

Les Torches

Objectif du document

L'objectif de ce document est de donner une information claire et simple sur cet équipement essentiel au fonctionnement des sites de raffinage et d'industrie de procédé en général. Une première partie est consacrée à la description de cet équipement, afin d'en comprendre son principe de fonctionnement. Une deuxième partie explique comment et pourquoi une torche entre en action en s'appuyant sur les différents cas de figure que l'on peut rencontrer. Mais avant de rentrer dans la technique et pour le lecteur qui souhaiterait simplement s'en tenir aux grands principes, voici ci-dessous un résumé sur le rôle et le fonctionnement des torches. Enfin, une autre façon d'aborder le sujet est proposée en fin de document sous forme de FAQ (Foire Aux Questions), afin de répondre aux questions les plus fréquentes.



Résumé : rôle et fonctionnement des torches

La torche (ou torchère) est un organe de sécurité des raffineries et des industries notamment dans les secteurs du pétrole, de la chimie et de la pétrochimie. Son installation et son utilisation sont réglementées. Très visible lorsque la flamme est vive et encore plus lorsqu'elle produit un panache de fumée, sa perception très forte suscite souvent beaucoup d'émotion et bien que cela fasse partie de la vie des sites depuis longtemps, les craintes suscitées sont compréhensibles car les flammes peuvent être impressionnantes.

Pourquoi torche-t-on ?

Les installations de production sont composées d'équipements qui peuvent s'apparenter à de grosses cocottes minutes. En effet, les équipements sont sous pression et cette pression est maîtrisée et contenue à l'intérieur mais lorsqu'elle devient trop importante, elle doit être évacuée pour éviter l'explosion. Contrairement à nos cocottes minutes de cuisine, l'évacuation du surplus de gaz se fait très rarement à l'atmosphère pour des raisons environnementales et de sécurité évidentes. Dans l'industrie, les gaz en excédent sont dirigés vers les torches qui ont pour fonction de les brûler. Le brûlage de gaz à la torche est donc une opération temporaire, soit liée à un incident d'exploitation, soit lié à un régime transitoire des installations.

Détail du nez de torche



Il existe diverses causes d'incidents qui peuvent être à l'origine du brûlage à la torche :

- des aléas d'exploitations classiques, par exemple une défaillance d'équipement (arrêt d'un compresseur, surpression dans une capacité). Les gaz alors en excédent sont dirigés automatiquement vers la torche.
- une coupure d'électricité qui entraîne un arrêt d'urgence des installations. Cette procédure d'urgence entraîne inévitablement le brûlage à la torche.



- des phases transitoires, d'arrêt ou démarrage d'installation, la mise en service (ou l'arrêt) progressive des différents équipements qui composent l'installation impose de diriger momentanément la production de gaz vers la torche.

Pourrait-on faire différemment ?

Les alternatives au brûlage à la torche ne sont pas viables : récupérer tout le gaz que l'on souhaite évacuer rapidement est inconcevable pour des raisons purement techniques, ou relâcher à l'atmosphère sans brûler serait bien plus dommageable à l'environnement bien qu'étant moins perceptible à l'œil. Le brûlage à la torche réduit considérablement les émissions qui autrement seraient libérées dans l'atmosphère, il permet de transformer tous les hydrocarbures en CO₂ (dioxyde de carbone) lorsque la combustion est de bonne qualité

On ne peut pas éviter l'utilisation de la torche mais on peut réduire la fréquence et le temps d'utilisation. Les voies de progrès sont :

- améliorer la fiabilité des installations pour limiter les incidents. L'objectif « fiabilité » pour un exploitant est vertueux car il permet d'agir sur tous les tableaux, de la réduction de l'impact environnemental à une meilleure productivité.
- améliorer les procédures opérationnelles pour optimiser les phases transitoires. Cela peut aller de la conception même du procédé, ce qui n'est pas toujours réalisable pour des installations existantes, à des aménagements des modes opératoires, ce qui fait partie des bonnes pratiques d'exploitation.

Pourquoi voit-on parfois beaucoup de fumée ?

Lorsque la combustion est bonne, il n'y a pas de fumée. Une bonne combustion est facilitée par injection de vapeur, dite « vapeur d'effacement » car elle permet d'éviter les fumées noires et abondantes.

Lorsque l'injection de vapeur est insuffisante par rapport à la quantité de gaz brûlé (trop de gaz ou pas assez de vapeur disponible) la combustion n'est pas bonne et des fumées sont émises. Les torches sont en général très hautes afin d'assurer une meilleure dispersion des polluants résiduels et limiter ainsi très fortement la concentration en substances toxiques (particules fines, dioxyde de soufre, composés organiques volatils...) au niveau du sol, donc l'impact sur les populations.

Torche en action, manque de vapeur d'effacement



Dans certaines conditions de fonctionnement, notamment lorsque le débit de gaz est important et la vapeur est injectée à fort débit pour éviter les fumées noires, la torche peut générer du bruit. Ce paramètre est pris en considération dans la conception des nez de torches pour en limiter l'effet.

Est-on autorisé à torcher ?

La réglementation encadre la conception et l'utilisation des systèmes de torche. Pour assurer la sécurité, le système de torche est conçu pour répondre à « l'incident majorant », autrement dit le cas le plus extrême en termes de quantités de gaz à évacuer.

L'exploitant doit rapporter aux autorités les évènements ayant généré une torche et fournir une analyse de l'incident qui en est la cause. Par ailleurs, les industriels de Fos-Etang de Berre se sont engagés à communiquer à la population systématiquement lors des épisodes de torche, en utilisant notamment le dispositif Allo-Industrie.

Allo Industrie
Dispositif d'information du public



www.allo-industrie.com/etang-de-berre

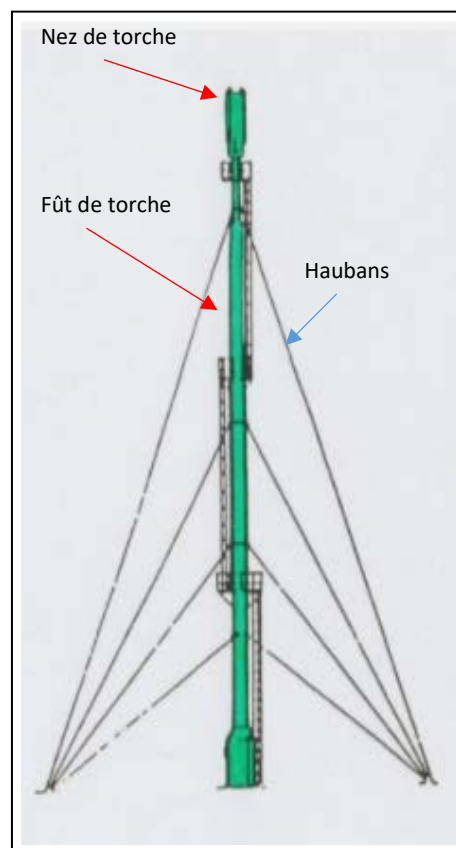
l'ape GMIF

Un message est envoyé par anticipation, dans le cas d'une opération d'exploitation prévue à l'avance, il s'agit d'un évènement « planifié ». En cas d'évènement « non planifié » un message d'information est posté dans les meilleurs délais, sachant que l'incident fait l'objet avant tout des procédures légales d'information des autorités (Préfecture, DREAL, ...).

Partie 1 – Description

Disposition générale : Au-delà de la partie rendue très visible par sa flamme haute, le système de sécurité que constitue la torche est composé de 3 parties principales.

1. Le réseau torche : un système de collecte composé de tuyauteries permet de récupérer les gaz des différentes capacités (ballons, colonnes, réacteurs) de l'usine et de les ramener en un seul point afin d'être brûlés. Il s'agit, soit de gaz que l'on évacue volontairement pour éviter une montée en pression suite à un dérèglement ou un incident technique, soit de gaz évacué automatiquement par une soupape de protection (principe de la cocotte-minute).
2. La torche elle-même est composée d'un fût et d'un nez. Le réseau de collecte débouche en bas du fût, lequel permet de conduire le gaz jusqu'au nez, en hauteur afin de permettre une bonne dispersion. C'est le principe de la cheminée, plus elle est haute, plus la concentration en poussières et gaz résiduels est faible dans le milieu naturel.
3. Le nez est en fait un gros brûleur. Il permet d'assurer la combustion du gaz dans les meilleures conditions possible. Une bonne combustion permet de minimiser la quantité de substances indésirables, comme les particules de carbone (suie, fumées noires).





Mise en veille

La torche est la majorité du temps en position de veille, car il n'arrive pas du gaz en permanence, mais uniquement en cas d'incident ou d'opération particulière d'exploitation (notamment démarrage ou arrêt d'installation). Néanmoins elle doit être prête à s'allumer instantanément en cas d'arrivée de gaz. Elle est donc équipée d'une veilleuse, comme un chauffe-eau domestique à gaz qui s'allume dès que l'on a besoin d'eau chaude. La veilleuse maintient donc une flamme en permanence, mais celle-ci est petite et souvent peu visible, voire invisible selon la conception du nez de torche.

Vapeur dit « d'effacement »

Les torches industrielles sont équipées d'une injection de vapeur au niveau des brûleurs, à l'intérieur du « nez ». L'injection de vapeur est une technologie utilisée couramment pour le brûlage des combustibles liquides ou gazeux. Elle permet d'améliorer la combustion, en favorisant un bon mélange entre l'air et le combustible. Le résultat est une combustion plus complète et sans fumée. Dès que la vapeur est injectée, les fumées sont « effacées », d'où l'expression « vapeur d'effacement ». Néanmoins, en cas d'afflux très important de gaz, il se peut que la capacité admissible pour une combustion complète soit dépassée. Dans cette situation la torche se remet donc à fumer.

Dispositif de récupération de gaz

Les sites étant eux-mêmes consommateurs de gaz pour faire fonctionner leurs installations, la plupart disposent d'un système permettant de récupérer, au moins en partie, le gaz collecté par le réseau torche. Ce dispositif permet de limiter les pertes, le gaz brûlé à la torche étant une perte de matière et d'énergie. Le gaz ainsi récupéré est utilisé pour les besoins de l'usine, comme la production de vapeur par exemple. Néanmoins, en cas d'afflux important de gaz, la capacité de récupération est dépassée et le gaz perdu est brûlé à la torche.

Partie 2 – Fonctionnement et utilisation

Notion de mise à la torche accidentelle ou planifiée

La torche est d'abord un organe de sécurité qui rentre en service pour brûler des gaz en excès au cours de l'exploitation d'une installation.

S'il survient une situation anormale (par exemple une panne d'électricité, la défaillance d'un équipement ou une surpression dans une capacité), les gaz en excès sont réacheminés vers le réseau de torche pour y être brûlés en sécurité, plutôt que d'être rejetés directement dans l'atmosphère. Il s'agit d'une mise à la torche accidentelle, liée à un incident d'exploitation.

Lors des phases transitoires de mise en service ou d'arrêt d'installation, le fonctionnement n'est pas encore stabilisé et entraîne des fluctuations de débit, de température ou de pression. Il est souvent nécessaire d'équilibrer les pressions en évacuant, de façon volontaire cette fois, les gaz vers la torche. Il s'agit alors d'une mise à la torche « planifiée », les opérations de démarrage ou d'arrêt (sauf arrêt d'urgence) étant par principe planifiées à l'avance.



Opération planifiée

Certaines opérations (arrêt, démarrage) nécessitent une mise à la torche afin de gérer les phases transitoires au cours desquelles le procédé n'est pas stable, les paramètres (température, débit, pression, qualité des produits) ne sont pas encore au régime de fonctionnement.

Incident d'exploitation

Les installations peuvent connaître des aléas opérationnels (un arrêt d'urgence ou une panne de machine par exemple) qui entraînent l'obligation de mettre du gaz à la torche pour garder la maîtrise de l'installation, en particulier la pression à l'intérieur des équipements. La torche a un rôle fondamental de mise en sécurité

Dans tous les cas de figure, les épisodes de torche sont réduits au maximum pour limiter les nuisances, les émissions à l'atmosphère et également les pertes économiques car tout produit brûlé à la torche est du produit perdu.

Ces gaz sont brûlés à la torche et ne doivent en aucun cas être évacués directement à l'atmosphère, leur impact sur l'environnement serait bien plus important :

- effet sur la qualité de l'air avec des composés organiques volatils ou des particules fines ayant un caractère toxique
- augmentation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) : un hydrocarbure comme le méthane (gaz naturel) à un effet GES multiplié par 20 comparé au CO₂ (dioxyde de carbone) résultant de leur combustion.

Bien que la fumée issue de la combustion des gaz à la torche puisse parfois s'avérer spectaculaire, elle ne participe, en général que faiblement à la pollution atmosphérique :

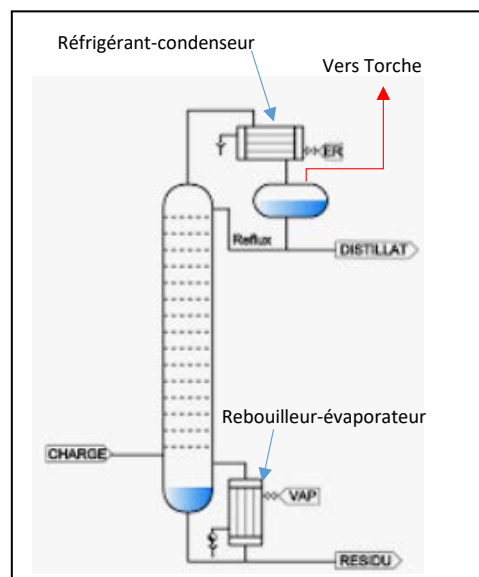
- les principaux produits émis sont des oxydes de carbone et de la vapeur d'eau
- lorsque la combustion est incomplète (fumée noire) il y a aussi des particules (carbone ou suie, restes de gaz imbrûlés).
- La durée d'émission vers l'atmosphère est limitée dans le temps, qu'elle soit liée à un incident ou à des manœuvres opérationnelles. Il ne s'agit pas de pollution chronique.

Pour illustrer, quelques cas classiques de mise à la torche :

Exemple d'une colonne de distillation

Une des opérations courantes des raffineries et sites pétrochimiques est la distillation. On trouve ce type d'opération aussi dans d'autres types d'activité, à une échelle souvent plus petite, pour séparer par exemple l'alcool de l'eau. La distillation consiste à chauffer un liquide, mélange de 2 ou plusieurs substances pures (par exemple de l'eau et de l'alcool) afin d'évaporer la partie la plus « légère » et la récupérer ainsi sous forme gazeuse. Le gaz n'étant pas facile à stocker, il est refroidi ou même comprimé afin de le condenser et de le récupérer sous forme liquide. Le gaz est d'abord collecté en haut de la colonne de distillation, et doit passer dans un système de réfrigération ou compression pour être condensé. Tout dysfonctionnement du système de réfrigération entraîne une montée en pression

de la colonne de distillation. C'est là qu'intervient le dispositif de torche qui permet de maintenir la pression au niveau prévu par les équipements. C'est le principe de la cocotte-minute : au-delà d'une certaine pression, la soupape s'ouvre et laisse s'échapper le gaz (en l'occurrence de la vapeur d'eau). Les causes de dysfonctionnements sont multiples, elles dépendent de la technologie utilisée (aéroréfrigérant sensible à la température de l'air extérieur, circulation d'eau de réfrigération ...) mais elles ont toutes pour point commun d'entraîner un excès de gaz quand la réfrigération est insuffisante. Pour limiter la durée de mise à la torche, des mesures opérationnelles, comme par exemple baisser la production, sont prises pour remédier le plus rapidement possible à l'incident.



Exemple d'un compresseur de gaz

Selon le type d'installation, notamment lorsque la quantité de gaz produite est très importante ou lorsque le gaz nécessite des températures très basses pour être liquéfié, il est comprimé. Les compresseurs de gaz dans l'industrie pétrochimique sont souvent des machines imposantes et complexes, actionnées soit par un moteur électrique, soit par une turbine à vapeur. Elles peuvent nécessiter plusieurs mégawatts de puissance. Comme toute machine, celles-ci peuvent aussi connaître des défaillances, bien que la plupart du temps, des systèmes de sécurité très sophistiqués permettent d'arrêter la machine avant qu'il y ait une casse importante. C'est équivalent au « voyant rouge » qui s'allume sur le tableau de bord d'une voiture et indique qu'un arrêt est impératif. Sur un compresseur industriel, l'arrêt est automatisé et immédiat pour éviter toute aggravation de l'incident. La conséquence est aussi immédiate, le gaz qui n'est plus comprimé est dirigé automatiquement vers la torche. Ce sont souvent de grandes quantités qui entraînent un dégagement temporaire de fumée, le temps que les conditions de brûlage avec injection de vapeur soient réglées. Ensuite, si une machine



de secours est prévue et disponible, elle est démarrée pour prendre le relai et ainsi supprimer le dégazage à la torche dès que possible. Cette opération n'est néanmoins pas toujours très rapide, car selon la complexité de la machine son démarrage peut nécessiter plusieurs dizaines de minutes, voire plus. S'il n'y a pas de machine de secours, alors l'installation doit être mise à l'arrêt complètement. Compte-tenu de l'inertie du processus de fabrication en cours, cela peut aussi prendre du temps.



Cas d'un arrêt d'urgence d'installation

Toute installation de production peut aussi subir des événements « extérieurs » qui peuvent la priver des moyens essentiels à son fonctionnement, comme l'énergie fournie sous forme d'électricité, de gaz ou de vapeur d'eau haute pression. Le manque d'énergie motrice provoque évidemment une perturbation majeure qui conduit à mettre quasi instantanément l'installation en sécurité. Les différents cas de figure sont analysés et prévus de manière à pouvoir réaliser la mise à l'arrêt de manière très automatisée en gérant les phases de ralentissement, décompression et autre refroidissement nécessaires à la mise en sécurité. Tous les excédents de gaz qu'il est alors impossible de récupérer, de comprimer, de refroidir sont dirigés vers la torche pour y être brûlés.

Les causes d'arrêt d'urgence sont relativement rares, mais ne peuvent être éliminées. On peut citer deux exemples qui se sont produits en 2020 :

- Pendant l'été 2020, un incendie de forêt a ravagé le secteur de Martigues à la Côte Bleue. Pour permettre l'intervention des canadiens, les lignes d'électricité haute tension ont dû être coupées. Le site industriel de Lavéra a donc été privé de l'alimentation extérieure en électricité. Ses propres moyens de production en électricité ont permis de ne pas arrêter l'ensemble des installations, mais d'autres secteurs ont dû être arrêtés brutalement. Ces arrêts d'urgence ont entraîné des dégazages vers torche.
- Le site de Berre utilise de grandes quantités de gaz naturel pour chauffer son procédé et alimenter ses chaudières pour fabriquer sa propre vapeur. En septembre 2020, suite à un dysfonctionnement du dispositif d'approvisionnement en gaz, le site s'est trouvé brutalement privé de gaz. Cela a entraîné la mise en arrêt d'urgence des installations avec un important dégazage à la torche. Dans ce cas de figure, néanmoins très rare mais très pénalisant, la production de vapeur n'était plus possible, car c'est aussi le gaz qui sert à faire fonctionner les chaudières pour produire la vapeur consommée sur le site industriel. Le brûlage à la torche s'est donc effectué sans apport de vapeur, ce qui a entraîné un dégagement important de fumées.

Cas d'un arrêt ou démarrage d'installation (phase transitoire - opération planifiée)

Les grandes installations industrielles fonctionnent en principes H24 et 7 jours sur 7. Des parties d'installation ou l'installation toute entière doit néanmoins être mise à l'arrêt complet périodiquement pour effectuer des opérations de maintenance. Les grandes opérations de maintenance sont réalisées le plus souvent tous les 5 ans (parfois moins, parfois plus) dans le respect d'une réglementation sur la périodicité d'inspection des équipements. Ces opérations sont dénommées « grands arrêts ». Des interventions de maintenance ponctuelles peuvent aussi être réalisées dans l'intervalle. Dans tous les cas, l'installation doit être arrêtée puis redémarrée à la fin des travaux. Lors des démarrages, l'installation passe par un certain nombre d'étapes plus ou moins complexes où les différentes machines sont démarrées successivement, les fours sont allumés et chauffés progressivement, les réactions chimiques sont initiées graduellement, les colonnes de distillations commencent à distiller... Ces phases transitoires, plus ou moins longues (selon le type d'installation cela se compte en jours) doivent être franchies pour stabiliser le processus de fabrication jusqu'à l'obtention d'une production conforme. Au cours de ces phases transitoires, il y a souvent obligation d'évacuer des excédents de gaz momentanément pour atteindre un seuil critique de production qui permet de stabiliser l'ensemble. Lors des phases d'arrêt, c'est un peu la même chose, avec notamment des phases de



décompression qui ne peuvent se faire que vers la torche. Contrairement à un arrêt d'urgence, la baisse de régime peut être contrôlée et les mises à la torche sont en principe très réduites. Les manœuvres d'arrêt/démarrage sont étudiées et améliorées pour minimiser, en durée et quantité, ces épisodes de torche. Mais la conception parfois ancienne du procédé de fabrication et de l'installation peut limiter les progrès réalisables.



FAQ – Foire aux Questions

Que brûlent les torches ?

Cela dépend de ce que l'usine traite. Dans le cas des raffineries et des sites pétrochimiques, ce sont en majorité des hydrocarbures (molécules provenant du pétrole ou du gaz naturel, composées de Carbone et d'Hydrogène). En brûlant au contact de l'oxygène de l'air, ces hydrocarbures se transforment en dioxyde de carbone (CO₂) et en vapeur d'eau (H₂O). On peut trouver également des composés issus des impuretés présentes dans le pétrole comme le soufre, qui se transforment en dioxyde de soufre (SO₂)

La fumée produite par les torches est-elle toxique ?

Toute fumée est par définition toxique car elle contient des particules fines. Tout est affaire de concentration. Ce qui est important c'est la qualité de l'air au niveau du sol. C'est pourquoi les torches sont hautes pour faciliter la dispersion et diminuer la concentration en substances indésirables au niveau du sol. Lorsqu'il n'y a pas de fumée, la combustion est complète et facilitée par l'injection de vapeur, l'impact est alors très réduit.

Pourquoi les torches font elles aussi du bruit ?

La torche est un gros brûleur de gaz. Toute proportion gardée, un réchaud à gaz émet un léger ronflement. L'injection de vapeur, dans le nez de torche, nécessaire pour améliorer la combustion et éliminer les fumées, a un effet négatif sur le bruit. Ce peut être un facteur de bruit important à fort débit. Les constructeurs étudient et mettent en place des solutions pour réduire ces phénomènes.

Existe-t-il des technologies alternatives pour éviter les torches ?

Il existe des solutions pour réduire les volumes de gaz brûlés à la torche. C'est d'ailleurs dans l'intérêt de tous, car tout gaz brûlé est une perte. Mais aucune ne peut se substituer à la nécessité d'un exutoire pour les excédents de gaz qui peuvent être produits dans diverses situations : arrêt d'urgence, phénomène transitoire, incident d'exploitation. C'est un dispositif de sécurité indispensable.

Pourrait-on au moins récupérer la chaleur produite par les torches ?

L'objectif d'une torche est de pouvoir évacuer le gaz en sécurité lorsque cela est nécessaire. Le reste du temps, c'est-à-dire la grande majorité du temps, elle ne produit rien. On ne peut pas concevoir un système de récupération de chaleur avec un fonctionnement aussi aléatoire. En revanche, on peut récupérer une partie au moins du gaz, avant qu'il ne soit brûlé.

Pourrait-on récupérer les gaz plutôt que de les brûler à la torche ?

La plupart des systèmes de torche sont équipés d'un dispositif de récupération de gaz. Le gaz ainsi recyclé est en principe utilisé pour les besoins propres du site, en substitution à du gaz naturel. Mais ce système a des limites, les quantités émises instantanément en cas d'incident pouvant être fortes, elle sont incompatibles avec une utilisation contrôlée.

La torche est-elle le signe d'un mauvais fonctionnement de l'usine ?

Lorsqu'une torche survient sans préavis, c'est qu'il y a une perturbation dans le fonctionnement normal de l'usine. Cette perturbation peut être un dysfonctionnement plus ou moins important (panne de machine, dérèglement passager du procédé de fabrication,...). Pour limiter ces perturbations, les industriels travaillent à l'amélioration de la fiabilité des équipements.

Dans certains cas, des opérations planifiées (arrêt ou démarrage) peuvent entraîner une mise à la torche. Il s'agit alors d'une opération contrôlée, qui fait partie de la « vie de l'usine ».