande ampleur	3.9.2.1
Conception du réseau aéraulique: gaines de taille suffisante gaines circulaires « tracé » le plus court possible et éviter les obstacles (coudes, rétrécissements, etc.)	Nouvelle installation ou modernisation de grande ampleur	3.9.2.1

Mesures d'économies d'énergie	Applicabilité	Section du présent document
Optimiser les moteurs électriques, envisager d'installer un entraînement à vitesse variable.	À tous les cas. Modernisation de bon rapport coût-efficacité	3.9.2.1, 3.9.2.2, 3.6, 3.6.3, 3.6.7 et MTD 24
Utiliser des systèmes de régulation automatique Intégration à des systèmes de gestion technique centralisée	Toutes les installations nouvelles et modernisations de grande ampleur Bon rapport coût-efficacité et modernisation facile dans tous les cas	3.9.2.1 3.9.2.2
Intégration des filtres à air au réseau aéraulique et récupération de la chaleur émanant de l'air d'échappement (échangeurs de chaleur),	Nouvelle installation ou modernisation de grande ampleur Considérer lors de la modernisation les coûts-avantages sur la durée de vie. Points à prendre en compte : rendement thermique, pertes de charges, et nécessité d'un nettoyage régulier	3.9.2.1 3.9.2.2
Réduction des besoins en chauffage/refroidissement par: <ul style="list-style-type: none"> isolation des bâtiments, pose de vitrage efficace, réduction des infiltrations d'air, fermeture automatique des portes, 	À envisager dans tous les cas et à mettre en œuvre en fonction des coûts et des avantages.	3.9.1
<ul style="list-style-type: none"> déstratification, baisse des réglages de la température pendant les périodes de non production (régulation programmable) baisse /augmentation des points de consigne pour le chauffage/la climatisation 		
Amélioration de l'efficacité des systèmes de chauffage par: <ul style="list-style-type: none"> récupération ou utilisation de la chaleur perdue (voir Section 3.3), pompes à chaleur, système de chauffage radiatif et local couplés à une réduction des points de consigne de la température dans les zones des bâtiments non occupées. 	À envisager dans tous les cas et à mettre en œuvre en fonction des coûts et des avantages.	3.9.1
Améliorer l'efficacité des systèmes de refroidissement par l'emploi du free cooling	Applicable dans des circonstances spécifiques	3.9.3
MAINTENANCE		
Arrêter ou réduire la ventilation dès que possible	À tous les cas	3.9.2.2
S'assurer de l'étanchéité du système, vérifier les raccords	À tous les cas	3.9.2.2
Vérifier que le système est équilibré	À tous les cas	3.9.2.2
Gestion du débit d'air : optimisation	À tous les cas	3.9.2.2
Optimiser la filtration de l'air: <ul style="list-style-type: none"> efficacité du recyclage pertes de charge nettoyage/remplacement régulier des filtres nettoyage régulier du système 	À tous les cas	3.9.2.2

Tableau 9: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les systèmes d'éclairage

Technique	Applicabilité
ANALYSE et CONCEPTION DE L'ÉCLAIRAGE SELON LES BESOINS	
Identifier les besoins d'éclairage en termes d'intensité et de spectre requis pour la tâche prévue	À tous les cas
Planifier l'espace et les activités afin d'optimiser l'utilisation de la lumière naturelle	À envisager dans tous cas si cela est faisable par des réaménagements opérationnels ou de maintenance normaux. Obligatoire en cas de modifications structurelles, par ex. construction d'un atelier; Nouvelles installations ou modernisation des installations
Choisir des modèles d'appareils et de lampes en fonction des impératifs propres à l'utilisation prévue	Coûts-avantages sur la durée de vie

FONCTIONNEMENT, CONTRÔLE et MAINTENANCE	
Utiliser des systèmes de contrôle de gestion de l'éclairage notamment des minuteries, détecteurs de présence, etc.	À tous les cas
Former les occupants des immeubles à utiliser les éclairages de la manière la plus efficace	À tous les cas

Tableau 10: Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les procédés de séchage, séparation et concentration

Technique	Applicabilité	Informations supplémentaires	Section du BREF
CONCEPTION			
Choix de la technologie de séparation optimale ou d'une combinaison de techniques (ci-dessous) en adéquation avec les équipements du procédé	À tous les cas.		3.11.1
FONCTIONNEMENT			
Utilisation du surplus de chaleur provenant d'autres procédés	En fonction de la disponibilité d'un surplus de chaleur dans l'installation (ou émanant d'une tierce partie)	Le séchage est un bon débouché pour l'utilisation du surplus de chaleur	3.11.1
Utilisation d'une combinaison de techniques	À envisager dans tous les cas	Avantages possibles au plan de la production, par ex. amélioration de la qualité des produits, augmentation de la productivité	3.11.1
Procédés mécaniques, par ex. filtration, filtration sur membrane	En fonction du procédé. À envisager en association avec d'autres techniques pour obtenir un degré élevé de siccité avec la consommation d'énergie la plus faible	La consommation d'énergie peut être réduite de plusieurs ordres de grandeur mais ne permet pas d'obtenir un niveau (%) de siccité élevé	3.11.2
Procédés thermiques, par ex. <ul style="list-style-type: none"> • sècheurs à chauffage direct • sècheurs à chauffage indirect • sècheurs à effet multiple 	Utilisation très fréquente mais il devrait être possible d'en améliorer le rendement en étudiant les autres options présentées dans ce tableau	Les sècheurs à convection (chauffage direct) peuvent être l'option ayant le plus faible rendement énergétique	3.11.3 3.11.3.1 3.11.3.2 3.11.3.3 3.11.3.6
Séchage direct	Voir techniques thermiques et radiantes, ci-dessus, et vapeur surchauffée	Les sècheurs à convection (chauffage direct) peuvent être l'option ayant le plus faible rendement énergétique	3.11.3.2
Vapeur surchauffée	Tous les sècheurs à chauffage direct peuvent être modernisés et utiliser de la vapeur surchauffée. Coût élevé : nécessité d'une analyse des coûts-avantages sur la durée de vie. Risque de détérioration des produits thermosensibles en raison de température élevée	Possibilité de récupération de la chaleur à partir de ce procédé	3.11.3.4
Récupération de chaleur (y compris recompression mécanique de vapeur et pompes à chaleur)	À envisager pour la presque totalité des sècheurs convectifs à air chaud continu.		3.11.1 3.11.3.5 3.11.3.6
Optimisation de l'isolation du système de séchage	À envisager pour tous les systèmes. Modernisation des installations aisée.		3.11.3.7
Procédés radiatifs, par ex. <ul style="list-style-type: none"> • IR (infrarouge) • Hautes fréquences (HF) • Micro-ondes (MO) 	Modernisation des installations possible Application directe d'énergie au composant à sécher. Ils sont compacts et réduisent les besoins en extraction d'air. Les IR sont limités par les dimensions des substrats. Coût élevé : nécessité d'une analyse des coûts-avantages sur la durée de vie	Meilleure efficacité de chauffage. Permet de doper la productivité en association avec la convection ou la conduction	3.11.4
CONTRÔLE			
Automatisation pour les procédés de séchage thermique	À tous les cas	Les économies réalisées sont comprises entre 5 et 10 % par comparaison avec une régulation traditionnelle empirique	3.11.5