Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 65 (1974)

Heft: 17

Artikel: Conséquences pour l'environnement de l'utilisation des réfrigerants atmosphériques humides : problèmes relatifs au cadre de vie et à l'esthétique

Autor: Leason, D.B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915448

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Conséquences pour l'environnement de l'utilisation des réfrigérants atmosphériques humides: problèmes relatifs au cadre de vie et à l'esthétique

Extrait du rapport préparé par D. B. Leason

Im Bericht werden die Auswirkungen der Verwendung von Kühltürmen auf die Umgebung und die Anlieger untersucht.

- *Atmosphärische Einwirkungen: Niederschlag, Schwadenbildung, Mikroklima*
- *Wasserhaushalt: Abgabe von Abwärme*
- *Lärm*
- *Ästhetik: Beschattung, Beeinträchtigung durch die Anlage, Schwaden*

Dans le présent rapport, on examine les effets de l'utilisations de tours de réfrigération sur les activités, les occupations, les distractions et le cadre esthétique des riverains. Ces effets concernent:

- *l'atmosphère: précipitations, panaches persistants, microclimats*
- *le milieu aquatique: rejets d'eau chaude*
- *le bruit*
- *l'esthétique: encombrement, aménagement, rendement et panache*

1. Effets atmosphériques

1.1 Précipitations (primage et dispersion par le vent)

La pulvérisation de l'eau à l'intérieur du réfrigérant et le ruissellement qu'elle entraîne dans la garniture de l'échangeur provoquent la formation de gouttelettes assez petites pour être aspirées vers le haut de la tour où certaines s'agglomèrent par collision, du fait que leur vitesse varie en fonction de leur diamètre, et de là s'échappent dans l'atmosphère (primage). Une fois sorties du courant ascendant, elles peuvent retomber au sol, parfois sous la forme de précipitations locales, ce qui peut être désagréable et rendre les routes dangereuses par temps de gel. En raison de la situation des bassins houillers à l'intérieur du pays et du très faible débit des cours d'eau, les entreprises de production d'électricité du Royaume-Uni ont dû adopter la solution des réfrigérants dès le milieu des années vingt, et le CEGB (Central Electricity Generating Board) en possède actuellement 300 du type à coque hyperbolique. A la fin des années quarante, à la suite de plaintes concernant les retombées d'eau de certaines installations, les tours incriminées ont été équipées de séparateurs de gouttelettes à lattes en chevrons; à partir de 1951, tous les réfrigérants construits par le CEGB ont été équipées de capteurs de gouttelettes efficaces à plus de 98 %. Les études sur le mécanisme de séparation de ces dispositifs se poursuivent. Certaines centrales électriques de la République fédérale d'Allemagne utilisent depuis de nombreuses années des dispositifs analogues dans des tours à tirage forcé et, depuis une époque plus récente, dans des tours à tirage naturel; l'EDF a maintenant mis au point des dispositifs de ce genre.

Dans les tours à tirage naturel du CEGB, qui sont équipées de séparateurs efficaces, le taux de perte par primage varie entre 0,003 et 0,13 % du débit d'eau de réfrigération. On a constaté que les précipitations à court terme à partir du panache atteignaient généralement leur taux maximum (environ 0,01 mm/h), à une distance de 300 à 500 m de la tour, et diminuaient ensuite jusqu'à n'être plus qu'un dixième environ de cette valeur à 2 km. Ces précipitations sont trop faibles pour pouvoir être perçues par les sens. De nombreuses mesures effectuées sur le site même de six grandes centrales de 1000 à 2000 MW ont confirmé que ces chiffres étaient valables pour tous les séparateurs actuellement en service qui fonctionnent dans un air ayant un degré d'humidité allant jusqu'à 96 %.

Par vent fort, des gouttelettes peuvent aussi s'échapper des tours de refroidissement à tirage naturel lorsqu'une partie de l'eau de réfrigération tombant de la garniture de l'échangeur de chaleur est rejetée par l'orifice d'admission d'air. Ces gouttelettes sont souvent entraînées dans le sillage de l'enveloppe de la tour et emportées à une hauteur d'une trentaine de mètres, à proximité de la tour, d'où elles peuvent être chassées par le vent jusqu'à une centaine de mètres de là. C'est à cause de ce problème, pour lequel il n'y a pas de solution efficace, plutôt que des considérations de primage, qu'il est souhaitable de construire les tours à tirage naturel à une certaine distance des routes et voies publiques.

Les riverains des centrales bien conçues et bien aménagées n'ont pas à craindre que leurs activités de plein air soient gâchées par des précipitations artificielles.

1.2 Les panaches persistants

L'aspect et le comportement du panache s'échappant des réfrigérants humides à tirage naturel constituent un plus grave sujet de préoccupation pour les riverains. Non seulement les tours elles-mêmes sont encombrantes, comme on le verra plus loin, mais elles sont surmontées d'un panache de vapeur d'eau condensée qui, à l'occasion, peut être long et dense. Outre son aspect déplaisant, ce panache peut parfois masquer la lumière du soleil à un point tel que la population s'en plaint. Cela se produit notamment dans les régions où se manifestent les vents dominants. La gêne qui peut en résulter du point de vue des activités et des distractions de la population est assez importante pour justifier une évaluation des causes et de la fréquence de ce phénomène.

On se préoccupe de ce problème de l'esthétique et du cadre de vie comme en témoignent les efforts faits pour calculer la longueur du panache sans attendre de graves réclamations. 700 observations faites en douze mois ont montré que celle-ci augmente avec le degré d'humidité mais pas d'une façon systématique. Ces observations, qui portent sur une centrale déterminée, donnent les résultats suivants, selon le degré d'humidité relative mesuré près du sol:

a) au-dessous de 75 % d'humidité relative (HR), tous les panaches sont courts (moins de 300 m);

b) entre 75 et 90% de HR, 40% des panaches sont courts, 40 % ont une longueur moyenne (300 à 900 m) et 20 % d'entre eux persistent sur plus de 900 m.

c) Au-dessus de 90 % de HR, aucun panache n'est court, 20 % seulement ont une longueur moyenne et les 80 % restants apparaissent comme étant persistants ou sont considérés comme tels à cause du brouillard.

Des observations faites aux Pays-Bas ont donné des résultats analogues. Dans les deux études, l'inexactitude des prévisions est peut-être due au fait que les variations de l'humidité du courant ascendant en fonction de l'altitude et l'influence de la configuration des tours sur les conditions de brassage des panaches selon la direction du vent sont mal connues.

1.3 Micro-climat

Les riverains des centrales sont parfaitement en droit d'exiger que les conditions météorologiques ne soient pas perturbées. Les observations concernant le panache des réfrigérants à tirage naturel ont montré que même par grand vent empêchant le panache de s'élever de façon appréciable, l'aspiration dans le sillage est insuffisante pour rabattre le panache au sol. Si cette absence de brouillard est caractéristique des tours élevés à tirage naturel, le panache des réfrigérants à tirage forcé, plus ramassés, subit fréquemment un effet d'entraînement, qui provoque localement la formation d'un brouillard épais et de verglas et des précipitations sous forme de bruine ou de neige. Il semble que le seul moyen de minimiser les nuisances au voisinage des réfrigérants à tirage forcé soit d'étudier avec soin l'emplacement et l'orientation de ces derniers compte tenu des vents dominants.

Il est certain que les réfrigérants peuvent provoquer la formation locale de cumulus dans certaines conditions atmosphériques, généralement dans celles qui auraient entraîné la formation naturelle de ces nuages une heure ou deux plus tard. On ne possède aucune preuve de précipitations causées par ces nuages prématurés, mais, là encore, ceux-ci peuvent éclipser par moments la lumière du soleil.

Les considérations précédentes montrent qu'en dehors de la possibilité que des gouttelettes soient chassées par le vent aux abords du réfrigérant et que l'emploi de capteurs de gouttes mal conçus ou mal installés donne lieu à des précipitations de gouttelettes un peu plus loin, le seul effet notable sur le climat à proximité des réfrigérants humides à tirage naturel est l'occultation très rare du soleil par le panache.

Après un large examen des effets climatiques dans une région plus étendue, on a conclu, sur la base de données météorologiques relevées dans un rayon de 4 et 112 km d'une centrale de 2000 MW, que les réfrigérants à tirage naturel n'avaient pas modifié la valeur globale des précipitations, la durée de l'ensoleillement intense ou l'incidence des brouillards matinaux dans la région. Cette situation est considérée comme caractéristique des réfrigérants situés au Royaume-Uni. Il se peut que des conditions météorologiques accusant des variations très marquées, comme cela se produit dans les régions centrales d'un continent, donnent lieu à des effets sensibles, en particulier sur l'ensoleillement, la nébulosité dans les vallées ou les précipitations de neige ou de verglas. Toutefois, aucun effet défavorable de ce genre n'a été constaté au cours d'études effectuées dans l'est et le nord-ouest des Etats-Unis. Des travaux plus récents effectués aux Etats-Unis et en Suisse concluent dans le même sens.

Toutes ces recherches donnent à penser que les grandes installations de réfrigérants à tirage naturel n'ont aucun effet perceptible sur les conditions climatiques générales et que si les riverains des centrales ne peuvent s'attendre à voir leur climat s'améliorer, ils n'ont pas lieu non plus de craindre qu'il se dégrade.

2. Effets sur le milieu aquatique

L'utilisation de réfrigérants a généralement pour objet de conserver l'eau de refroidissement prélevée. Avec les tours humides, il est impossible d'avoir un circuit d'eau de refroidissement complètement fermé étant donné que 1 % du volume s'évapore, ce qui entraîne une augmentation de la teneur en solides. Les modifications de la composition de l'eau dans ces réfrigérants se traduisent notamment par un accroissement sensible de la teneur en oxygène quand l'eau à l'entrée est nettement au-dessous du niveau de saturation; c'est également de la qualité de cette eau que dépend le pourcentage du volume d'eau à rejeter dans le fleuve. La meilleure solution consiste à prélever cette eau dans le bassin situé au pied de la tour, où les températures sont rarement élevées et parfois même, en été, plus basses que celle du cours d'eau, quand le facteur de charge de la centrale est faible. De ce fait, et en raison de l'importance relativement faible des quantités en cause – 2 % environ du débit d'eau de refroidissement – les rejets d'eau chaude ont un effet très localisé, même pour une centrale de 2000 MW. La diffusion de ce rejet dépend des conditions d'écoulement dans le cours d'eau, de sorte que des effets de brassage très divers sont possibles, depuis la formation d'un ruban superficiel d'eau chaude le long des rives en aval jusqu'à un brassage rapide dans toute la masse du cours d'eau. L'élévation de température résultant de ce brassage complet est souvent inférieure à la variation diurne de la température du cours d'eau.

En dépit de la diversité des situations possibles, rien ne permet de conclure que les réfrigérants nuisent à l'écologie du cours d'eau. L'étude pendant cinq ans d'un cours d'eau non pollué utilisé pour le refroidissement direct d'une centrale de 200 MW et abritant une faune très variée comptant plus de 110 espèces n'a permis d'observer aucun déséquilibre biologique grave pouvant être imputé à l'élévation de la température jusqu'à 31 °C près du point de rejet et au réchauffement de 8 °C du cours d'eau après brassage complet à 2 km en aval. Une centrale de 1000 MW à tours de réfrigération fonctionne à côté de cette centrale plus petite depuis 1970, et la faune n'en a pas souffert. Dans un cours d'eau pollué, la faune est moins variée, mais on constate une amélioration quand la teneur en oxygène augmente, souvent du fait même des rejets du réfrigérant. Des expériences ont été faites récemment avec des carpes et des anguilles recevant la même nourriture dans des viviers alimentés les uns en eau de rivière, les autres en eau provenant du circuit d'arrivée de la tour ou en eau évacuée. Pendant une période de douze mois, la croissance maximale a été observée dans l'eau la plus chaude, c'est-à-dire dans l'eau du circuit d'arrivée. Les deux mémoires de la Pologne et de la Belgique mentionnent la possibilité d'améliorer par ce moyen la pisciculture. En effet, non seulement les données scientifiques sont éloquentes, mais la prédilection des pêcheurs amateurs pour les déversoirs des centrales électriques porte à croire que l'épanouissement de cette occupation est la conséquence directe de l'attrait exercé sur les poissons par la zone de rejet.

3. Bruit

La seule source de bruit dans les réfrigérants à tirage naturel est le jaillissement de l'eau qui traverse l'échangeur de chaleur et tombe dans le bassin. Dans les réfrigérants à tirage forcé il s'ajoute à ce bruit celui du ventilateur et du moteur.

Les mesures faites au voisinage des tours à tirage naturel révèlent que les hautes fréquences sont nombreuses dans le spectre sonore et ont de bonnes caractéristiques d'atténuation en fonction de la distance. On s'efforce de choisir l'emplacement des réfrigérants de façon à éviter que ce bruit ne gêne les activités et loisirs des riverains.

4. Effets visuels

On admet généralement que la silhouette des réfrigérants hyperboliques possède une certaine valeur esthétique ce qui leur vaut un avantage sur nombre d'autres installations industrielles. En Pologne, on reconnaît qu'il est important que l'architecte établisse avec soin les plans de masse de la centrale en veillant à ce que celle-ci ne jure pas avec le paysage.

Quand de nouveaux modèles de tours se trouvent au stade de la conception et/ou de l'étude, il convient de procéder de la même manière sans avoir nécessairement en vue un projet particulier de centrale, pour savoir si l'installation donnera satisfaction sur le plan esthétique. Il y a quelques années, on envisageait de renoncer à l'emploi de réfrigérants hyperboliques en raison des avantages aérodynamiques que présenterait une construction en forme d'ellipsoïde, mais des études de modèles équipés de réfrigérants secs de dimensions appropriées ont montré que ces installations seraient trop grandes pour être acceptables.

5. Conclusions

Il ressort des considérations précédentes que les influences climatiques et les retombées de ces installations sont sans importance et que les réfrigérants à tirage naturel, à condition de ne pas être groupés trop près de la centrale et d'être bien conçus, ne devraient causer aucune gêne aux riverains, que ce soit sous forme de précipitations ou de bruit.

Reste le problème le plus difficile à résoudre, celui, d'ordre esthétique, que pose la présence de ces constructions lourdes parfois surmontées d'un panache persistant. En examinant soigneusement le projet de centrale au stade de l'étude et, éventuellement, en adoptant la solution des réfrigérants à tirage assisté, on peut améliorer l'esthétique de ce genre d'installation et la rendre plus acceptable.

Les réfrigérants humides à tirage forcé, bien que plus bas, émettent encore par temps humide un panache épais, souvent au ras du sol, ce qui constitue un grave inconvénient.

Les centrales équipées de réfrigérants étant de plus en plus puissantes, le seul moyen de résoudre ces deux problèmes, celui de l'encombrement et celui du panache, pourrait consister à utiliser des réfrigérants secs à tirage assisté par ventilateurs et à silhouette basse.

Adresse de l'auteur:

D. B. Leason, chef de la Section des études sur l'environnement et des études générales du Central Electricity Generating Board, Sudbury House, 15, Newgate Street, London, E. C. 14 (U. K.).

Conséquences pour l'environnement de l'utilisation des réfrigérants atmosphériques humides: problèmes relatifs aux effluents liquides

Extrait du rapport préparé par P. De Bruyne et J. Balthazar

Ein Wasserlauf, ein See oder ein unterirdisches Gewässer bilden komplizierte Ökosysteme, welche von gegenseitig abhängigen physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren geprägt werden. Im Kreislauf der Nass-Kühlsysteme ändern sich die Eigenschaften der Oberflächengewässer. Die Behandlung des Kühlwassers beeinflusst den natürlichen Wasserhaushalt in Abhängigkeit vom Umfang der erfolgten Änderung und von der abgegebenen Wassermenge. Rückwirkungen können sich ergeben in bezug auf das Tier- und Pflanzenleben im Wasser sowie auf die Verwendbarkeit des Wassers für landwirtschaftliche und industrielle Zwecke.

Un cours d'eau, un lac ou une nappe d'eau souterraine constituent un écosystème complexe, formé de composants physiques, chimiques et biologiques interdépendants. Toute modification de l'un d'entre eux déplace l'équilibre existant et risque d'entraîner des perturbations en chaîne. Dans les circuits de refroidissement atmosphérique humide, les caractéristiques des eaux de surface évoluent. Les purges influencent le milieu naturel récepteur dans une mesure qui est fonction de l'altération et du débit de l'eau restituée. Des répercussions peuvent en résulter sur la vie aquatique et sur les possibilités d'utilisation urbaine ou industrielle des eaux.

1. Modification physique des eaux dans les systèmes de refroidissement atmosphérique humide

1.1 Ecarts de température

La température de l'eau recirculée dépasse généralement celle de l'eau brute de 10 à 25 °C à l'entrée des réfrigérants, et de 6 à 12 °C à leur sortie.

1.2 Viscosité et poids spécifique de l'eau

Le réchauffement de l'eau en réduit la viscosité. Le poids spécifique croît de 0 à 4 °C, où il est maximum, et décroît pour des températures plus élevées.

1.3 Evaporation

Un réfrigérant atmosphérique peut être intercalé dans un circuit à passage simple (fig. 1) ou faire partie d'un circuit à recirculation (fig. 2). Dans le premier cas, l'effluent du réfrigérant retourne intégralement à la rivière sans que l'eau ait subi de modification chimique sensible de composition. Lorsqu'il y a recirculation, l'évaporation provoque une concentration des sels.

L'entraînement vésiculaire constitue une purge de déconcentration des sels mais peut être négligé dans le calcul des circuits modernes. Il est en effet inférieur à 0,02 % et 0,05 %