

Rapport d'enquête

Sur la rupture d'alimentation
électrique survenue au sein de la
raffinerie TotalEnergies Raffinage
France de Donges (44) le 8 mars
2022

Bordereau documentaire

Organisme auteur : Bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur la rupture d'alimentation électrique survenue au sein de la raffinerie TotalEnergies Raffinage France de Donges (44) le 8 mars 2022

N° : MTE-BEARI-2022-09

Date du rapport : 27/09/2022

Proposition de mots-clés : raffinage, perte d'alimentation électrique, endommagement de réseaux souterrains, techniques non intrusives de localisation des réseaux enterrés

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 501-1 à L. 501-19 du Code de l'Environnement.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Au titre de ce rapport on entend par :

- Cause de l'accident : toute action ou événement de nature technique ou organisationnelle, volontaire ou involontaire, active ou passive, ayant conduit à la survenance de l'accident. Elle peut être établie par les éléments collectés lors de l'enquête, ou supposée de manière indirecte. Dans ce cas le rapport d'enquête le précise explicitement.
- Facteur contributif : élément qui, sans être déterminant, a pu jouer un rôle dans la survenance ou dans l'aggravation de l'accident.
- Enseignement de sécurité : élément de retour d'expérience tiré de l'analyse de l'évènement. Il peut s'agir de pratiques à développer car de nature à éviter ou limiter les conséquences d'un accident, ou à éviter car pouvant favoriser la survenance de l'accident ou aggraver ses conséquences.
- Recommandation de sécurité : proposition d'amélioration de la sécurité formulée par le BEA-RI, sur la base des informations rassemblées dans le cadre de l'enquête de sécurité, en vue de prévenir des accidents ou des incidents. Cette recommandation est adressée, au moment de la parution du rapport définitif, à une personne physique ou morale qui dispose de deux mois à réception, pour faire part au BEA des suites qu'elle entend y donner. La réponse est publiée sur le site du BEA-RI.

Synthèse

Le 8 mars 2022, la raffinerie de Donges (44) exploitée par TotalEnergies Raffinage France est en phase de redémarrage après un grand arrêt. Des travaux de construction pour une nouvelle unité de production sont également en cours.

Dans le cadre de ces travaux, une opération de forage pour l'installation de fondations pour un rack de supportage de tuyauteries avait lieu. Lors de cette opération, la foreuse a sectionné un câble. La coupure du câble a entraîné une perte d'alimentation électrique sur une sous-station du site, bien que cette alimentation soit normalement redondée, et par suite interrompu l'alimentation de plusieurs unités. L'ensemble du site a été mis en sécurité puis à l'arrêt.

L'évènement n'a pas eu de conséquences humaines et dans la mesure où il est intervenu pendant la période de redémarrage de l'installation, la mise en sécurité des différentes entités impactées par la coupure d'alimentation électrique a eu peu de conséquences environnementales. Une quantité limitée de produits a été dirigée vers la torche, et les installations les plus sensibles ont fait l'objet d'une surveillance constante, dans un premier temps grâce à l'alimentation de secours assurée par des batteries et des onduleurs, puis dans un second temps, une fois celle-ci épuisée, par le personnel pour pallier les informations non remontées par les systèmes de contrôle commande.

La décision de l'ouverture d'enquête a été prise le 14 mars 2022 et les enquêteurs du bureau enquêtes et analyses sur les risques industriels se sont rendus sur place le 18 mars 2022.

Les causes principales de l'incident sont, d'une part, le fait que les anciens réseaux électriques du site ne sont pas tous cartographiés avec précision et que les investigations réalisées préalablement aux travaux n'ont pas détecté le câble sectionné, et d'autre part le fait que ce câble de contrôle commande était unique alors que l'alimentation électrique elle-même, était doublée.

L'étude de l'incident permet de dégager des enseignements de sécurité sur la difficulté à localiser et cartographier avec précision les réseaux enterrés anciens, sur l'intérêt de la simulation de conduite dans la formation des opérateurs et sur la nécessité de rechercher et d'éliminer des modes communs de défaillance sur les systèmes redondés.

En parallèle, le BEA-RI recommande à l'exploitant :

- **La mise en œuvre d'une démarche d'amélioration de la précision de la cartographie de ses réseaux sensibles. Dans l'attente des résultats de cette démarche, l'exploitant devra valoriser l'ensemble des données disponibles (tous types de plans, historique de fouilles, résultats des recherches, cheminements connus) pour réduire l'incertitude au maximum dans les zones soumises à travaux et communiquer ces informations sous la forme la plus exploitable possible aux entreprises effectuant des travaux sur le site.**
- **D'analyser son réseau d'alimentation électrique pour y déterminer les modes communs de défaillances et de particulièrement veiller, lors de la rénovation ou de l'évolution de ses réseaux, à la séparation physique des câbles de puissance mais aussi de contrôle commande de son réseau d'alimentation électrique.**

Sommaire

I.	Rappel sur l'enquête de sécurité.....	6
II.	Constats immédiats et engagement de l'enquête	6
	II.1 Les circonstances de l'accident	6
	II.2 Le bilan de l'évènement.....	7
	II.3 Les mesures prises après l'évènement	7
	II.4 L'engagement et l'organisation de l'enquête	8
III.	Contextualisation	8
	III.1 La raffinerie de Donges	8
	III.2 Alimentation électrique des unités de la raffinerie.....	8
	III.3 Gestion des fouilles sur le site	10
IV.	Compte-rendu des investigations menées.....	12
	IV.1 Visite sur site.....	12
	IV.2 Analyse de l'inspection des installations classées.....	12
V.	Déroulement de l'évènement.....	12
	V.1 Déclenchement de l'évènement.....	12
	V.2 Réaction à l'évènement.....	13
VI.	Conclusions sur le scénario de l'évènement.....	13
	VI.1 Scénario	13
	VI.2 Facteurs contributifs.....	15
	VI.2.1 <i>Connaissance incomplète et imprécise de la localisation des réseaux souterrains.....</i>	15
	VI.2.2 <i>Imprécision des méthodes de géolocalisation et d'investigation</i>	15
	VI.2.3 <i>Modes communs de défaillance</i>	15
VII.	Enseignements de sécurité.....	16
	VII.1 Difficulté à localiser et cartographier avec précision les réseaux anciens	16
	VII.2 Intérêt de la simulation de conduite dans la formation des opérateurs.....	16
	VII.3 Recherche et élimination des modes communs de défaillance sur les systèmes redondés.....	16
VIII.	Recommandations de sécurité à destination de l'exploitant	18
	VIII.1 Démarche de progrès pour améliorer la cartographie des réseaux	18
	VIII.2 Suppression des modes communs de défaillance sur l'alimentation	18

Rapport d'Enquête

Sur la rupture d'alimentation électrique survenue au sein de la raffinerie TotalEnergies Raffinage France de Donges (44) le 8 mars 2022

I. Rappel sur l'enquête de sécurité

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 501-1 à L. 501-19 du Code de l'Environnement. Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités. En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

II. Constats immédiats et engagement de l'enquête

II.1 Les circonstances de l'accident

Le 8 mars 2022, la raffinerie de Donges (44) exploitée par TotalEnergies Raffinage France est en phase de redémarrage. En parallèle, sont menés des travaux de construction d'une nouvelle unité de production. Ces travaux se situent essentiellement sur une zone de chantier délimitée au sein de la raffinerie, mais nécessitent également des travaux ponctuels hors de la zone chantier notamment pour mettre en place les liaisons (arrivées et départs de produits, utilités etc..).

Dans le cadre de ces travaux, une opération de forage pour l'installation de fondations pour un rack de supportage de tuyauteries était en cours. Lors de cette opération, la foreuse a rencontré un massif en béton puis sectionné un câble. La coupure du câble entraînera une perte d'alimentation électrique sur une sous-station du site et interrompra l'alimentation de plusieurs ateliers. L'ensemble du site sera mis en sécurité puis à l'arrêt.



Figure 1 : travaux en cours sur la plate-forme

II.2 Le bilan de l'évènement

L'évènement n'a pas eu de conséquences humaines. Dans la mesure où il est intervenu pendant la période de redémarrage de l'installation, la mise en sécurité des différentes entités impactées par la coupure d'alimentation électrique a eu peu de conséquences environnementales.

En effet, la plupart des ateliers était encore à l'arrêt. Une quantité limitée de produits a été dirigée vers la torche et, grâce à la surveillance directe réalisée par le personnel, il n'y a pas eu d'interruption de traitement des eaux résiduaires.

II.3 Les mesures prises après l'évènement

Dans le cadre de la gestion de l'évènement, les installations les plus sensibles ont fait l'objet d'une surveillance constante, dans un premier temps grâce à l'alimentation de secours assurée par des batteries et des onduleurs, puis dans un second temps, une fois celle-ci épuisée, par le personnel pour pallier les informations non remontées par les systèmes de contrôle commande.

En vue de la remise en service, la mise en place d'un groupe électrogène a permis de rétablir une partie de l'alimentation électrique dans la soirée du 8 mars. Le câble sectionné sera remplacé le 11 mars. Les procédures ne prévoient pas la mise en place sur site de générateurs pour prendre le relais à épuisement du système d'alimentation de secours sur batteries et onduleurs. Le groupe mis en place le 8 mars provenait d'un chantier en cours sur le site.

II.4 L'engagement et l'organisation de l'enquête

Le bureau enquêtes et analyses sur les risques industriels a été informé de l'événement le 9 mars 2022. La décision de l'ouverture d'enquête a été prise le 14 mars 2022, une fois le contexte identifié et l'intérêt en matière de retour d'expérience avéré.

Les enquêteurs du BEA-RI se sont rendus sur place le 18 mars 2022 en présence de l'inspection des installations classées (DREAL Pays de Loire), et des représentants de l'exploitant TotalEnergies Raffinage France.

Ils ont recueilli les témoignages des acteurs impliqués dans l'évènement et dans sa gestion. Ils ont eu, consécutivement à ces entretiens, communication des pièces et documents nécessaires à leur enquête.

III. Contextualisation

III.1 La raffinerie de Donges

En service depuis 1930, la raffinerie de Donges, exploitée par TotalEnergies Raffinage France, a une capacité de raffinage de 11 millions de tonnes de pétrole brut par an. Ses installations permettent d'obtenir par diverses opérations à partir du pétrole brut reçu par voie maritime, des carburants, combustibles et bitumes.

La plate-forme s'étend sur 350 hectares en bord de Loire et emploie 650 collaborateurs.

Les produits pétroliers et les gaz produits sont stockés dans des réservoirs à pression atmosphérique ou sous pression et dans un stockage souterrain de propane. Les produits sont réceptionnés et expédiés par voies maritime, ferroviaire et routière ainsi que par canalisations de transport.

La raffinerie comporte également un certain nombre d'installations permettant de fournir les différentes unités en utilités (air comprimé, vapeur, électricité, etc.).

Dans le cadre de sa modernisation, la raffinerie a entrepris des travaux de construction de deux unités permettant d'améliorer la désulfuration des produits pétroliers raffinés. En l'occurrence, une unité de désulfuration des produits intermédiaires et une unité de fabrication d'hydrogène. Les travaux sont en cours et devraient être achevés en 2023.

III.2 Alimentation électrique des unités de la raffinerie

La raffinerie est alimentée par plusieurs points de connexion au réseau de transport d'électricité RTE. Cette alimentation est faite à une tension de 60.000 volts. Pour pouvoir utiliser cette énergie, la tension doit être abaissée puis distribuée.

Le site comporte une station principale. Cette station reçoit, à raison d'un transformateur pour chaque arrivée, le courant en 60.000 V et le transforme en 20.000 V. Un jeu de barres correspondant à chacune des arrivées permet de distribuer le courant vers les sous-stations au travers de relais de protection.



Figure 2 : station principale

L'alimentation 20 000 V de chacune des sous-stations est redondante. Elle est assurée par deux câbles triphasés séparés et un câble multiconducteur assurant le transfert d'information entre la station principale et la sous-station.

La tension est abaissée à 5 500 V en entrée de chaque sous-station par le biais d'un transformateur à chaque arrivée.

Au sein des sous-stations, deux jeux de barres permettent de distribuer les consommateurs. Puis, de nouveau, on retrouve une alimentation redondée issue de chaque jeu de barres et protégée au départ de la sous-station par un relais de protection.

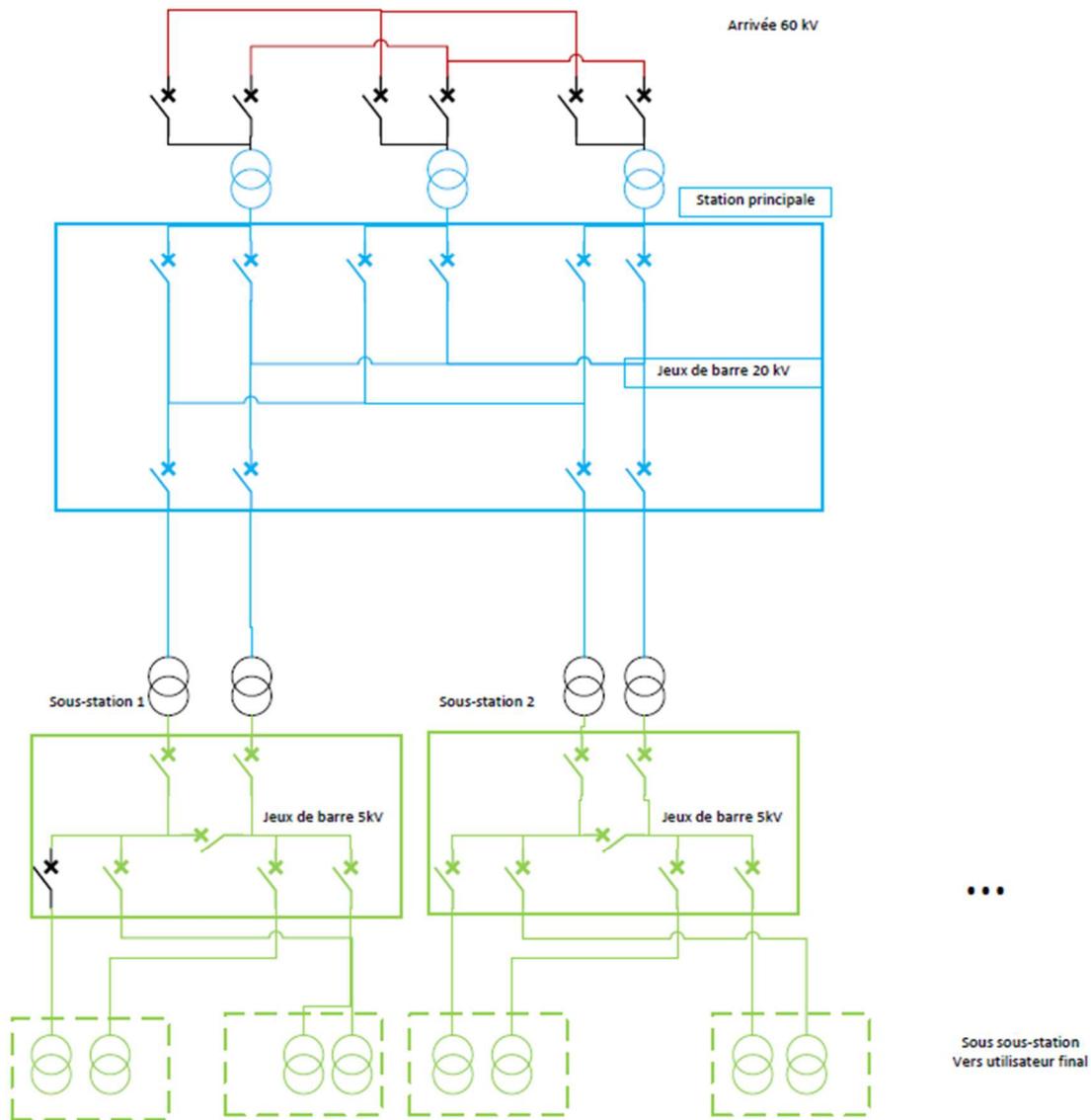


Figure 3 : schéma de principe d'une alimentation électrique de raffinerie

En complément, au niveau de chaque unité, les équipements sensibles pour la sécurité dont la liste est établie en suivant des recommandations de la compagnie TotalEnergies font l'objet d'une sauvegarde électrique par un couple onduleurs/batteries. Cette sauvegarde assure une disponibilité des équipements sensibles le temps de la mise en sécurité des installations et permet de minimiser les impacts environnementaux. Des scénarios de mise en sécurité des installations, dans le cas où les onduleurs ne fonctionneraient pas, existent également.

III.3 Gestion des fouilles sur le site

D'une manière générale, la réglementation prévoit que les travaux souterrains soient effectués dans des conditions ne pouvant porter atteinte à l'intégrité, sécurité, ou continuité de fonctionnement des

réseaux souterrains de transport ou de distribution, à l'environnement, à la sécurité des travailleurs, et des populations situées à proximité du chantier ou à la vie économique.

À cette fin, ces travaux doivent être réalisés dans le respect des modalités de l'article L. 554-1 du code de l'environnement et des dispositions de l'arrêté du 15 février 2012.

Les travaux en cours au moment de l'évènement consistaient à la réalisation de pieux de fondation nécessaires pour la construction de la nouvelle unité du site ; ils étaient réalisés par une entreprise extérieure, TotalEnergies Raffinage France endossant le rôle de maître d'ouvrage des travaux.

Les procédures réglementaires de déclaration de projet de travaux (DT) et de déclaration d'intention de commencer les travaux (DICT) avaient été réalisées et avaient montré que les réseaux identifiés par ces procédures ne se situaient pas à proximité immédiate des travaux envisagés.

Toutefois, la localisation des réseaux électriques internes et suspectés d'être présents dans l'emprise des travaux n'était pas connue avec précision. En parallèle, TotalEnergies Raffinage France voulait s'assurer que d'autres réseaux ne se trouvaient pas dans la zone où les fondations de futurs racks allaient être coulées. Pour atteindre cet objectif deux méthodes ont été utilisées :

- Une méthode non intrusive basée sur l'utilisation d'un radar géophysique. La méthode du radar géophysique consiste à utiliser les propriétés de propagation des ondes électromagnétiques dans le milieu analysé afin d'obtenir des informations sur le sous-sol. La réflexion des ondes sur les différents obstacles présents, permet d'obtenir une image du sous-sol. Une antenne émettrice envoie une onde électromagnétique de hautes fréquences. Cette antenne est déplacée à vitesse constante le long de la surface à ausculter. Lorsque l'onde émise par l'antenne rencontre un contraste entre deux matériaux, une partie de l'énergie est réfléchiée vers une antenne réceptrice tandis que l'autre partie est transmise dans le milieu. Les ondes réceptionnées par l'antenne réceptrice sont transformées en impulsions électriques pour produire une image continue.
- Et une méthode intrusive basée sur des pré-fouilles de reconnaissance à l'emplacement prévu des forages, réalisées à l'aspiratrice.

Ces deux méthodes ont été mises en œuvre. Dans un premier temps, la détection par géoradar, a permis d'identifier des zones de suspicion de présence de réseaux. Il a été considéré que ces zones ne se recoupaient pas avec les travaux projetés et l'information a été communiquée à l'entreprise réalisant les travaux.

Puis, préalablement aux travaux, des fouilles de reconnaissance ont été effectuées au niveau des emplacements projetés de chacun des futurs forages. Ces fouilles n'ont pas mis en évidence la présence de réseaux car ils étaient protégés par du béton qui a été assimilé à de la roche dure.

IV. Compte-rendu des investigations menées

IV.1 Visite sur site

Une visite sur site a eu lieu le 18 mars 2022. Étaient présents sur place les représentants de l'exploitant TotalEnergies Raffinage France, un inspecteur de l'environnement de la DREAL Pays de la Loire et deux enquêteurs du BEA-RI.

IV.2 Analyse de l'inspection des installations classées

L'inspection des installations classées a émis le 29 mars 2022 un rapport suite à l'évènement concluant à l'absence de suite immédiate et a demandé à l'exploitant de fournir un certain nombre de compléments.

V. Déroulement de l'évènement

V.1 Déclenchement de l'évènement

Le 8 mars 2022, après un grand arrêt, la raffinerie de Donges est en cours de redémarrage. En parallèle de ce redémarrage, les travaux de construction des deux nouvelles unités liées à la désulfuration sont en cours.

Ce jour-là, une entreprise extérieure est chargée de procéder par forage à la mise en place de pieux de fondation pour un futur rack de tuyauteries. Ces travaux ont été précédés de vérifications documentaires ainsi que de reconnaissances de terrain visant à repérer d'éventuels réseaux enfouis à proximité.

Un peu avant midi, au regard des débris issus du forage, le conducteur de l'engin constate que la foreuse a endommagé un câble électrique. Il en rend compte immédiatement à sa hiérarchie ainsi qu'au personnel de TotalEnergies Raffinage France présent sur le chantier. L'information est remontée rapidement à la salle de contrôle.



Figure 4 : localisation de l'accrochage (sous la palette)

À 11h57, les relais de protection qui protègent les deux départs de câble de la station principale vers la sous-station 1 (cf figure n°1), déclenchent simultanément.

L'analyse des journaux de bord montrera que l'ouverture des relais de protection était liée à l'apparition de défauts normalement détectés par la sous-station. La transmission de ces défauts s'effectuant en sécurité positive, la rupture du câble de commande a la même conséquence que l'apparition du défaut en lui-même.

Les deux relais de protection du départ vers la sous-station 1 étant ouverts, la sous-station n'est plus alimentée. L'ensemble des unités raccordées à cette sous-station est donc privé également d'alimentation, à l'exception des équipements de sécurité connectés au couple batteries/onduleurs dont fait partie la salle de commande.

V.2 Réaction à l'événement

La perte d'alimentation a été remontée à la salle de commande via le système de contrôle commande. Les défauts remontés par ce système ne sont pas identiques pour les deux alimentations redondantes, néanmoins la nature des deux défauts fait rapidement comprendre aux personnels de quart que, malgré l'intervention rapide du service électrique, la remise en marche de l'alimentation électrique ne pourra s'effectuer dans un délai pendant lequel le système, et notamment la salle de commande resteront secourus par le couple onduleurs/batteries. Ce délai est inférieur à une heure. Les différentes unités en fonctionnement ce jour-là sont donc mises en sécurité, ce qui entraîne un torchage. L'évènement et la mise en sécurité des installations en fonctionnement ont engendré une brève émergence aux torches (environ 15 min).

Les procédures de mise en sécurité sont décrites dans les « stratégies d'incidents » et donnent lieu à la fois à des actions ponctuelles au moment de l'évènement, et à la mise en œuvre de plans de surveillance pérennes pour pallier la perte des systèmes de monitoring (incendie, pression température etc.). Ces dispositions ont été mises en œuvre.

Les installations de traitement des eaux résiduaires ont continué de fonctionner pendant la coupure du système de conduite sous la surveillance accrue des opérateurs et sans interruption des prélèvements.

Les eaux pluviales ont été stockées dans un bassin (D102) sans débordement en Loire, et ont pu être redirigées vers le dispositif de traitement normal suite au redémarrage du système de conduite.

VI. Conclusions sur le scénario de l'événement

VI.1 Scénario

La raffinerie de Donges est un site ancien ayant vécu de nombreuses évolutions. La connaissance des réseaux présents sur le site à ce jour et de leur localisation n'est ni précise ni complète. Dans le cadre des évolutions en cours sur le site, des investigations par géoradar ont été réalisées sur les implantations concernées par les travaux (y compris celle où a eu lieu l'endommagement) mais ont laissé des incertitudes dans certaines zones. Avant le lancement des opérations de forages nécessaires à la réalisation de pieux, des sondages ont été réalisés à l'endroit même du lieu d'endommagement du câble. Ces forages n'ont rien donné, les sondeurs croyant avoir atteint la roche sans trouver de réseaux.



Figure 5 : gaine en béton protégeant les câbles

Il s'avérera finalement qu'ils avaient atteint non pas la roche, mais une gaine en béton qui protégeait un passage de câbles.

Lorsque, le 8 mars un peu avant midi, le conducteur de la foreuse constate qu'elle a endommagé du câble électrique au regard des débris issus du forage, l'information est transmise immédiatement au personnel de TotalEnergies Raffinage France et remontée rapidement à la salle de commande. À 11h57, le sectionnement du câble de commande entraîne le déclenchement simultané des deux relais de protection de la station principale qui protègent chacun un des deux départs vers la sous-station 1.

Les deux relais de protection du départ vers la sous-station 1 étant ouverts, la sous-station n'est plus alimentée. L'ensemble des unités raccordées à la sous-station est donc privé également d'alimentation, à l'exception des équipements de sécurité connectés aux onduleurs. L'alimentation de la salle de contrôle est reprise par ces alimentations de secours.

L'indisponibilité en alimentation électrique étant rapidement évaluée à une durée supérieure à celle estimée pour la décharge des batteries (inférieure à une heure), les différentes unités en fonctionnement sont mises en sécurité. L'évènement engendrera une émergence aux torches d'environ 15 minutes.

VI.2 Facteurs contributifs

VI.2.1 Connaissance incomplète et imprécise de la localisation des réseaux souterrains

La raffinerie de Donges est exploitée depuis 1930. Au fil des ans, le site a subi de nombreuses modifications et évolutions de ses unités, entraînant des modifications de ses réseaux. Le câble multiconducteur sectionné a été mis en place dans les années 1980. Le suivi cartographique de ces différentes évolutions n'a pas été conservé et cette documentation fait aujourd'hui défaut. La connaissance non exhaustive et imprécise de la localisation des réseaux souterrains du site est le premier facteur qui a permis à cet événement de se produire.

VI.2.2 Imprécision des méthodes de géolocalisation et d'investigation

Des moyens ont été mis en place pour pallier la mauvaise connaissance de la localisation de certains réseaux du site : une technique non intrusive notamment, mais dans le cas de cet événement les investigations par géoradar et les sondages réalisés préalablement aux opérations de forage n'ont pas permis de transmettre à l'entreprise de travaux en charge des opérations de forage l'information que des réseaux électriques se situaient au niveau de l'emplacement prévu pour la pose d'un pieu.

Les méthodes géophysiques ont l'avantage de ne pas présenter de risque pour les ouvrages mais des risques peuvent être induits par des résultats erronés ou par une mauvaise interprétation des résultats obtenus en utilisant ces techniques. Elles ont des limites, notamment à cause des contraintes liées au terrain analysé et aux natures des cibles recherchées. Leurs résultats doivent donc être interprétés avec attention.

De la même manière, la profondeur atteinte lors du sondage réalisé au niveau de la localisation prévue pour le pieu aurait pu être comparée à celles atteintes lors des autres sondages, ce qui aurait pu laisser penser qu'il ne s'agisse pas de la roche sous-jacente. Dans le cas présent, les hauteurs de roche du sous-sol étaient variables et non connues avec précision sur l'ensemble du site, cette analyse n'aurait donc pas été conclusive. Mais une fouille à l'aspiratrice de plus grande ampleur, permettant un constat visuel plus aisé, aurait vraisemblablement permis de déterminer que le sol trouvé était en réalité du béton remanié.

VI.2.3 Modes communs de défaillance

Si les deux câbles d'alimentation de la sous-station ne cheminent pas dans le même fourreau, les informations échangées entre la station principale et la sous-station, elles, sont véhiculées dans un seul et même câble multiconducteur. Cette disposition entraîne, lors de la rupture du câble multiconducteur, un mode commun de défaillance sur les deux circuits d'alimentation.

VII. Enseignements de sécurité

VII.1 Difficulté à localiser et cartographier avec précision les réseaux anciens

Les investigations par géoradar représentent une méthode très intéressante pour localiser des réseaux enterrés dont la cartographie est manquante ou incomplète. Mais elles peuvent se révéler imprécises en fonction de l'environnement où elles sont utilisées. Certains types de sous-sols, relativement à leur nature ou leur encombrement peuvent remettre en cause la précision de ces méthodes. Le niveau d'imprécision de ce type de méthode doit être pris en compte et communiqué aux intervenants qui interviendront sur le chantier. Pour pallier les limites d'utilisation et de détection d'une méthode, il peut être intéressant, lorsque c'est possible, de compléter les investigations par une autre méthode et de croiser les résultats obtenus.

Un des points importants dans la survenue de cet événement est la confusion de l'équipe ayant réalisé les fouilles de reconnaissance entre le béton et le sol rocheux. Elle a été rendue possible par la profondeur du monolithe identique à celle du sol rocheux attendue, et par un diamètre réduit de la fouille de reconnaissance (environ 30 cm). Une taille plus importante de fouille de reconnaissance couplée à une identification formelle de la nature du matériau en fond de fouille de reconnaissance aurait vraisemblablement permis d'éviter cette confusion.

VII.2 Intérêt de la simulation de conduite dans la formation des opérateurs

La raffinerie de Donges s'est dotée d'un simulateur de conduite pour les opérateurs de salle de contrôle. Cet outil permet de simuler un certain nombre d'accidents / incidents permettant ainsi aux opérateurs de se familiariser à la conduite en situation dégradée et d'améliorer leur réactivité en cas de situation telle que celle rencontrée lors de cet événement. Cette pratique, qui a contribué à la gestion sereine de l'évènement et à maîtriser ses conséquences, est à développer.

VII.3 Recherche et élimination des modes communs de défaillance sur les systèmes redondés

De manière à réduire les probabilités d'occurrence d'un certain nombre d'évènements répertoriés, il est courant de mettre en place des systèmes redondés. Cette mise en place doit s'accompagner d'une recherche systématique des défaillances de mode commun de manière à garantir effectivement le gain en matière de probabilité d'occurrence. À ce titre, si la séparation physique des lignes de contrôle commande entre stations et sous-stations, ligne d'alimentation par ligne d'alimentation, ne semble pas être un standard de la profession, son introduction permettrait, notamment lors des rénovations ou de la construction de nouvelles lignes de gagner en sécurité.

VII.4 Définition des durées nécessaires à la mise en sécurité du process

Si l'évènement n'a pas mis en lumière de difficulté dans la mise en sécurité, la définition des durées minimales de sauvegarde des équipements en cas de rupture de l'alimentation électrique doit avoir fait l'objet d'une étude et être réévaluée périodiquement.

En complément, des exercices permettant de vérifier la capacité des équipes à mettre en sécurité les installations dans le temps défini et à mettre en œuvre les procédures de vérification des paramètres importants pour la sécurité en l'absence d'énergie devront être réalisés.

VIII. Recommandations de sécurité à destination de l'exploitant

VIII.1 Démarche de progrès pour améliorer la cartographie des réseaux

Le BEA-RI recommande à l'exploitant la mise en œuvre d'une démarche d'amélioration de la précision de la cartographie de ses réseaux sensibles.

Dans l'attente des résultats de cette démarche, l'exploitant devra valoriser l'ensemble des données disponibles (tous types de plans, historique de fouilles, résultats des recherches, cheminements connus) pour réduire l'incertitude au maximum dans les zones soumises à travaux et communiquer ces informations sous la forme la plus exploitable possible aux entreprises effectuant des travaux sur le site.

VIII.2 Suppression des modes communs de défaillance sur l'alimentation

Le BEA-RI recommande à l'exploitant d'analyser son réseau d'alimentation électrique pour y déterminer les modes communs de défaillances et de particulièrement veiller lors de la rénovation ou de l'évolution de ses réseaux à la séparation physique des câbles de puissance mais aussi de contrôle commande de son réseau d'alimentation électrique.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Bureau d'enquêtes et d'Analyses sur les Risques Industriels

MTE / IGEDD / BEA-RI
Tour Séquoïa
92055 La Défense Cedex

+33 1 40 81 21 22
bea-ri.igedd@developpement-durable.gouv.fr

<https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/le-bureau-d-enquetes-et-d-analyses-sur-les-risques-a3081.html>