

La catastrophe sur la A14 à Bologne: une manquée approche pluridisciplinaire pour la sécurité routière

P. Villani*,

* Politecnico di Milano - Département de Génie Civil et Environnemental, Italie
paola.villani@polimi.it

Résumé

Explosion à Bologne, sur le tronçon urbain de l'autoroute A14. Un camion-citerne se bloque violemment sur un tracteur routier munis d'une remorque qui s'enflamme immédiatement. Après quelques minutes, une explosion dévastatrice provoque l'effondrement du pont. Dans cet accident, une approche multidisciplinaire aurait évité les dégâts structurels au viaduc et évité 145 blessés - victimes de brûlures. L'accident a été filmé par des caméras de vidéosurveillance mais l'attention des autorités routières est attirée sur la collision initiale, sur le camion-citerne qui a heurté le premier camion transportant des fûts et des barriques de solvant, qui ont immédiatement pris feu. Une partie de la chaussée de l'ouvrage d'art s'est effondrée et là-dessous des véhicules ont été écrasés et des autres ont pris feu.

Dans quatre minutes de nombreux conducteurs ont été mis en sûreté sur l'autoroute, mais une intervention technique à distance grâce à les améliorations possibles provenant des nouvelles technologies pour la sécurité routière - aurait pu conduire à un épilogue différent et limiter les dommages causés par une normale collision..



Figure 1 Sur l'autoroute A14 Bologne, le tamponnement, la première explosion et peu après la seconde

1. Description de l'accident

Le 6 août 2018, à 13 h 50, sur l'autoroute italienne A14, Bologne - Casalecchio au kilomètre 4.000 sur la voie en direction du nord, que dans ce tronçon est flanqué par l'autoroute de contournement: un camion-citerne transportant 30 000 litres de GPL (gaz de pétrole liquéfié) provoque une collision par l'arrière avec un camion articulé à plateau qui transporte des barils de solvant dans le remorque. Les fûts explosent et s'enflamment en raison de l'impact du camion contre la barrière New Jersey. Dans la salle de contrôle, l'attention est mise tout d'abord sur cette collision initiale. Heureusement, il y a peu de véhicules en transit à 13h50. Le chauffeur de camion embouti - déjà enveloppé de flammes - comprend qu'une fuite initiale minimale de GPL peut provoquer une gigantesque explosion et donc alerte tout le monde. Les Policiers font rapidement éloigner tous les véhicules qui arrivent. Et en fait - l'explosion présagée par les personnes présentes à proximité des deux véhicules lourds impliqués dans l'accident - se produit au bout de quelques minutes et détermine l'effondrement du tablier routier, des dégâts causés aux habitations environnantes et 145 blessés.



Figure 2 Zone de concentration d'accidents

2. Données de circulation et description de la route

Sur le tronçon de l'accident, la chaussée comporte deux voies dans chaque direction et des voies d'urgence. Une barrière New Jersey sépare l'autoroute de la chaussée du périphérique de Bologne, qui comporte deux voies dans chaque direction et de nombreuses intersections. Pendant l'été 90 000 véhicules par jour parcourent l'A14 (à partir du carrefour d'Imola dans les seuls 6,57 km qui séparent l'intersection en direction de Ravenne), 72 296 véhicules légers, 20 868 véhicules lourds (données de juillet 2018). Environ la moitié de ce trafic s'étale sur cette jonction de l'A14 où l'accident s'est produit. Selon la période de l'année, le pourcentage de véhicules lourds dans le total oscille entre 22% et 34%). Cette section de la jonction de l'autoroute A14 est flanquée du périphérique de Bologne.

3. Causes et description des conséquences

L'accident de Bologne permet d'enquêter sur les causes de la seconde explosion. Les images documentent ce qui s'est arrivé en quelques minutes. Minutes dans lesquelles de nombreux conducteurs ont été sauvés, mais certaines minutes au cours desquelles, comme on peut le constater, une intervention technique différente auraient pu donner lieu à un épilogue différent et limiter les dégâts causés par ce qui était une collision arrière normale. Dans cette section où l'accident s'est produit, la jonction d'autoroute est en milieu urbain. Sous le viaduc de l'autoroute se trouvent des établissements, des concessionnaires d'automobiles, des routes et des parkings, même s'ils ne sont pas conformes à la Législation en vigueur qui impose, pour des raisons de sécurité, une distance minimale [Note 2] de trente mètres par rapport à l'axe de la route.



Figure 4 Deuxième explosion lors de laquelle, en sept ou huit minutes, les premiers sauveteurs ont déjà éliminé le trafic.

Le tamponnement s'est produit sur une partie du viaduc urbain, le trafic est encombré seulement dans la voie de l'autoroute en direction nord. Les images montrent qu'il y a une queue de plus de dix camions, que personne ne respecte la distance de sécurité et aucun actionne les quatre indicateurs de direction clignotant pour indiquer un embouteillage. Le conducteur du camion-citerne a freiné comme en peut voir sur les images des caméras. Par conséquent, il est possible de supposer un dysfonctionnement des freins.

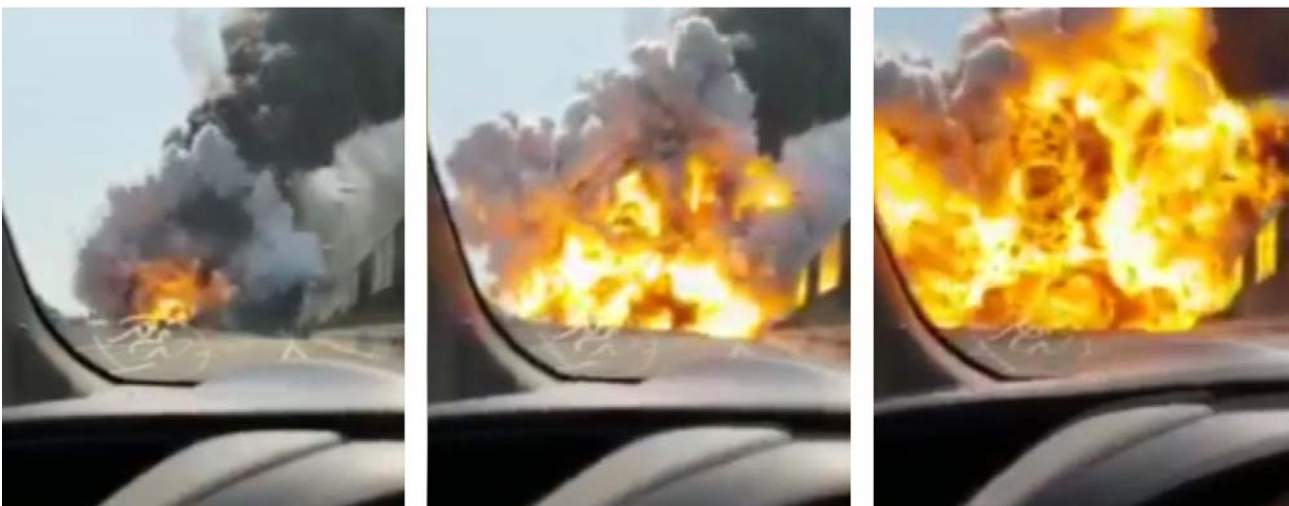


Figure 5 La deuxième explosion vue d'une voiture encore dans le tronçon

Les premiers secouristes font éloigner le trafic car le risque d'explosion est élevé. Même les camionneurs ont parcouru plus de cent mètres parce qu'ils avaient compris que l'explosion n'est qu'une question de temps. Le centre de contrôle a activé les procédures et les pompiers convergent dans cette zone. Dans quelques minutes, ils seront sur le lieu de l'accident.

Mais personne qui observe le feu des caméras à distance ne pense pas qu'il faut provoquer un détachement du courant dans le faubourg Borgo Panigale: le GPL (LPG Numéro CAS 74-98-6 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$) a une densité d'air plus élevée, il tombe donc vers le bas. Et juste là - sous le pont du viaduc A14 - il y avait la cause de la déflagration.



Figure 6 Fumée de la deuxième explosion

En bas, l'air était irrespirable, comme dans tous les parkings en été, lorsque l'évaporation du benzène est facilement perceptible même par ceux qui transitent

Ci-dessous - les câbles électriques abondaient. Et ne sont pas ceux des concessionnaires automobiles, ni ceux des systèmes de feux de signalisation, qui fonctionnent toujours comme indiqué sur les photos publiées.

Ici - sous le pont du viaduc - la cause de l'explosion était pendante, ici sous les yeux de tous. Si seulement quelqu'un eût voulu regarder. Si seulement quelqu'un eût pensé que cela pourrait être une cause de déclenchement. Mais vous savez, faire une analyse post-hoc est toujours facile. En ce moment, entre le chaos, la fumée, le premier incendie, les véhicules qui arrivent et ceux qui sont en train de brûler, on pense à tout et on ne pense pas à ce qui aurait pu se passer.

Et cela - à l'heure - après quelques minutes - c'est arrivé. Ici - sous le pont de l'A14 - il y a une sorte de bombe à retardement suspendue à un fil.



Figure 7 La deuxième explosion a également provoqué la combustion des voitures des deux concessionnaires situés sous le pont.

L'explosion du camion-citerne a été ressentie dans toute la région, les vitrines des magasins et les fenêtres des habitations ont été soufflées, l'énorme déflagration a provoquée l'explosion de voitures dans les deux concessionnaires situés sous le pont.

Avant de poursuivre l'examen de l'incident, deux mots sur les déclenchement d'allumage dus à des causes électriques: résultent de l'apparition de l'un des phénomènes suivants: sources de chaleur externes, dégagement de chaleur par effet Joule, dégagement d'énergie élevée dû à une arc électrique [1].

Dans ce cas de Bologne, le chauffage dû au feu sus-jacent peut avoir causé une perte d'isolation des canalisations et peut avoir provoqué un arc électrique entre les câbles suspendus au-dessous de la plate-forme de la A14.

La plupart des problèmes de chauffage sont toujours causés par un incendie préexistant et il est concevable que les câbles aient été affectés par la combustion susmentionnée en raison de l'impact entre les véhicules lourds et la déflagration initiale des substances transportées et déversées. Mais ce feu, compte tenu de la nature du GPL (Point critique 96,75 °C), était en train de décrocher.

Même si chaque cas est incomparable, il est en tout cas intéressant de constater qu'il y a situations dans lesquelles le chauffage des câbles peut faire évoluer de manière totalement inattendue la cause initiale de l'incendie.



Figure 8 Les pompiers éteignent l'incendie des voitures sous le pont de l'autoroute



Figure 9 Combustion des voitures des deux concessionnaires situés sous le pont routier

Ce premier incendie sur la chaussée de l'A14 concernait les systèmes électriques sous-jacents qui, une fois touchés par le feu, ont libéré une grande quantité d'énergie à des températures élevées, raison pour laquelle tout le monde a déclaré avoir entendu une détonation très forte.

Et l'incendie - initialement maîtrisé - s'est déclenché avec une forte déflagration - qui a provoqué beaucoup plus de dégâts de ceux imputables lors de la collision. Par conséquent, il est donc nécessaire de se demander si cet incendie était de nature électrique afin de mieux comprendre les causes qui ont déterminées l'explosion à Bologne le 6 août 2018.



Figure 10 Débris de véhicules carbonisés sous le pont routier

4. Preuves évidentes

Qui voudût s'engager dans des analyses spécifiques afin de déterminer si le phénomène à la base de l'explosion de Bologne était réellement un arc électrique pourra constater comme une projection de haute énergie c'est visible dans certains débris de véhicules carbonisés, ainsi que des autres preuves en soient l'explosion et la pression déterminée par l'onde de choc qui a frappé les encadrements des fenêtres dans la zone.



Figure 11 Le viaduc routier après l'explosion

5. Intervention d'urgence

Les premiers secours sont arrivés dans quelques minutes. Sous le viaduc, dans les rues au niveau inférieur, de nombreux véhicules étaient en transit et des personnes se déplaçaient à pied, à vélo ou à moto. Les agents étaient occupés à dégager la zone lorsque l'explosion s'est produite, faisant 145 blessés dans la zone urbaine. De camion-citerne transportant du GPL est apparue une colonne de fumée très élevée, visible de partout dans la ville pendant des heures, jusqu'à ce que les pompiers ont approvoisées les flammes grâce à l'hélicoptère..



Figure 12 Zone touchée par l'explosion

6. Organisation et facteur causal

Il faut se demander si l'incendie - lorsque un détachement immédiat de la tension dans la zone en question était entraîné - ne pourrait pas être mieux contrôlé pour le maîtriser très rapidement et efficacement et s'il aurait pu empêcher l'explosion, qui s'était donc produite. Il faut s'enquérir si toutes les techniques classiques utilisées dans les espaces confinés ont été mises en place afin d'empêcher que le feu initial pût absorber de l'énergie et déflagrer pour un problème électrique. Un autre facteur qui a certainement contribué à l'explosion dévastatrice est probablement dû à l'air chargé de benzène, libéré dans la saison chaude par une chaleur caniculaire [35 °C] provenant de véhicules garés soit aux

deux côtés de l'infrastructure soit dans les espaces inférieurs et à l'ombre. Le stationnement abusif est bien compris à partir des images affichées en séquence diachronique. Et les véhicules ci-dessous et dont restent très peu de traces ont contribué à augmenter le pouvoir de la déflagration. En fait, l'incendie de nature électrique, comme on suppose pour l'explosion de Bologne, peut être le résultat d'une combinaison de divers facteurs qui doivent être considérés ensemble et qui sont des causes concurrentes du feu dévastateur.



Figure 13 Les câbles d'alimentation de la ligne de trolleybus, dont les câbles ont une tension de 600 V, auraient été affectés par l'incendie qui a ensuite provoqué l'explosion.

7. Explosion pour arc électrique

Les arcs électriques peuvent être causés par l'action des flammes, lorsqu'elles attaquent les conducteurs sous tension et endommagent ou carbonisent leur isolation.

Le schéma composé ne manque pas la première cause (tamponnement) mais vise à comprendre ce qui a déterminé l'explosion catastrophique - bien consciente du fait que l'action d'enquête sur tout événement contribue - si partagée et rendue publique - à comprendre la dynamique d'un accident et représente une possibilité de s'opposer à tous les événements analogues possibles et similaires à l'avenir.

8. Les conclusions de l'enquête

Dans ce cas, nous devrions envisager - avant de procéder à l'introduction de règles restrictives pour le transport de fret - s'il y a quelque chose qui peut être mis en œuvre pour empêcher un événement similaire, en analysant dans cet événement spécifique à Bologne, soit les deux causes immédiates, qui ont provoquées l'explosion, soit le mécanisme par lequel le même événement a été déterminé, causant tant de dégâts.

Causes concourantes et sans lesquelles cela se serait produit de toute façon, mais certainement sous des formes différentes et avec moins d'impact. On ne peut pas négliger entre les facteurs qui ont contribué à la déflagration et aux explosions répétées suivantes celles attribuables au Règlement sur le zone de sécurité ou « zone de dégagement ». Il est essentiel d'échanger les meilleures pratiques internationales en matière de prévention des catastrophes routières sur la base des principales expériences des calamités, en analysant tous les facteurs qui entraînent une augmentation des accidents, facteurs qui doivent être pris en compte par les gestionnaires des infrastructures routières.

[Note 1]

L'arc électrique est un phénomène qui se produit suite d'un choc qui se vérifie lorsque la tension électrique entre deux points dépasse la limite de la rigidité diélectrique; si les conditions sont opportunes se forme un plasma qui conduit la courant électrique jusqu'à ne intervient pas la protection en amont.

Pour comprendre combien est dangereux être en proximité d'un arc électrique est intéressant de citer quelques chiffres: • pression: il a été estimé qu'une personne placée à 60cm du arc associé à un arc de 20 kA est soumise à une force de 225 kg ; de plus, l'onde de pression est capable de causer des dommages permanents au tympan; • température que peut atteindre l'arc électrique: environ 7000 - 8000 °C; • bruit: un arc électrique peut émettre jusqu'à 160db, l'explosion d'une arme à feu émet 140db

[Note 2]

En Italie, les « Zones de sécurité » dépendent du type de route et, pour la catégorie d'autoroute, elles ne peuvent jamais être inférieures à 30 mètres.

En Espagne, les zones de sécurité sont égales à trois zones différentes: "zones de servitude légale", "d'affection" et "de non-construction" situées au-delà de la "zone de domaine public adjacent". Dans cette zone du domaine public adjacent, il y a de deux bandes de terre, une de chaque côté de chaussée, d'une largeur de huit mètres sur les routes à grande capacité et de trois mètres sur les routes classiques, mesurées horizontalement à partir du bord extérieur du nivellement et perpendiculairement à celui-ci. De même, la législation établit, à côté du domaine public adjacent, d'autres zones de protection, qui bien qu'elles ne soient pas propriété du gouvernement, si elles font l'objet d'une protection.

Après le domaine public adjacent, il y a les domaines suivants: servitude légale, affection et non-construction. La "zone de servitude légale" des routes se compose de deux bandes de terre, une de chaque côté de la même, délimitées intérieurement par la zone de domaine public adjacente et extérieurement par deux lignes parallèles aux bords extérieurs du nivellement, et une distance de vingt-cinq mètres sur les routes à grande capacité et de huit mètres sur les routes conventionnelles, mesurée horizontalement et perpendiculairement à partir des bords mentionnés.

Dans cette zone, les travaux ne peuvent pas être effectués et il y a seulement des utilisations compatibles avec la sécurité routière et donc avec une autorisation préalable de l'autorité compétente de l'administration routier: chaque différente utilisation ne sera pas autorisée. La "zone d'affection" des routes est constituée de deux bandes de terre, une de chaque côté de la même, délimitées intérieurement par la zone de servitude légale et extérieurement par deux lignes parallèles aux bords extérieurs du terrassement et distantes de cent mètres sur les routes à grande capacité, 50 mètres sur les routes conventionnelles et 25 mètres sur le reste des routes, mesurés horizontalement et perpendiculairement à partir des bords mentionnés.

La "zone de non construction" des routes est constituée de deux bandes de terre, une de chaque côté, délimitées intérieurement par les bords extérieurs de la chaussée et extérieurement par deux lignes parallèles desdites arêtes et distantes de cent mètres dans les routes à grande capacité, cinquante mètres dans les routes conventionnelles du réseau autonome et vingt-cinq mètres dans le reste des routes, mesurés horizontalement et perpendiculairement à partir des bords mentionnés.

En résumé, les distances des zones de sécurité sont les suivantes (correspondent aux zones de servitude légale):

- Routes à grande capacité (autoroutes, voies rapides et voies rapides): 25 m

- Routes classiques (reste du réseau): 8 m

Aux États-Unis la largeur de la « clear zone » ou « zone de dégagement » [zone de sécurité] varie en fonction du volume de trafic, de la vitesse et des talus de remblais. Les correspondances et les procédures permettant de déterminer la largeur de la zone de sécurité et elles sont décrites dans le guide de conception des abords routiers publié par l'AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Pour les voies express, les routes artérielles de vitesses élevées et les routes de desserte de rase campagne dont la vitesse de référence est supérieure à 60 km/h, des valeurs spécifiques sont données. Pour des vitesses lentes, inférieures à 60 km/h, de routes de desserte ou de routes locales : largeur minimale de 3 m. Le Guide de conception routière AASHTO fournit des conseils pour aider les agences routières à élaborer leurs propres normes et politiques afin de déterminer la largeur des Zones de sécurité le long des routes en fonction de la vitesse, du volume de la circulation, de la pente et de la courbure de la route. Mais les dimensions des bandes tampons recommandées sont basées sur une largeur d'environ 10 mètres (30 à 32 pieds) dans le cas d'un sol plat et plat adjacent à une section droite d'une autoroute avec une limite de vitesse maximale de 60 miles par heure. (96 km / h) avec un trafic quotidien moyen de seulement 6000 véhicules. Pour les pentes les plus raides sur une route à 70 km / h, l'AASHTO établit que la zone tampon est augmentée à 14 mètres (38-46 pieds), tandis que sur les routes secondaires, caractérisées par des vitesses faibles et des volumes de trafic réduits, la taille du bande de respect tombe à 2-3 mètres (7-10 pieds). Pour les courbes horizontales, AASHTO déclare que la bande de respect peut être augmentée jusqu'à 50%.

La zone de sécurité en France ont la largeur suivante selon le type de route ou d'aménagement:

4 m sur les routes existantes,

7 m en aménagement neuf,

8,50 m sur les routes à 2x2 voies limitées à 110 km/h.

Références

[1] Blasizza E.& Rotella A. (2018), Safety risk management. ISO 31000, ISO 45001, OHSAS 18001, Wolters Kluwer Italia

[2] Illiyas F.T., Mani S.K. (2018), Routine to Rare Risk – A Case Study of Firecracker Explosion Disaster in India, PLOS Currents Disasters

[3] Postle M., (2017), Study on the regulatory fitness of the legislative framework governing the risk management of chemicals (excluding REACH), in particular the CLP Regulation and related legislation Annexes I to V, European Commission

[4] Villani P. (2014), Le indagini relative alla responsabilità degli enti proprietari della strada [Les enquêtes liées à la responsabilité de propriétaire de la route], dans le livre "Indagini e rilievi nei sinistri stradali" [investigations et enquêtes sur les accidents routier], Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna

[5] Villani P. (2016), La Rete Stradale di Province e Comuni: Analisi Normativa ed Economico – Finanziaria [Le réseau routier des provinces et des municipalités: analyse normative et économique - financière], Actes du congrès "Manutenzione, Patrimonializzazione, Certificazione e Asset finanziari di valorizzazione delle strade" [Maintenance, capitalisation, certification et actifs financiers pour la mise en valeur des routes] , Chambre des députés, Roma, 20 maggio 2016

[6] Villani P. (2018), "Bologna: tutto chiaro sino ad un certo punto" [Bologne: tout est clair jusqu'à un certain point] Protecta, Roma