

L'APPORT DES SYSTEMES D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES DANS LA GESTION DES RISQUES LIES AU TRANSPORT DES HYDROCARBURES PAR PIPELINES : CAS DE L'OLEODUC HASSI MESSAOUD- HASSI RMEL (ALGERIE)

CHACHA D.¹, et MOHAMED- CHÉRIF F. Z.²

1. CHACHA Djilali, Laboratoire d'ingénierie de la sécurité industrielle et du développement durable « LISIDD » Institut de maintenance et de sécurité industrielle, université d'Oran 2, Algérie.

2. MOHAMED- CHÉRIF Fatima Zohra, École Nationale Supérieure Maritime Bou-Ismaïl, Algérie.

Résumé: Les pipelines sont un moyen de transport des hydrocarbures, ils constituent un élément majeur d'aménagement du territoire. Ce mode de transport a des atouts : transport en masse sur de longues distances et préservation de l'environnement. Certes, les pipelines sont le moyen de transport le plus sûr, néanmoins cela ne doit pas occulter les risques qui lui sont liés et dont la maîtrise passe par l'information, les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG). Cet article concerne l'extension de l'oléoduc du GPL de Hassi Messaoud à Hassi Rmel au Sahara, il s'étend sur 336 Km qui traversent plusieurs communes. Il devrait être opérationnel en 2015. Certes, il va contribuer à augmenter l'offre de la compagnie pétrolière, Sonatrach mais les enjeux en termes de vulnérabilité n'ont pas été pris en compte, l'industriel s'est contenté de l'étude de dangers. L'objectif de cette étude est de recourir au SIG pour l'estimation de la vulnérabilité. Ils permettent une approche plus complète et mieux maîtrisée de l'ensemble des risques associés aux pipelines et de leurs conséquences éventuelles, d'améliorer la prévention et de déplacer les préoccupations des gestionnaires des aléas à la vulnérabilité. Par ailleurs, combler les lacunes dues aux faiblesses dans le domaine de la cartographie et la modélisation, des outils indispensables pour la gestion des risques.

Mots clé : Risques, SIG, vulnérabilité, oléoduc, Ouargla.

THE CONTRIBUTION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN THE MANAGEMENT OF RISKS RELATED TO TRANSPORT OIL BY PIPELINE: CASE OF THE PIPELINE HASSI MESSAOUD HASSI R'MEL (ALGERIA).

Abstract: Pipelines are means of transporting hydrocarbons, they form a major part of land planning. This area of transport has advantages : mass oil transportation on long distances and the preservation of environment. Obviously, pipelines are the most secure means of transporting hydrocarbons, but this must not cover up its risks and to which the mastery of this kind of means requires Geographic Information Systems (GIS). This article deals with the extension of the LNG pipeline linking Hassi Messaoud to Hassi Rmel in the Sahara, over 336 kilometre-distance which crosses several southern municipalities. The pipeline will be operational in 2015. It will definitely contribute in increasing Sonatrach oil company's offers , but the stakes of vulnerability have not as yet been taken into consideration, industrial studies focused only on hazard risks. The aim of this study is to resourse to GIS to assess vulnerability. GIS allows a more detailed and controlled approach to face up to any risk associated with pipelines and its consequences, to improve prevention of risks and focus on deriving the managers' concerns from hazards to vulnerability. Moreover, filling the gap due to the lack of risk mapping and simulation which are important tools in risk management.

Keywords: risks, GIS, vulnerability, pipelines, Ouargla.

Introduction

Les hydrocarbures sont le pivot de l'économie algérienne. Les gisements

étant sahariens, les pipelines assurent le transport entre les lieux de production (Hassi R'mel et Hassi Messaoud) et de consommation situés au Nord (Tell) ou à

l'étranger. Un réseau de 16 200 Km de pipelines équipés de stations de pompages assure le rôle « de cordons ombilical » [1]. Les pipelines ont plusieurs atouts : aménagement du territoire, sécurité du transport, protection de l'environnement. Ces faveurs ne suppriment pas les risques liés à ce mode de transport.

Dans la panoplie des hydrocarbures, l'Algérie accorde un intérêt particulier aux produits raffinés notamment le GPL, 50% de ses exportations de pétrole et à ce titre, les pouvoirs publics envisagent d'augmenter l'offre par la construction d'un oléoduc de GPL de Hassi Rmel à Hassi Messaoud. Le tracé de l'oléoduc traverse plusieurs communes mais le problème se pose pour la ville de Zelfana et à Ouargla où sera localisé la station de pompage (Figure 1).

L'industriel, la Sonatrach sous-estime le risque et se contente de l'étude de dangers centrée sur le contrôle des aléas. Notre

objectif est de démontrer la vulnérabilité des deux communes et ceci dans le but de la réduire. Pour cela nous avons eu recours à l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (*SIG*) et selon une approche systémique. Le *SIG* n'est pas seulement un outil de cartographie ; il permet d'intégrer des bases de données de natures et de sources différentes, de révéler les interactions renforçant la vulnérabilité et de matérialiser des situations potentielles [2].

La gestion des risques industriels en Algérie présente des lacunes [3], l'image numérisée du cadastre sur laquelle figure des hachures est le principal outil de spatialisation des risques. Doit-on attendre qu'un incident majeur survienne avant d'édicter des règles d'aménagement on utilise les *SIG* afin d'établir la vulnérabilité des communes traversées par cet oléoduc (Figure 1).

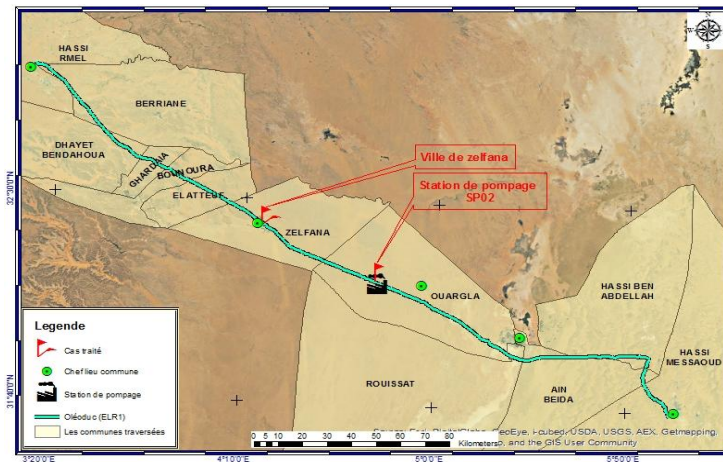


Figure 1: Localisation du tracé de l'oléoduc de GPL

1. Le transport par canalisation

C'est un maillon essentiel dans la chaîne de transport des hydrocarbures

1.1. Les oléoducs

Ce sont des infrastructures de transport et d'aménagement du territoire

Les pipelines assurent le transport de pétrole, de produits raffinés et de gaz naturel sur de longues distances, un mode de transport massif, ils sont également les vecteurs de l'accès à l'énergie, donc des infrastructures de transports et d'aménagement du territoire.

Les risques directs que présentent les oléoducs pour l'environnement sont relativement faibles. Cependant, ils existent, en particulier ceux liés aux fuites et aux ruptures. Il sera toujours difficile d'établir des niveaux de risque acceptables mais il importe de choisir des tracés

d'oléoduc qui évitent les zones vulnérables.

1.2. Les risques liés au transport par oléoducs

Les principaux risques sont ceux d'une rupture de la canalisation ou d'une fuite. Cependant les mesures qui entourent les canalisations rendent aujourd'hui cette probabilité extrêmement faible. Le principal danger provient des agressions humaines du fait des activités industrielles ou rurales ou de tiers en général à proximité de la canalisation. Les ruptures d'oléoduc ne sont pas rares. En Amérique du Nord, deux accidents récents, en juillet 2010 dans la rivière Kalamazoo, près de Marshall (Michigan) et l'autre, au nord de la rivière de la Paix (Alberta) en 2011, ont entraîné respectivement le déversement de plus de 3 000 et 4 000 mètres cubes (m³) de pétrole [4].

La fuite ou la rupture d'une canalisation peut entraîner différentes conséquences: une pollution de l'environnement, une explosion, un incendie déclenché par l'inflammation du produit.

Afin d'éviter ces risques différentes mesures de prévention sont prises : études multiples (géologiques, de dangers ...) réalisées par l'exploitant avant la construction du pipeline ; visites et surveillance régulières par l'exploitant (surveillances aérienne et pedestre) ; élaboration d'un Plan de Surveillance et d'Intervention (PSI) par chaque exploitant en liaison avec les services de l'État ; réglementation de l'aménagement dans les zones à proximité de la canalisation ; information de la population et signalisation visuelle le long du tracé du pipeline.

1.3. Étude du cas de l'oléoduc de GPL qui relie Hassi Rmel à Hassi Messaoud

L'oléoduc de GPL a une longueur de 336 Km de Hassi Messaoud à Hassi Rmel, il est connecté à une station de pompage à Ouargla (Figure 1), il devrait être opérationnel en 2015 et permettra d'accroître la capacité de 9 à 15 millions de tonnes annuellement.

Les communes ayant une densité de population élevée sont plus vulnérables, elles encourent un risque plus grand dans le cas d'un accident pouvant survenir au niveau du tronçon qui les traverse. C'est le cas des communes de Zelfana et Ouargla.

Le tracé de l'oléoduc passe à proximité de la ville de Zelfana (Figure 1) qui s'étend sur 2 220 km² et compte 10 161 habitants (recensement de 2008) pour une densité de 4,58 habitants par km² et à Ouargla 133 024 habitants, la base de vie abrite 100 employés.

Cette vulnérabilité a conduit notre choix pour établir un SIG aux niveaux des deux sites et de montrer qu'il y a d'autres alternatives pour ce tracé.

2. Représentation spatiale des risques

2.1. Le Système d'information géographique pour croiser l'aléa et la vulnérabilité

Le recours aux Systèmes d'Information Géographique (SIG) permet d'intégrer des bases de données de natures et de sources différentes, de révéler les interactions renforçant la vulnérabilité et de matérialiser des situations potentielles[5]. La superposition des données sur la vulnérabilité et les zones d'effet prévisible des aléas fournit une lecture directe du risque comme conjonction d'un aléa et de la vulnérabilité

des populations et des territoires exposés. C'est un outil indispensable à la gestion du risque, en matérialisant des situations potentielles il «rend visible l'invisible»[6].

Dans notre cas, il va nous servir aussi à évaluer la fiabilité du tracé de l'oléoduc. Le graphe 1 résume les étapes à suivre pour l'élaboration du SIG.

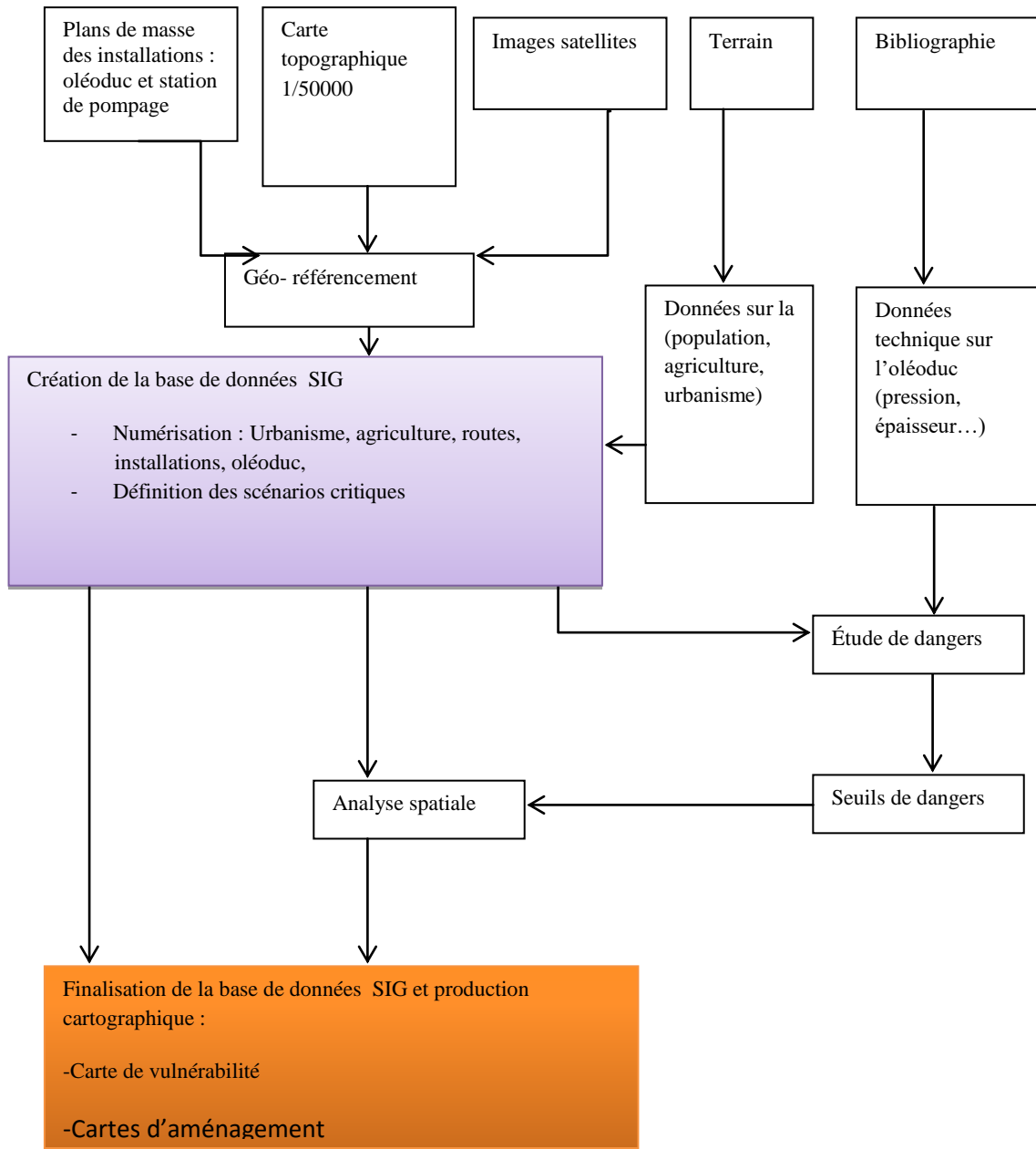


Figure 2 : Méthodologie pour la conception du SIG et des cartes de la vulnérabilité.

2.2. La production cartographique : identification des zones vulnérables

Afin de saisir les enjeux, il nous paraît nécessaire de rappeler la définition des concepts utilisés dans le domaine des risques:

L'aléa est une menace potentielle d'origine naturelle, technologique ou civile qui pèse sur l'homme, ses biens ou sur l'environnement. Il s'exprime généralement sous forme de probabilité d'occurrence d'un événement et intègre à la fois son intensité, sa fréquence et son étendue[7].

La vulnérabilité est l'exposition de l'espace à un aléa et à ses effets dommageables[8].

Le risque est fonction du sujet d'étude, de l'aléa et de la vulnérabilité. Cela peut se formuler comme suit : (risque = aléa x vulnérabilités). Il exprime la potentialité d'un événement[8].

En Algérie, l'outil de gestion des territoires à risques c'est les Plan de préventions des risques technologiques(*PPRT*). Ils permettent d'instaurer des restrictions sur l'urbanisation future autour des sites, sous forme d'interdictions ou d'autorisations avec respect de prescriptions et de

visualiser le danger. En général les responsables algériens (l'industriel et les autorités municipales) focalisent leur attention sur le zonage établis par l'étude de danger donc sur l'aléa. L'absence de cartographie par des *SIG* ne leur permet pas de simuler des scénarios afin d'évaluer la vulnérabilité. Nous proposons de construire une grille de lecture fondée non plus sur l'aléa, mais sur la vulnérabilité, dont l'objectif est de l'atténuer. La vulnérabilité mesure les dommages provoqués par l'aléa en cas de réalisation de celui-ci. Elle est caractéristique des enjeux, constituées par l'existence des personnes, des habitations et des infrastructures susceptibles de subir des dommages. On doit prendre en compte la vulnérabilité humaine (victimes), socio-économique (destruction de bâtiments, coupure de routes...) et environnementale. Dans le cadre de cet article, on se basera sur la vulnérabilité des enjeux et notamment humaine puisque la densité de population est considérée comme l'un des principaux facteurs aggravants dans le cas d'un accident.

Si nous prenons l'exemple d'un scénario d'un incident lié à une fuite de GPL au niveau de l'oléoduc, il va déclencher un incendie. Le *SIG* permet d'identifier et de quantifier les cibles d'un

accident et d'évaluer les vulnérabilités en fonction du phénomène physique engendré [6].

L'évaluation de conséquences d'accidents probables est réalisée à l'aide de l'outil de simulation PHAST 6.54 (Process Hazard Analysis Software Tool) développé par DNV (Det Norsk Veritas). Les résultats sont représentés sous forme de graphes de dispersion et de rapports.

On s'est basé sur l'approche méthodologique classique pour la production cartographique [6] ; [9], par le

biais du logiciel *ARCGIS* et une base de données *SIG* pour visualiser la vulnérabilité et proposer les variantes de contournement de l'oléoduc.

Lorsqu'un feu se propage les radiations thermiques s'atténuent en fonction de la distance et de la vitesse de propagation et dans ce cas la spectroscopie de la vulnérabilité au niveau de la ville de zelfana se présente selon 4 profils (Figure 2)

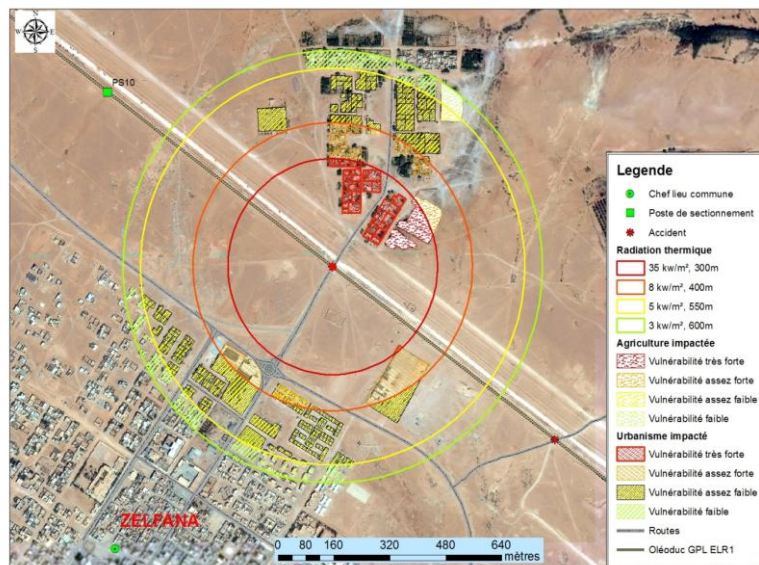


Figure 3 : La vulnérabilité territoriale de la ville de Zelfana

Vulnérabilité très forte : à une vitesse de 37.5Kw/m^2 la vulnérabilité s'étale jusqu' à 300 mètres. Ce niveau correspond à la phase létale donc décès des personnes

exposées à ce niveau de radiation, dans notre cas, il y a 36 ménages. L'intensité des effets justifie qu'aucun bâti ne soit autorisé dans cette zone, ce n'est pas le

cas. Pour les terrains agricoles qui sont vulnérables, il faut tenir compte que l'incident peut survenir au moment où les paysans sont en train de travailler leurs parcelles, donc il y a des enjeux humains.

Vulnérabilité assez forte : à une vitesse de 12.5Kw/m^2 la vulnérabilité s'étale jusqu' à 400 mètres, elle génère des brûlures de second degré. Les personnes demeurant à l'extérieur des bâtiments sont atteintes significativement. Par contre, celles qui y sont abritées sont épargnées.

Dans notre cas le bâti, est touché ainsi que les agriculteurs, puisque l'incendie touche les terrains agricoles mitoyens de l'oléoduc.

Vulnérabilité assez faible : à une vitesse de 8Kw/m^2 , la vulnérabilité s'étale jusqu' à 550 mètres, seuil des effets domino correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures. En conséquence, les constructions ne seront autorisées que sous réserve de l'application de dispositions constructives et qu'elles n'augmentent pas la densité de la population. Le bâti existant sera, quant à lui soumis à des mesures tel que le double vitrage pour éviter les blessures des personnes par projections de brises de vitres. Plusieurs habitations seront touchées. Pour ce type de vulnérabilité, on devrait l'estimer par îlots.

Dans notre cas, on est limité du fait que le bâti n'est pas recensé sur le cadastre, donc il n'existe pas de documents qui pourront servir de support pour les opérations d'expropriation et d'indemnisation.

Vulnérabilité faible : à une vitesse de 4Kw/m^2 , la vulnérabilité s'étale jusqu' à 600 mètres, les dangers pour la vie humaine sont dus aux effets indirects. La surface agricole est épargnée.

Si nous prenons en compte la vulnérabilité globale, les enjeux humains sont importants : 30 ménages en zone létale et 200 habitations pour les autres seuils et l'agriculture(essentiellement des dattiers) sera dommageable à hauteur de 7 hectares. La surface totale est de 140 hectares soit 5%.

Pour le cas de la commune d'Ouargla, si on considère le même scénario, un incident au niveau de l'oléoduc de la même ampleur que celui de Zelfana. La vulnérabilité du territoire s'étend de la base de vie à la station de pompage (Figure 4). Certes selon un gradient hiérarchique, néanmoins, il ya lieu de souligner que les enjeux humains et économiques sont importants : 100 personnes résident de manière permanente au sein de la base de vie et la station de pompage coûte 20 million de dollars.

L'intérêt de la cartographie est qu'elle permet aux décideurs de trancher entre le choix d'un parcours d'un oléoduc plutôt qu'autre en

fonction de la vulnérabilité du territoire.

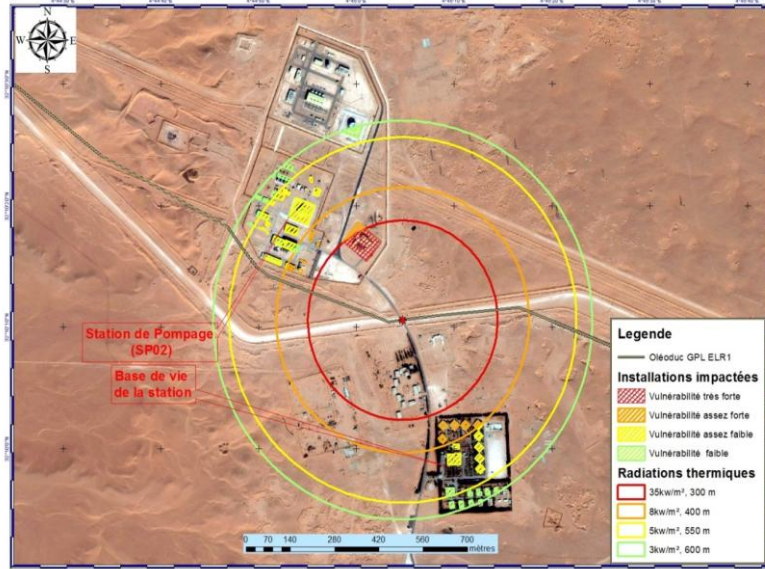


Figure 4 : la vulnérabilité de la commune d'Ouargla

Propositions d'aménagement : nous proposons d'autres alternatives pour modification du tracé de l'oléoduc à Zelfana et Ouargla.

nous proposons d'autres alternatives pour le tracé de l'oléoduc (Figures 5, 6 et 7) en accordant la priorité aux enjeux humains.

Si on tient compte de la vulnérabilité territoriale au niveau des deux communes,

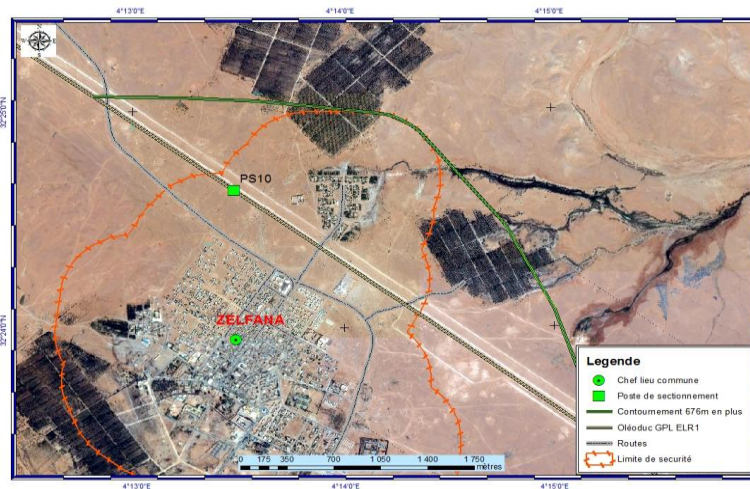


Figure 5 : Proposition d'un nouveau tracé de l'oléoduc à Zelfana

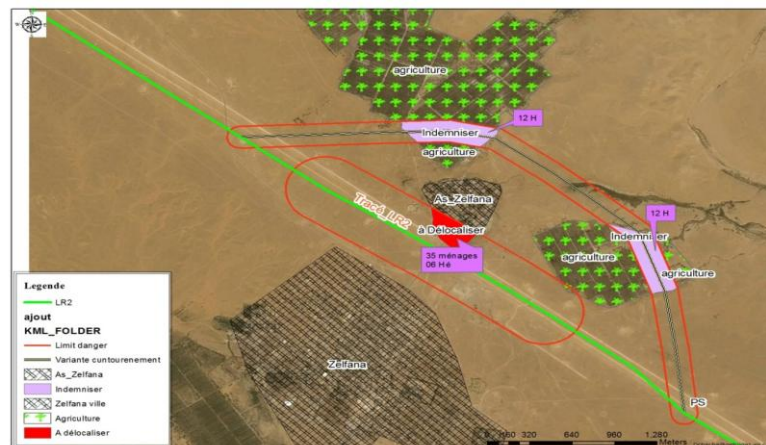


Figure 6 : Les délocalisations et les terrains agricoles à indemniser à Zelfana



Figure 7 : Proposition d'un nouveau tracé de l'oléoduc à Ouargla

Le tracé de l'oléoduc ne doit pas suivre les corridors de transport déjà établis, mais tenir compte de la vulnérabilité qui peut revêtir différentes formes (humaine, matérielle, environnementale). Dans le cas de Zelfana, nous proposons un rallongement du tracé de 676 mètres afin de contourner le bâti et donc on privilégie l'option de réduire la vulnérabilité

humaine. Certes, ce contournement se fait au détriment de l'agriculture puisque dans le cas où l'oléoduc passe par le tracé initial les zones agricoles vulnérables sont évaluées à 5%, par contre, dans le cas de contournement il touchera 24h/140h soit 17% de la superficie totale.

Cette proposition doit être obligatoirement accompagnée par des mesures d'indemnisation pour les agriculteurs et la délocalisation des habitations qui sont situées dans les seuils de danger (Figure 6).

Pour la commune d'Ouargla il faut prolonger le trajet de l'oléoduc de 100 mètres afin d'éviter les deux cibles exposées au risque, la base de vie et la station de pompage (Figure 7).

Conclusion

L'Algérie doit relever ce défi : concilier le transport des hydrocarbures par pipelines avec la sécurité et l'aménagement du territoire. Les moyens de prévention mis en place, les plans de prévention du risque (PPR) ne sont pas à la hauteur des enjeux. La politique de zonage ne suffit pas à évaluer la vulnérabilité territoriale.

Intégrer le risque dans l'aménagement permet d'identifier l'organisation spatiale la moins vulnérable. L'élaboration d'une base de données localisée adaptée aux risques technologiques majeurs et son exploitation par un système d'information géographique permet d'établir une typologie des zones à risques, basée sur le couple accident vulnérabilité et d'élaborer des cartes de synthèse, donc offrir des choix pour le tracé de l'oléoduc.

Le tracé de l'oléoduc traverse plusieurs communes, il passe à 500 mètres des habitations à Zelfana, à proximité d'une base de vie, de la future station de pompage à Ouargla et de terrains agricoles. L'utilisation des SIG a démontré qu'il existe d'autres alternatives pour le trajet de cet oléoduc.

Références bibliographiques :

- [1] **Transports et Canalisation** : des défis et des ambitions, *Revue Énergie et Mines*, Ministère de l'Énergie et des Mines, numéro 8, janvier 2008, Alger.
- [2] **D'Ercole R., Metzger P.** : La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain. *Cybergeog : European Journal of Geography* ; 2009. [En ligne]. Disponible sur : <http://cybergeog.revues.org/22022> (consulté le 11/11/2014).
- [3] **Mohamed- Chérif F Z., Elrabaya M.** : Exploitation de la télédétection et des SIG pour la cartographie des risques industriels du dépôt pétrolier du Carroubier d'Hussein Dey (Alger). *International Congress on Telecommunication and Application'12*, université de Béjaia. (Algérie). 2012.
- [4] **Tim W.** : Les oléoducs : considérations environnementales, Service d'informations et de recherches

parlementaires, Bibliothèque
départementale, Canada, publication
numéro 37 F, 2012.

[5] **Chesneau E.** : Proposition pour une
cartographie du risque. *Bulletin du Comité
Français de Cartographie*. Paris
(France).n°181, 2004 :50-70

[6] **Propeck-Zimmermann E.** : Risques
technologiques majeurs : Concertation et
communication à l'aide de la carte
Préventive sécurité ;2002 ; 8 pages.

[7] **Cornélis B. & Billen R.** : La
cartographie des risques et les risques de
la cartographie, in Hupet P. (ed.), Risque
et systèmes complexes : Les enjeux de la
communication, Volume. 2, Bruxelles,
2001 : 207-222.

[8] **Propeck-Zimmermann E., Saint-
Gerand T., Bonnet E.** : Probabilités,
risques et gestion territoriale : champs
d'action des PPRT, *Revue Géocarrefour*,
2007, volume 82, 65-76.

[9] **Veyret Y., Reghezza M.** : Aléas et
risques dans l'analyse géographique,
Annales des mines ; 2005:61-89.