

LA REPARTITION SPATIALE DES ENJEUX VULNERABLES AUX RISQUES INDUSTRIELS DANS LA DAÏRA DE SKIKDA (ALGERIE): UN ESSAI DE BILAN CARTOGRAPHIQUE.

BOULKAIBET AISSA, BENMISSI HCENE

Université des Frères Mentouri Constantine 1, Algérie

Reçu le 17/01/2018 – Accepté le 07/05/2018

Résumé

L'implantation des activités à risque dans la plupart des villes littorales en Algérie menace la vie humaine et l'environnement en général. Après les accidents survenus, notamment l'accident du 19 janvier 2004, dans le complexe de liquéfaction du gaz naturel à Skikda, le risque industriel est devenu une réalité d'où les acteurs impliqués dans leur gestion cherchent des outils pour le gérer. L'objectif de ce travail réalisé avec l'outil SIG (système d'information géographique) est de dresser une cartographie du danger engendré par l'activité industrielle à SKIKDA, car la carte est un moyen de représenter le risque et tracer ses limites. Ce travail pourra aider les décideurs locaux d'entreprendre des mesures adéquates dans toute action d'aménagement du territoire.

Mots clés : la ville, risque industriel, la carte, SIG, cartographie du danger, aménagement du territoire.

Abstract

The establishment of risky activities in most coastal towns in Algeria threatens human life and the environment in general. After the 19th of January 2004 accident in the natural gas liquefaction complex in Skikda, industrial risk has become a reality from which the actors involved in their management are looking for tools to manage it. The map is a way of representing risk and tracing boundaries. The objective of this work realized with the GIS tool is to map the danger created by the industrial activity at SKIKDA in order to help local decision-makers to take appropriate measures in any spatial planning action.

Keywords: towns, industrial risk, the map, GIS, map the danger, spatial planning.

المخلص

إن التوطن الصناعي في أغلب المدن الساحلية في الجزائر أدى إلى تهديد حياة السكان بصفة خاصة و البيئة عامة. فبعد حادثة 19 جانفي 2004 في مركب تمييع الغاز بسكيكدة أصبح مشكل الأخطار الصناعية حقيقة تتطلب تدخل الفاعلين الأساسيين للإيجاد حلول لها. فالخريطة تعتبر وسيلة فعالة في إظهار هذه الأخطار و في تمثيل حدودها. إن هدف هذه الدراسة هو رسم خريطة الأخطار الناجمة عن النشاط الصناعي في منطقة سكيكدة وهذا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية, من أجل مساعدة صناع القرار المحليين لاتخاذ التدابير المناسبة في أي عملية تهيئة مجالية.

الكلمات المفتاحية: المدينة, الأخطار الصناعية, الخريطة, نظم المعلومات الجغرافية, خريطة الأخطار, التهيئة المجالية.

I. INTRODUCTION :

À partir des années 1970, l'Algérie a opté pour un modèle économique basé fondamentalement sur l'industrie pétrochimique. C'est un choix stratégique qui a engendré, l'installation des activités à risque, aux alentours d'importantes agglomérations littorales, telles que : Alger, Skikda, Arzew, Bejaia, Annaba, etc. Le choix des sites d'installation des zones industrielles

représente souvent une menace pour l'environnement en général, (pollutions consommation de vastes terrains à haute potentialité agricole) et pour la population en particulier (notamment la population qui est concentrée à proximité et autour des zones industrielles).

Ces dernières années, plusieurs accidents industriels ont été signalés en Algérie. La plus grande catastrophe a été recensée au niveau de la Wilaya de

Skikda (le 19/01/2004), dans le complexe GNLK1 causant, ainsi, 27 morts, 74 blessés [1] sans compter les dégâts matériels. L'ampleur de la déflagration et le souffle, que l'accident a provoqué, ont été ressentis à plus de 4 km du complexe. En 2005, on a enregistré une succession d'accidents qui ont touché les unités de la plate-forme de Skikda, notamment, les feux de bacs de brut.

Depuis ces accidents, le problème des risques industriels intervenant dans des zones connaissant une urbanisation rapide, est devenu très inquiétant et suscite un grand intérêt pour les chercheurs scientifiques, les responsables de la planification urbaine et de l'aménagement du territoire, etc. L'Etat algérien a décidé de prendre en charge le problème des risques industriels, dans ce contexte, elle a promulgué une série de lois et de décrets. Parmi ces mesures, la loi 04/20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. Par ailleurs plusieurs décrets ont vu le jour comme le décret exécutif n°06-198 définissant les établissements classés présentant des risques technologiques majeurs, et le décret n° 07-144 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Analyser les catastrophes du point de vue urbanistique veut dire se pencher sur l'évolution spatiale de la ville de Skikda, où l'industrialisation s'est développée au même titre que l'urbanisation le plus souvent au détriment des meilleures terres agricoles. Dans ce contexte, c'est la problématique générale de la régulation des processus d'urbanisation dans les zones à risque. Il est donc indispensable de prendre en compte l'étude des risques industriels dans les outils d'urbanisme et d'aménagement (POS et PDAU). Par ailleurs, la création d'une carte de danger doit être considérée comme un outil d'aménagement et de négociations entre les différents acteurs impliqués dans la gestion des risques majeurs.

Pour mieux gérer les risques industriels à Skikda, nous avons réalisé une série de cartes. Ce sont des documents de références car, la cartographie réalisée dans le cadre de cet article peut être utile pour les planificateurs et elle peut, même, être utile dans toutes les phases de la planification urbaine de notre zone d'étude.

L'objectif de réaliser ces différentes cartes réside, aussi, dans la volonté de sensibiliser les divers acteurs, gestionnaires et décideurs politiques ainsi que la population locale par rapport à l'existence du danger auquel la société civile est quotidiennement exposée.

Face à ces constats, nous jugé pertinent le choix de l'utilisation de la cartographie comme moyen d'analyse du phénomène. Car les cartes sont considérées « parmi les outils mise en place pour connaître et

maîtriser les risques potentiels sur un territoire » [2]. Elles sont des « supports techniques d'aide à la décision, en concertation avec les acteurs qui, au quotidien, sont chargés de la gestion des risques, permet de faire progresser la réflexion et la connaissance du risque » [3].

1- RISQUE ET CONCEPT :

Au niveau mondial, la mobilisation autour de la question du risque est née suite à une série d'accidents, particulièrement ceux des années 80 qui ont ravagés des territoires entiers citons, en l'occurrence, Mexico, Bhopal et Tchernobyl. Cette prise de conscience est à l'origine de la création de certains concepts et principes qui guident aujourd'hui les politiques de la gestion du risque industriel, notamment la culture de sécurité, la gestion des crises et la politique de prévention dont la carte est un outil important dans cette politique surtout que l'un de ses axes est la maîtrise de l'urbanisation autour des sites à risques majeurs et cela ne peut s'effectuer de façon optimale qu'à travers les documents d'urbanisme qui prennent en compte les limites du danger tracé sur un support cartographique.

La particularité probabiliste, imprévue et soudaine d'un accident industriel a rendu l'analyse du risque un processus complexe. Dans ce contexte, des chercheurs de différentes disciplines se sont penchés sur cette thématique à l'instar de GLATRON.S qui a défini le risque comme « un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion de caractère majeur en relation avec le développement incontrôlé d'une activité industrielle, entraînant un danger grave pour l'homme ou pour l'environnement, que cet événement soit immédiat ou différé et que le danger soit interne ou externe à l'établissement » [4].

De même, Elise BECK a défini le risque par la formule suivante : « $R = f(A, V)$: Où R est le risque, A l'aléa, V la vulnérabilité des éléments exposés, f une fonction considérée comme un produit par certains chercheurs....., une combinaison....., dans.... voire une superposition ou une convolution par d'autres..... Ces différences de définitions de la fonction reliant aléa et vulnérabilité sont dues à des approches pluridisciplinaires et à des outils d'analyses des risques variées » [5].

La réglementation algérienne donne une définition plus générale et ce, à travers la loi 04/20 qui définit « les risques majeurs, toute menace probable pour l'homme et son environnement pouvant survenir du fait d'aléas naturels exceptionnel et/ou fait d'activité humaine » [6].

On peut dire que la notion de risque « une notion composite. Il n'est plus, en effet, considéré comme une simple probabilité. Le risque intègre plusieurs composantes, celle des aléas, des vulnérabilités et plus récemment des résiliences » [7].

Cependant, la prise en compte de la notion de vulnérabilité est récente, « la gestion du risque a longtemps été focalisée sur la maîtrise de l'aléa » [8]. Une quantité de définitions de la vulnérabilité ont été proposées par les géographes et les autres disciplines

depuis des années, le terme vulnérabilité désigne la sensibilité, susceptibilité des enjeux par rapport à l'aléa. Le degré de la vulnérabilité des enjeux est déterminé à partir des distances métriques de la source de danger.

La gestion des risques, impose la prise en compte de ces composants avec leurs spécificités, « la gestion des risques repose sur l'analyse de l'espace en tant que système spatial complexe exposé à des aléas naturels et technologiques.... La vulnérabilité de ce système spatial s'exprime en termes de conséquences potentielles de ces aléas sur la population, le tissu bâti, les infrastructures, l'environnement, et le système socio-économique » [9]. Par conséquent, « une gestion efficace des risques sur un territoire nécessite d'évaluer de façon intégrée les conjonctions des différents paramètres d'aléas mais aussi de vulnérabilités » [10].

Pour réaliser une carte de risque il est important de procéder à la superposition du facteur aléa, représenté sous forme de probabilité (en l'occurrence : un accident) et les éléments vulnérables d'un territoire donné (à savoir les personnes, biens, équipements, environnement). Cette superposition détermine les zones dans lesquelles, les décideurs peuvent intervenir de différentes façons. Ils peuvent- y réglementer l'urbanisation et interdire l'implantation d'infrastructures sensées accueillir la population civile.

Dans ce contexte, les éléments qui constituent le risque rendent le processus de production des cartes de danger comme un processus complexe dans lequel, les éléments mentionnés ci-dessus se chevauchent (inventaire complet de toutes les sources de risque et les éléments exposés les plus sensibles).

La cartographie du risque a évolué selon plusieurs périodes. Au début, elle était limitée aux risques naturels (incendies de forêt, tremblements de terre, glissements de terrain, inondations, avalanche). La plupart des cartes réalisées traitaient les risques naturels. « Un grand déficit en documents cartographiques caractérise les risques technologiques... cependant, depuis le début des années 1990, leur cartographie est introduite progressivement » [11].

L'avènement de la nouvelle technologie de l'information et de la communication (TIC) et principalement « avec la diffusion dans nos sociétés des techniques de cartographie assistée par ordinateur, des banques de données géographiques et des systèmes d'information géographique, on assiste à une vulgarisation de la cartographie et de l'analyse géographique » [12]. En effet, l'implication de nouveaux outils, comme le système d'information géographique (SIG), dans la réalisation des cartes géographiques a fortement participé au développement de la cartographie des risques. « Un SIG est fondamental pour comprendre la spatialisation du risque, la répartition des zones d'aléas et de vulnérabilité » [13]. C'est dans ce sens que nous avons choisi l'utilisation des SIG dans notre analyse des risques industriels dans la région de Skikda. De plus, le SIG est un outil qui va nous permettre (par ses

fonctionnalités) d'avoir une vision complète et pertinente du risque industriel avec la constitution d'une base de données utile à la gestion de celui-ci.

2- PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE

Notre zone d'étude est située dans la wilaya de SKIKDA (Nord-Est algérien), constituée d'un ensemble de trois communes (la commune de Skikda, Hammadi Krouma et Filfila) couvrant une superficie de 148 km². La Daïra de Skikda, initialement une zone d'activité agricole avant 1970, puis une région industrielle organisée autour d'une plate-forme pétrochimique. Cette région se trouve enclavée par un ensemble de contraintes naturelles, qui sont essentiellement des montagnes. Les terrains plats se localisent principalement dans la partie centrale de la Daïra. Ces terrains sont occupés par la zone industrielle, l'agglomération de Skikda et celle de Hammadi Krouma (fig.1).

La zone industrielle, réalisée en 1971, est considérée comme le deuxième pôle industriel en Algérie dans le domaine de la pétrochimie après Arzew, s'étend sur une superficie de 1 270 hectares avec 12 000 travailleurs. La plate-forme industrielle est basée sur le traitement des hydrocarbures. En effet, l'industrie pétrochimique occupe près de 50 % de la zone industrielle. Elle est constituée de complexes spécialisés dans le traitement du gaz naturel et du pétrole et d'un port spécialisé affecté aux exportations des dérivés d'hydrocarbures. Cette plate-forme regroupe principalement les installations suivantes :

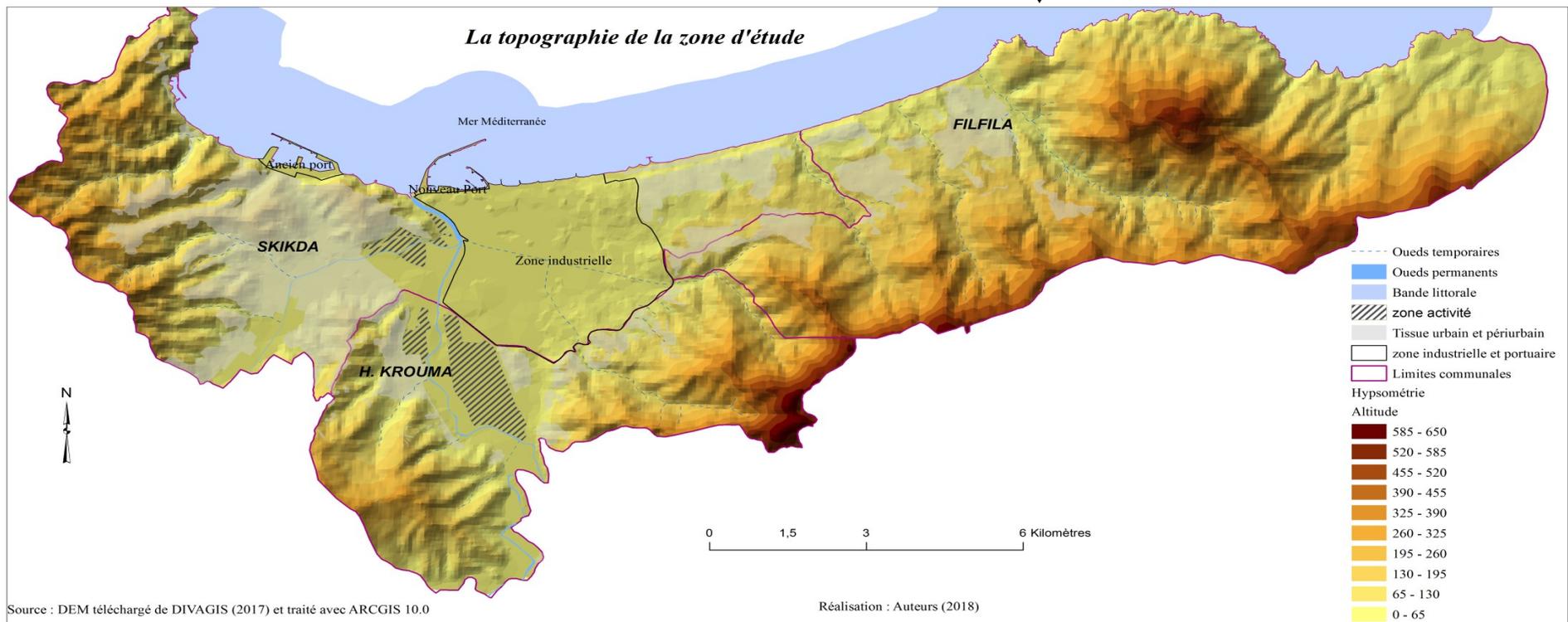
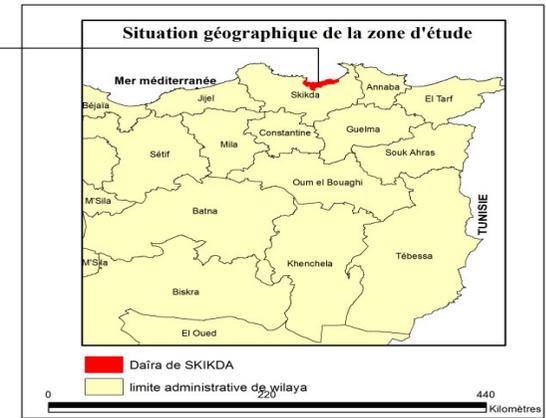
- deux complexes de raffinage : RA1K et RA2K;
- deux complexes de liquéfaction de gaz naturel: GNL1K (arrêt provisoire d'activité) et GNL2K;
- une unité de transport par canalisation des hydrocarbures (RTE);
- un complexe des matières plastiques (CP1K);
- une entreprise nationale de distribution et de production de gaz (ENGI);
- une unité de production de polyéthylène (PEHD);
- une centrale thermique électrique (CTE).

D'après la réglementation (le décret exécutif 06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement), les unités de la zone industrielle sont classées selon la gravité de leur danger en catégorie AM (installation soumise à autorisation ministérielle). Selon le décret exécutif 06-161 du 17 mai 2006, déclarant la zone industrielle de Skikda zone à risque majeurs, y compris le domaine portuaire des hydrocarbures.

La particularité de cette zone industrielle est qu'elle est implantée au cœur d'un tissu urbain sur la plaine de Ben M'Hidi, dont la population urbaine représente 256 886 habitants en 2008 et se répartie sur trois communes [13].

LA REPARTITION SPATIALE DES ENJEUX VULNERABLES AUX RISQUES INDUSTRIELS DANS LA DAÏRA DE SKIKDA (ALGERIE): UN ESSAI DE BILAN CARTOGRAPHIQUE.

Figure N°:1



Source : DEM téléchargé de DIVAGIS (2017) et traité avec ARCGIS 10.0

Réalisation : Auteurs (2018)

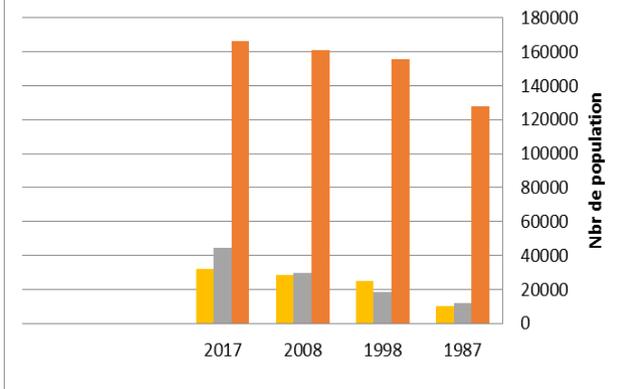
LA REPARTITION SPATIALE DES ENJEUX VULNERABLES AUX RISQUES INDUSTRIELS DANS LA DAÏRA DE SKIKDA (ALGERIE): UN ESSAI DE BILAN CARTOGRAPHIQUE.

L'implantation de ce pôle pétrochimique dans la Daïra de Skikda a engendré un grand changement fonctionnel de l'espace: les espaces à vocation agricole sont devenus urbano-industriels et l'espace urbain se trouve avoisinant d'une zone industrielle à risque majeur mettant en danger un grand nombre de personnes.

On peut dire que la zone industrielle a une retombée économique nationale indiscutable, mais sur certains aspects locaux, elle a des conséquences relativement négatives :

- Le territoire a connu une forte croissance démographique qui demeure très élevée par rapport à celles enregistrées dans les autres régions de la wilaya. La Daïra de Skikda, depuis la création la zone industrielle, est devenue un pôle attractif d'un flux d'immigration très important, l'installation des migrants dans la région a atteint son maximum entre 1966 et 1977. La population de la Daïra de Skikda est doublée dans une période de 20 ans, passée de 103300 habitants en 1977 à 256 886 habitants en 2008 soit une augmentation de 153586 habitants (fig.2).

figure 2: Évolution de la population dans la Daïra de Skikda entre 1966-2017

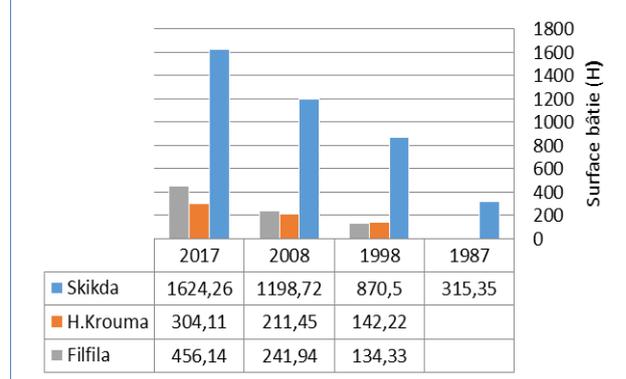


- Etalement urbain anarchique et consommation abusive du foncier: Le fléau migratoire et l'accroissement naturel ont engendré une forte demande en matière de logement, c'est pourquoi malgré les grands programmes entrepris à la périphérie des agglomérations principales sous formes de zones d'habitat urbaines nouvelles (ZHUN), l'habitat informel s'est propagé à proximité de la zone industrielle, notamment dans les zones éparses qui sont devenues plus tard des zones périurbaines (cité Bouabaz, H.Hammoudi, plateau de Massouna, Mchta lagwat, Larbi Ben M'hidi). (fig. 4 et 5)

L'espace urbanisé est passée de 210 hectares en 1972 à une superficie estimée de 2384 hectare en 2017 (fig.6). L'extension urbaine a été faite principalement sur les espaces agricoles de la vallée du SafSaf, et ce de façon spontanées, multidirectionnelle et discontinue (fig.7).

L'appropriation spontanée de l'espace et la façon de gérer le foncier urbain qui s'est faite en dehors de tout contrôle et de toute intervention administrative, a favorisé une urbanisation anarchique franchissant les sites industriels

figure 6: Évolution de l'espace bâtie dans la Daïra de Skikda entre 1987-2017



à risques majeurs. Cette situation trouve au moins en partie son explication dans le manque de la prise en compte de la question du risque industriel dans les plans d'aménagement du territoire.

Cet état de fait montre l'importance de réaliser une cartographie des zones exposées aux risques industriels de la région de Skikda, dont l'objectif est la protection de la population avoisinante le pôle pétrochimique et mettre à la main des acteurs locaux un outil pour maîtriser l'urbanisation autour de ce site à risque majeur.

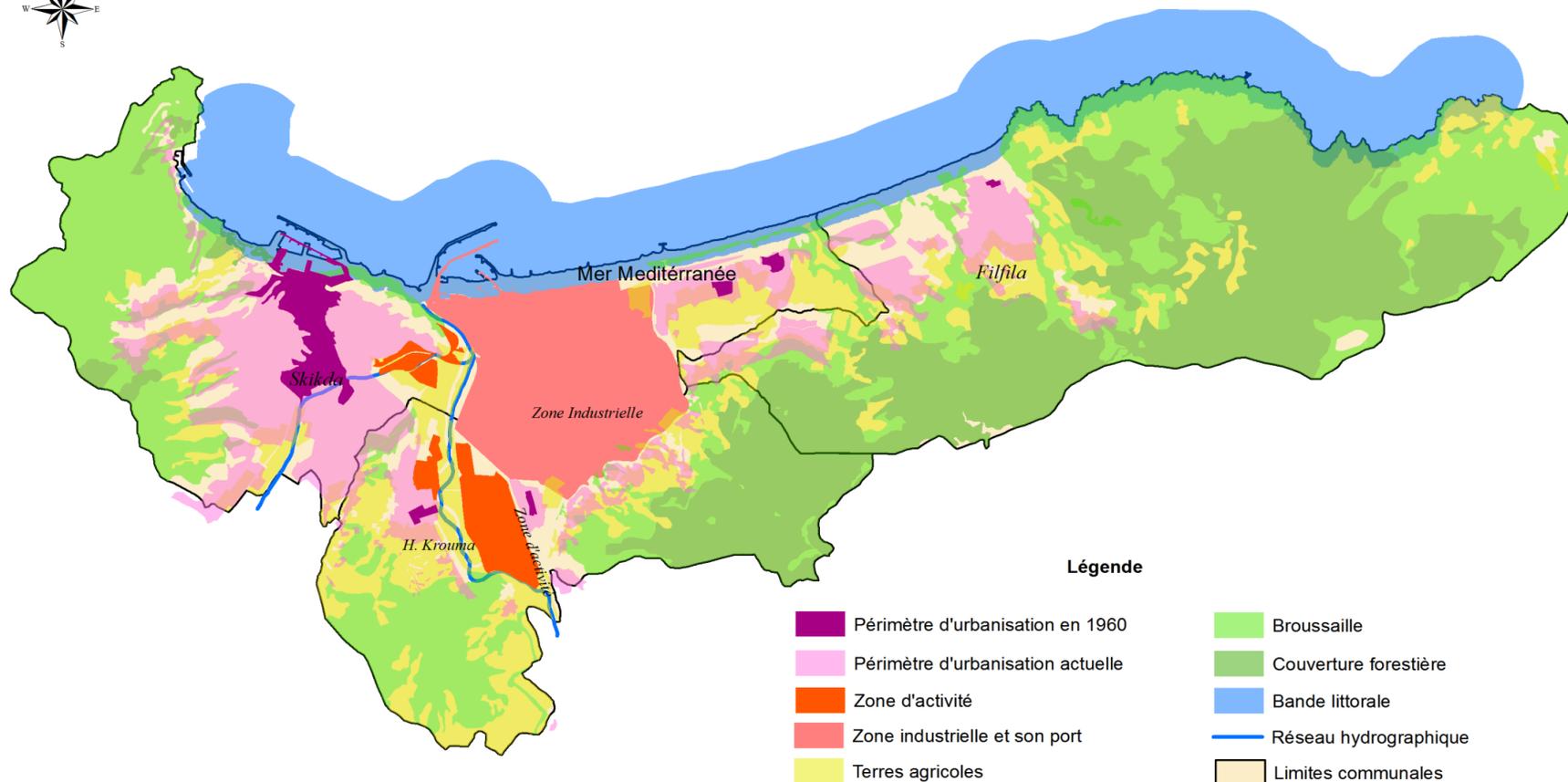
3 - METHODOLOGIE

La méthodologie adoptée dans la construction d'un SIG consiste d'abord d'établir une liste d'informations concernant la source d'aléas et les enjeux vulnérables, et de les intégrer ensuite dans une base de données. Sachant que peu de données étaient disponibles sur la thématique du risque industriel dans notre cas d'étude, ajoutant le problème de la confidentialité d'informations relatives aux unités productives. Les données recueillies pour construire la base de données sont collectées de différentes administrations publiques. Nous avons constaté que les sources et le type variés des données représentées sous différents formats rasters, vecteur et des données alfa-numériques (les plans de découpage en districts du recensement, carte topographique, images satellites, plans Autocad...) aboutissent à une importante hétérogénéité des échelles géographiques et de la précision de données. Ce qui nous a obligé de procéder à :

- ✓ des corrections et des changements de formats ;
- ✓ mettre une référence spatiale unique pour homogénéiser les échelles de différents supports cartographiques afin de permettre une superposition des couches d'information (nous avons utilisé le système de coordonnées projetées UTM- WGS 1984 Zone 32N) ;
- ✓ vérification et validation des données statistiques (le nombre de populations et de constructions, nombre d'élèves dans chaque établissement scolaire, données de circulation routières...).

Figure 3:

Artificialisation de l'espace par l'urbanisation et l'industrialisation entre 1960 et 2017 dans la Daïra de Skikda



Source: Carte topographique 1960 IGN Philippeville (Skikda), PDAU intercommunal 2015 et Image satellite 2015

Réalisation: auteurs (2017)

0 0,5 1 2
Kilomètres

LA REPARTITION SPATIALE DES ENJEUX VULNERABLES AUX RISQUES INDUSTRIELS DANS LA DAÏRA DE SKIKDA (ALGERIE): UN ESSAI DE BILAN CARTOGRAPHIQUE.

Figure 4: Localisation de l'habitat individuel

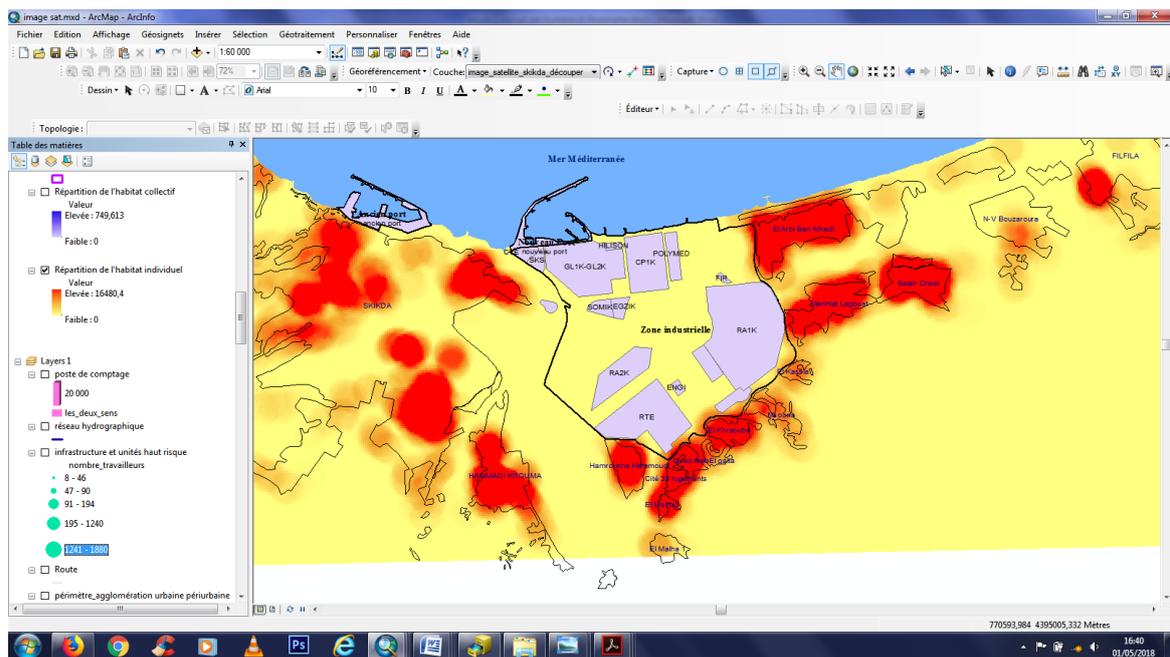
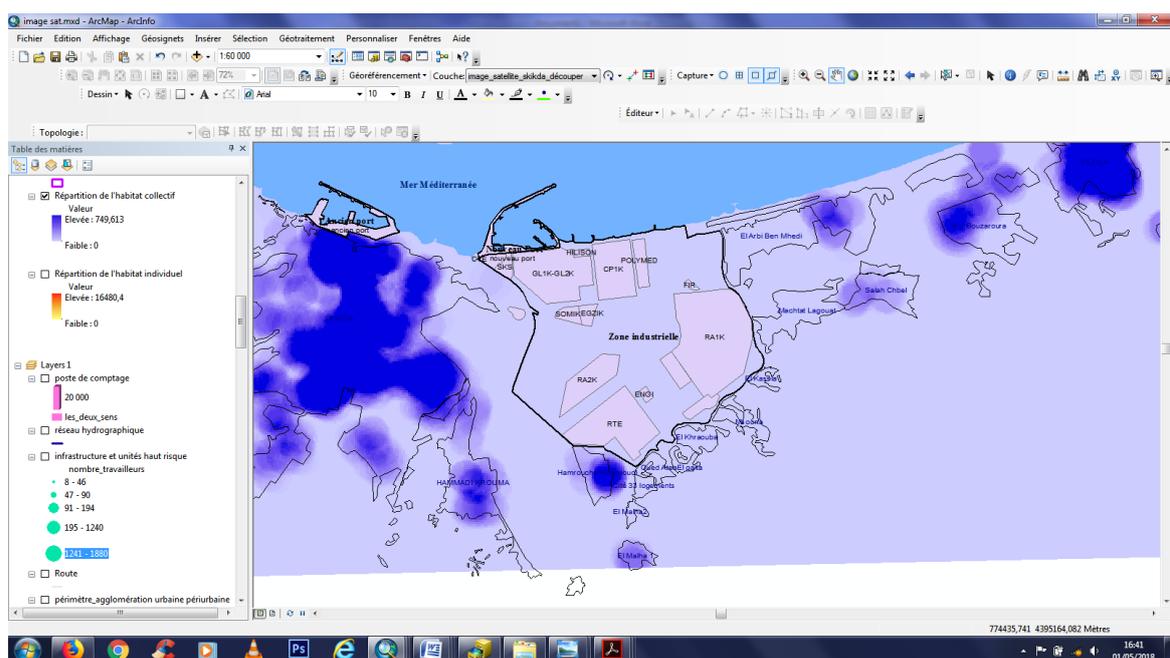


Figure 5: Localisation de l'habitat collectif



Réalisation: auteurs (2017)

Afin de mieux visualiser la répartition spatiale de l'habitat (individuel et collectif), on a procédé à un changement de format de données (format vecteur vers format raster) et avec l'aide de l'outil densité de points du module "Spatial Analyst" qui nous a permis de réaliser la figure 4 et 5.

LA REPARTITION SPATIALE DES ENJEUX VULNERABLES AUX RISQUES INDUSTRIELS DANS LA DAÏRA DE SKIKDA (ALGERIE): UN ESSAI DE BILAN CARTOGRAPHIQUE.

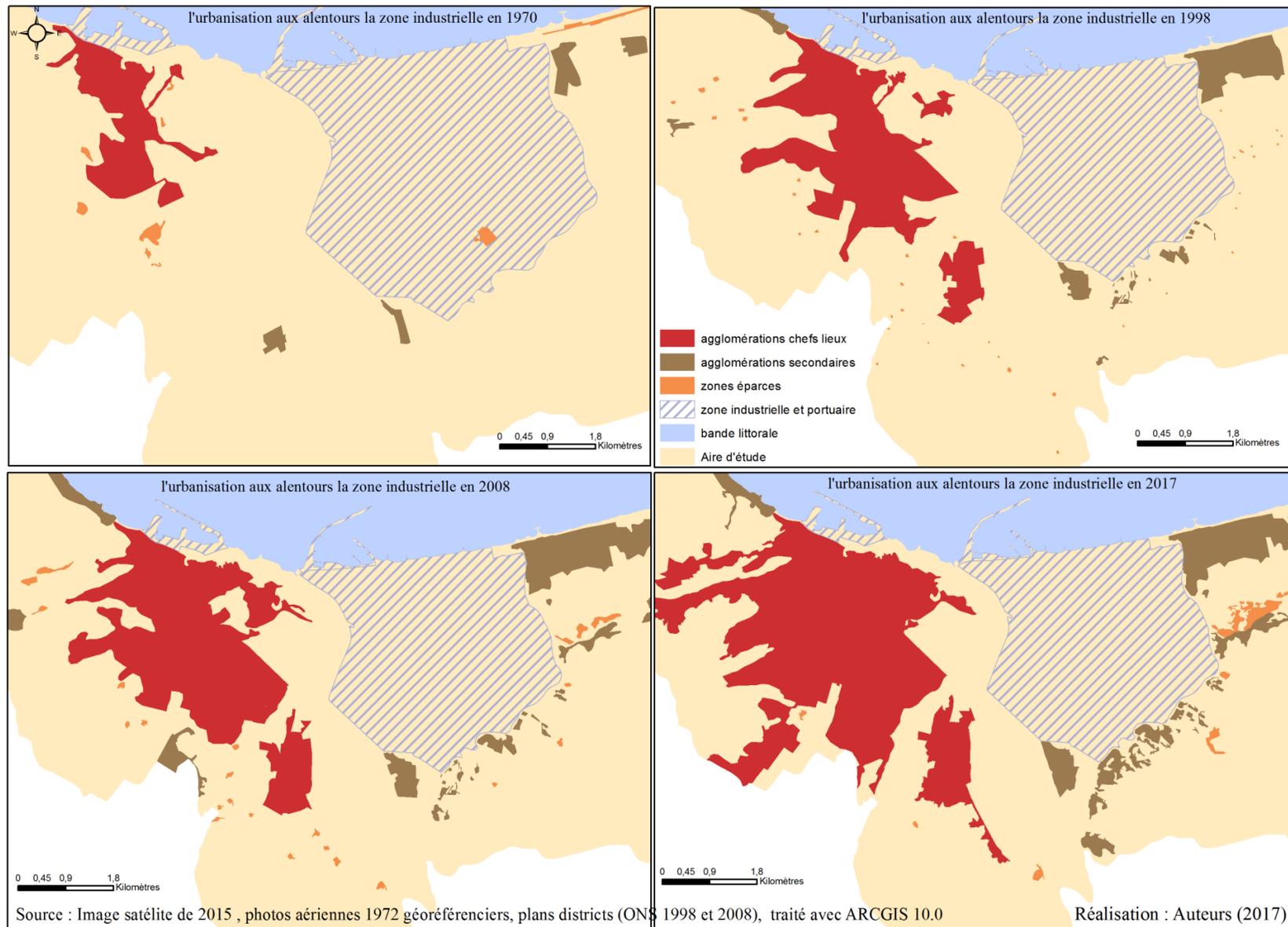
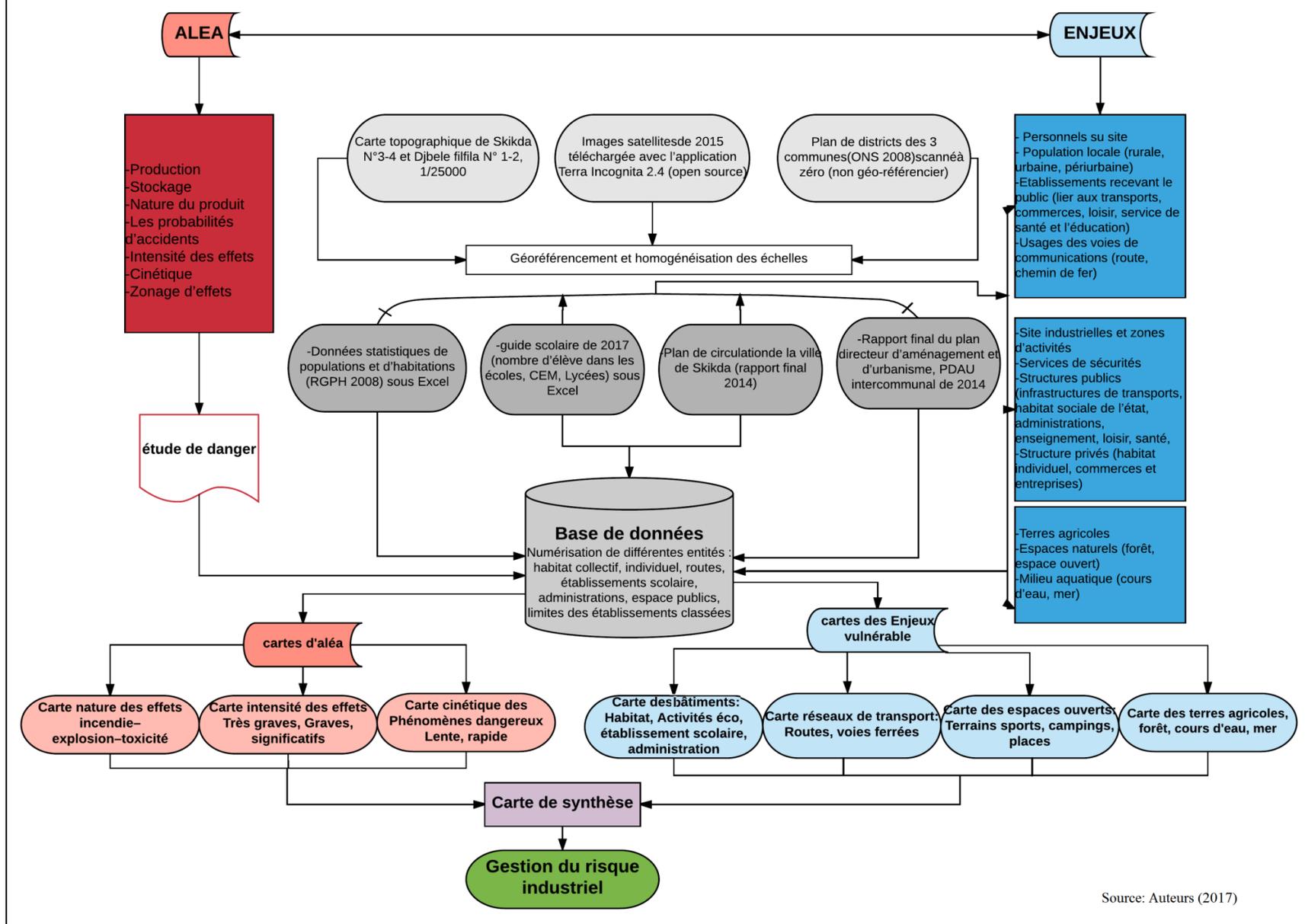


Figure 7 : Evolution de l'artificialisation de l'espace à Skikda entre 1970 et 2017.

Figure 8

L'organisation de donnée dans le modèle conceptuel pour la réalisation des cartes de risque



LA REPARTITION SPATIALE DES ENJEUX VULNERABLES AUX RISQUES INDUSTRIELS DANS LA DAÏRA DE SKIKDA (ALGERIE): UN ESSAI DE BILAN CARTOGRAPHIQUE.

Figure 9: Intensité d'effets des scénarios d'accidents probables dans la plate-forme pétrochimique

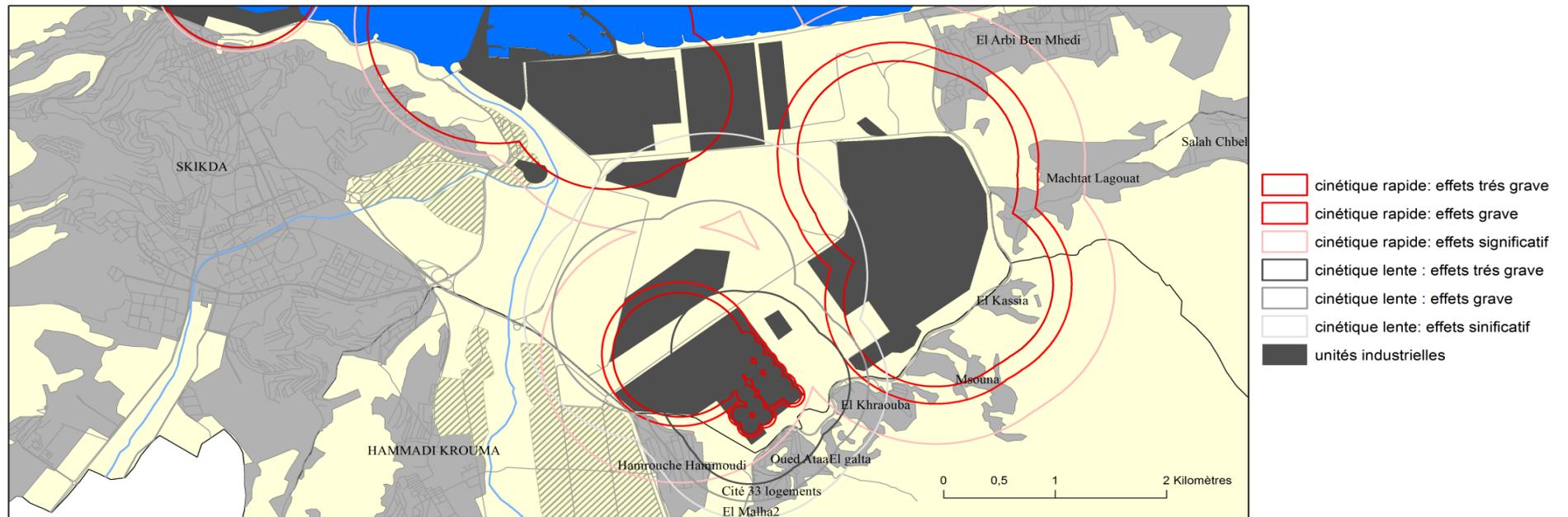
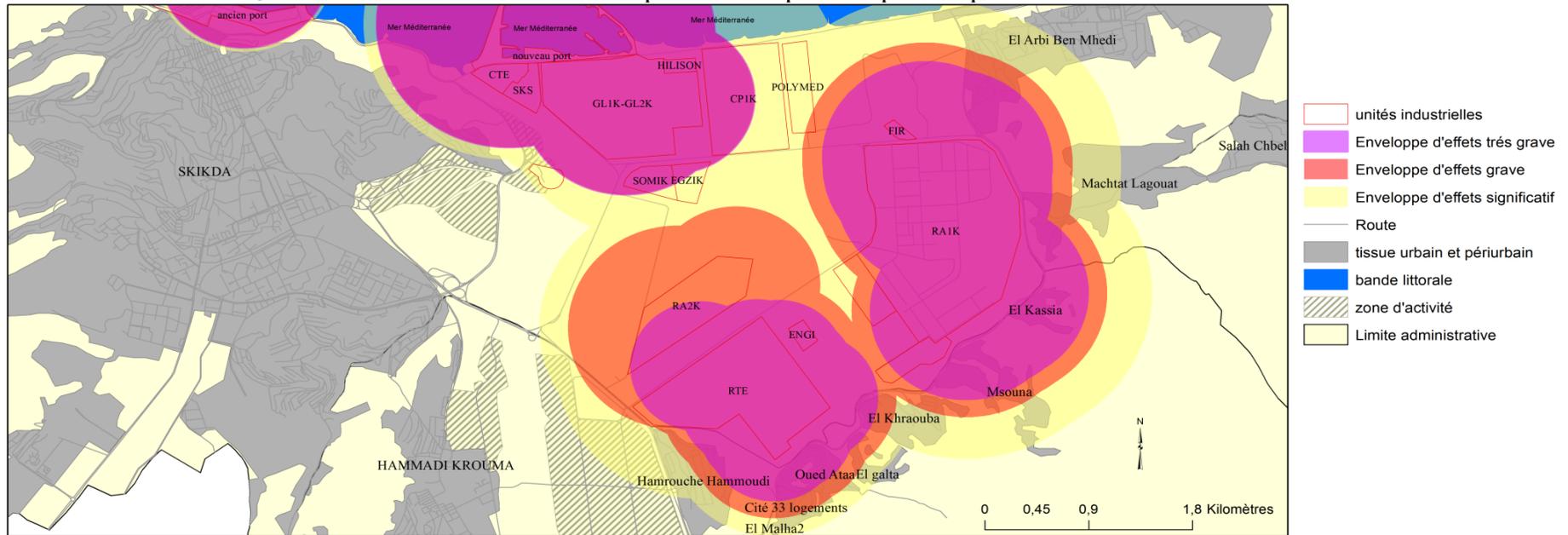


Figure 10: Cinétique des scénarios dangereux

Source : Image satellite + études de danger, traité avec ARCGIS 10.0

Réalisation :Auteurs (2017)

✓ Cette démarche vise à assembler des données dans un SIG pour pouvoir les interroger. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons réalisé un modèle conceptuel qui va nous permettre d'accomplir la Géodatabase (GDB). Les données spatiales en rapport avec les concepts clés utilisées pour la cartographie des risques sont organisées de manière logique dans ce modèle (fig.8).

L'utilisation d'un SIG sollicite l'emploi de logiciels et d'équipements informatiques. Le logiciel ARGIS version 10.0 de la société ESRI a été choisi du fait de la disponibilité du produit (licence fournie lors d'un stage effectué au laboratoire image et ville de l'université de Strasbourg en 2016) et les fonctions offertes par ce logiciel (création de la base de données, géoréférencement, vectorisation, géo-traitement, mise en page...)

4. LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA ET LES ENJEUX VULNERABLES

La consultation des études de danger[14], réalisée après l'accident du 19 janvier 2004, nous a permis de déterminer les aléas liés à la production, au stockage et aux transports des hydrocarbures qui ont fait l'objet d'une analyse détaillée à travers ces études. Ils ont identifié les différents scénarios d'accidents redoutés avec leurs distances d'effets. La plupart de ces études ont été réalisées par des bureaux d'études français et Belges (INERIS, VERITAS, BERTIN...) en collaboration avec des équipes constituées d'ingénieurs HSE (Hygiène et Sécurité et Environnement) de SONATRACH. Ces études ont adopté la méthode d'analyse de risque appelé **déterministe** « Il s'agit d'une approche qualitative Elle est basée sur les conséquences d'une défaillance d'un système et se focalise sur l'évaluation des conséquences d'un certain nombre de scénarios (dits de références). Les critères de quantification associés à ces scénarios sont des données physiques comme la concentration, la radiation thermique ou encore la surpression. Les différents seuils liés à ces données physiques sont reliés à des niveaux d'effets : létaux, irréversibles, réversibles graves... » [15]. La méthode est basée sur l'évaluation des conséquences maximales d'accidents majorants (les scénarios les plus pénalisants) avec la supposition de la défaillance des moyens de sécurité mise en œuvre au sein des unités industrielles. La détermination des distances d'effets, dépend essentiellement de la nature et de la quantité de produits et du processus de production, ainsi que les conditions climatiques de la zone d'étude. La spatialisation des aléas repose sur le calcul des seuils (seuils définis pour l'homme et pour les structures) et leurs distances d'effets qui sont représentés sur la carte par des rayons d'affichages sous forme de cercles autour des installations « un premier cercle délimite la zone correspondant aux premiers effets de mortalité et un deuxième cercle, plus grand, correspond aux premiers effets irréversibles sur l'homme »[16].

Vu l'absence des normes (au niveau national) qui définissent les seuils d'exposition aux différents effets,

les études de dangers ont utilisé les seuils décrits dans l'arrêté du 29 septembre 2005 de la réglementation française [17].

5- DISCUSSION DES RESULTATS :

5-1 Zonage des aléas :

Les cartes d'aléa réalisées déterminent le zonage des risques et les différents niveaux de danger auxquels sont exposés les travailleurs ainsi que la population des quartiers proches de la zone industrielle. Ce zonage est représenté par des couleurs en fonction de l'intensité des effets (très grave, grave et significatif) potentiels sur les enjeux vulnérables (fig.9).

Dans le but d'illustrer la diversité des phénomènes dangereux, on a procédé à la réalisation de la cartographie, qui permet une distinction de l'aléa à partir de la cinétique (lente, rapide)- (fig.10) et de la nature d'effets (incendie – explosion – toxicité)-(fig.11).

Les aléas les plus forts sont concentrés autour des établissements industriels et concernent surtout l'effet thermique et de surpression. Ils touchent l'agglomération secondaire de Hamrouche Hamoudi et les zones périurbaines qui se situent tout au long de la route menant vers l'agglomération secondaire Larbi Ben M'hidi, de plus une partie de la cité de Bouabaz et quelques bâtiments du centre-ville de Skikda. Le reste du périmètre est concerné par un aléa significatif, c'est-à-dire le plus faible de l'échelle et qui correspond au phénomène de surpression. Ce type d'événement peut causer, par exemple, des brises de vitres aux habitations, à l'image de ce qui s'est passé, entre autres, lors de l'accident de SKIKDA en 2004.

5-2 Spatialisation des enjeux :

Pour la spatialisation des enjeux on a pris en considération comme critères d'analyse surtout le bâtiment et la voirie. Ces deux éléments constituent les entités de base sur laquelle vont porter réellement les prises de décisions relatives à la gestion des risques et à la planification urbaine.

Notre démarche consiste à localiser les enjeux et les quantifier. Cette démarche demande un travail minutieux de l'échelle du district à l'échelle du bâtiment.

La recherche se concentre sur les enjeux humains dans la mesure où notre objectif vise principalement la protection des habitants.

Localisation de la population autour du site industriel :

Les entités spatiales caractérisées par l'existence de la population sont de deux types: les bâtiments et les axes de communication. Nous avons distingué deux types de bâtiments d'habitation (le collectif et l'individuel). Le niveau d'enjeu est défini selon la densité de la population: plus la densité est élevée, plus les enjeux sont plus importants. Les données de population recueillies par districts sont re-traitées en cohérence avec la typologie des bâtiments d'habitations (logements individuels et collectifs selon un taux d'occupation de logements (TOL) moyen de 7 personnes par logements.

LA REPARTITION SPATIALE DES ENJEUX VULNERABLES AUX RISQUES INDUSTRIELS DANS LA DAÏRA DE SKIKDA (ALGERIE): UN ESSAI DE BILAN CARTOGRAPHIQUE.

Figure 11: Nature des effets: Incendie-Explosion-Toxicité

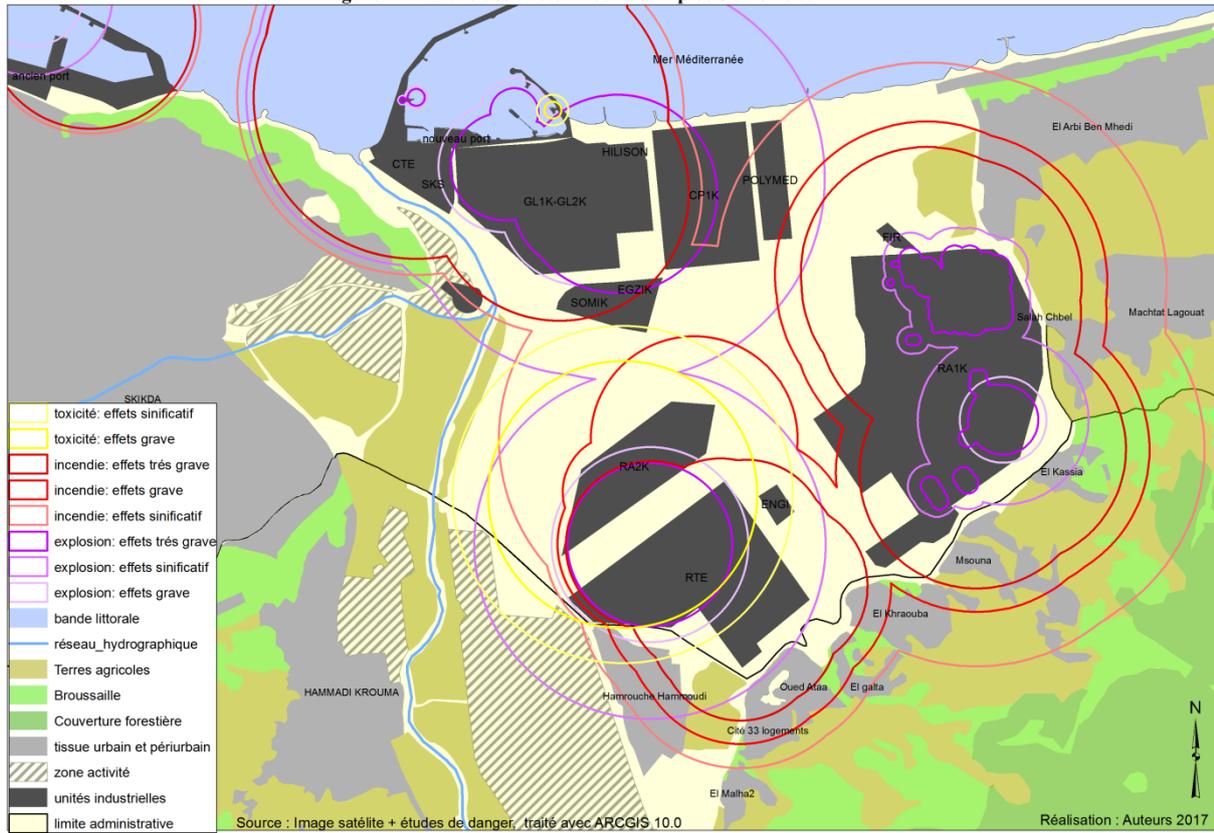
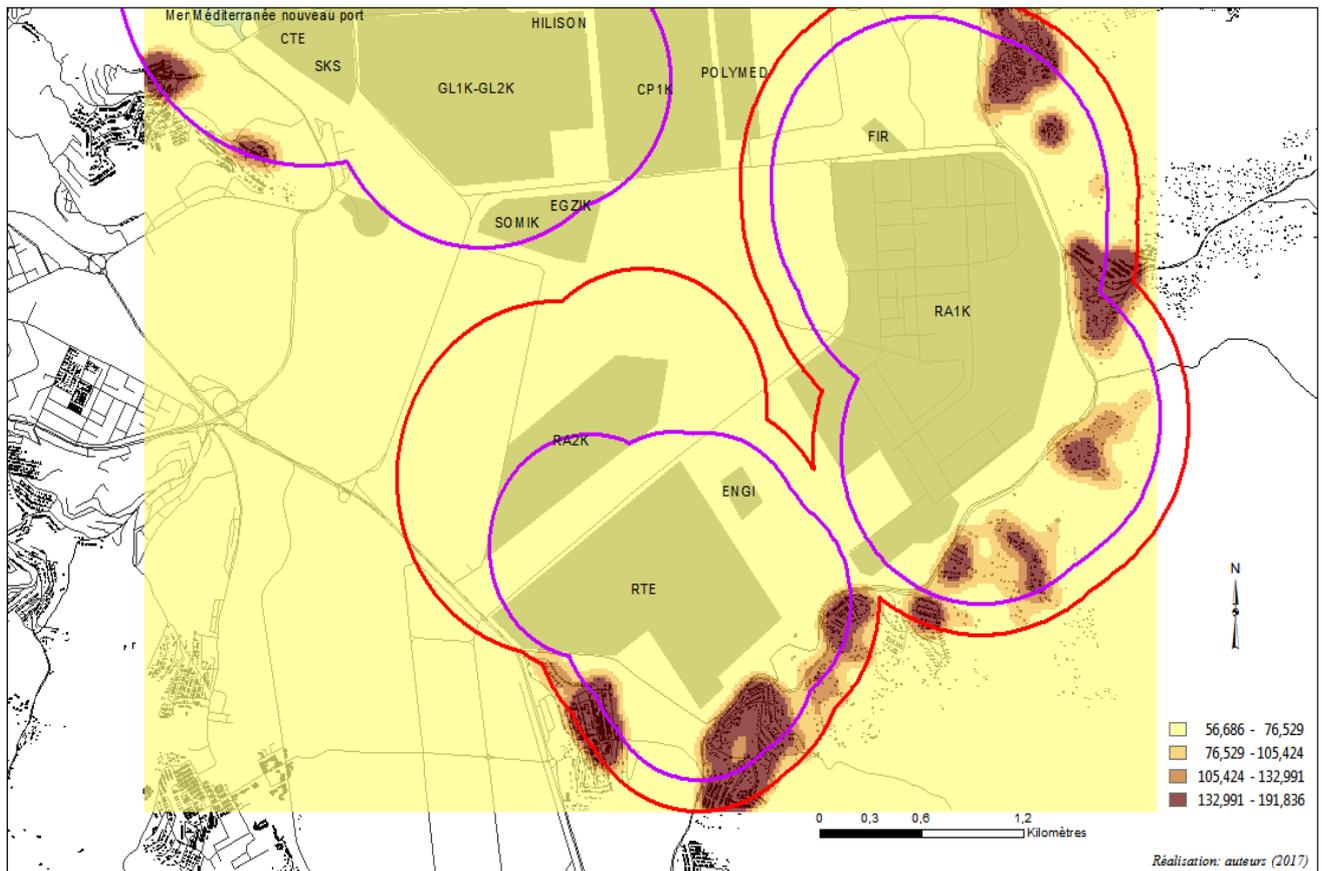


Figure 12: Zonage spatial de la présence de populations dans les zones de danger grave et très grave



L'objectif est d'estimer un nombre moyen de personnes par « bâtiment » en fonction de chaque type, afin de pouvoir utiliser ces données pour localiser la population la plus vulnérable. Notre démarche consiste à attribuer à chaque bâtiment le nombre de population afin de construire de surfaces de densité (de population). Les surfaces de densité ont été créées avec l'outil de densité par « noyaux » du module "Spatial Analyst" qui nous a permis de calculer les populations concentrées dans chaque maille de la surface autour de la zone pétrochimique de Skikda (fig.12).

Un traitement de données a été effectué sur un jeu de données (classes d'entités d'une Géodatabase ARCGIS/Arcinfo), réalisé avec l'outil de géotraitement "Intersecter" et qui nous a permis de localiser et recenser les habitations de type individuelle et collective touchées par les différents niveaux d'aléas (fig.13). Le dénombrement nous a permis de confirmer que la commune de Hammadi Krouma est la plus vulnérable par rapport à la commune de Skikda et Filfila (les résultats des requêtes réalisées à partir de notre base de données figurent au tabl. 1). Il sera, donc, évident de mettre ce territoire communal comme une priorité dans les futures actions de la planification urbaine.

Face à ces constats, on peut dire que les enjeux humains exposés aux risques sont considérables. Un nombre important de la population se trouve dans le seuil d'effets graves et d'effets très graves. La situation est critique surtout dans les quartiers résidentiels (l'agglomération Hamrouche Hamoudi, le plateau de Massouna, la cité de Bouabaz et Machat Laghwat) qui peuvent être impactés par les effets des scénarios d'accidents provoqués particulièrement par l'unité RA1K (la raffinerie), l'RTE (unité de transport par canalisation) et le GNL (unité de liquéfaction de gaz naturel).

Les premières habitations de ces quartiers se situent entre 150-1200m de la source de danger et abritent plus de 14062 habitants, notamment :

- El Arbi Ben Mhedi où des habitations proches à environ 300m au Nord-Est de la raffinerie,
- Machtat El Gouat d'environ 450m de l'RTE,
- El Kassia (1133 habitants) à 300m à l'Est de la raffinerie,
- Massouna les premières constructions sont près de 150-200m des bacs de stockages de l'RTE,
- Kherouba (1090 habitants) à 200 m au Sud de la raffinerie,
- El Galta à 500m des bacs de stockages de l'RTE,
- Oued atta (1198 habitants) à 160-200m à l'Est de la raffinerie,
- Cité 33 logements à 450m l'RTE,
- Hamrouche Hamoudi situé à environ 500m au Sud des bacs de stockage de l'RTE.

La même situation pour les établissements recevant du public (ERP) et qui sont situés dans les périmètres à risque. Nous recensons six établissements scolaires qui

accueillent 2340 élèves par jour. Rajoutant des établissements administratifs à proximité de la raffinerie comme la poste de Hamrouche Hamoudi. Nous retrouvons aussi deux centres médicaux et une mosquée.

La situation est alarmante, des mesures doivent être prises en urgence. Il est primordial de délocaliser les établissements scolaires qui se trouvent dans les rayons d'affichage des effets (grave et très grave) de scénarios d'accident. Les mêmes procédures s'appliquent, aussi, sur les habitations de types individuels dont plusieurs habitations sont illicites (sans permis de construire et acte de propriété). Elles sont situées, essentiellement, dans la zone à effets très grave c'est le cas de Hamrouche Hamoudi, Oued Atta, El Galta, Kherouba, Massouna, El Kassia, Machtat El Gouat, Larbi Ben M'hidi. Cette partie du territoire regroupe plus de 1876 constructions. L'Etat est dans l'obligation, par le biais des APC (assemblée populaire communal), de prendre des mesures de délocalisation et proposer à la population concernée des logements situés dans la nouvelle ville de Bouzaroura (commune de Filfila) (fig.15).

Il faut signaler l'existence d'un réseau de communication, autour de la zone industrielle, composé d'un réseau routier, ferroviaire et d'un port maritime. Ce réseau se trouve dans les zones qui peuvent être impactées par un éventuel accident notamment le chemin de la wilaya N°12. Ce dernier draine un flux de plus de 13 893 véhicules par jour [18]. Sans oublier la route nationale RN 44 dont une partie est caractérisée par un flux dépassant les 40 975 voitures par jour (fig.14).

Ces chiffres traduisent la taille des enjeux exposés au risque industriel à SKIKDA. Les responsables (les élus locaux, les industriels) doivent veiller à ce que les objectifs de prévention d'accidents majeurs et la limitation des conséquences de tels accidents soient pris en compte dans leurs politiques d'affectation des sols et/ou dans d'autres politiques pertinentes. Ils doivent impérativement inscrire les limites des dangers dans les plans et les outils d'aménagement comme le PDAU (plan d'aménagement et d'urbanisme) et le POS (plan d'occupation du sol).

Figure 13: Localisation des enjeux exposés aux différents niveaux d'aléas

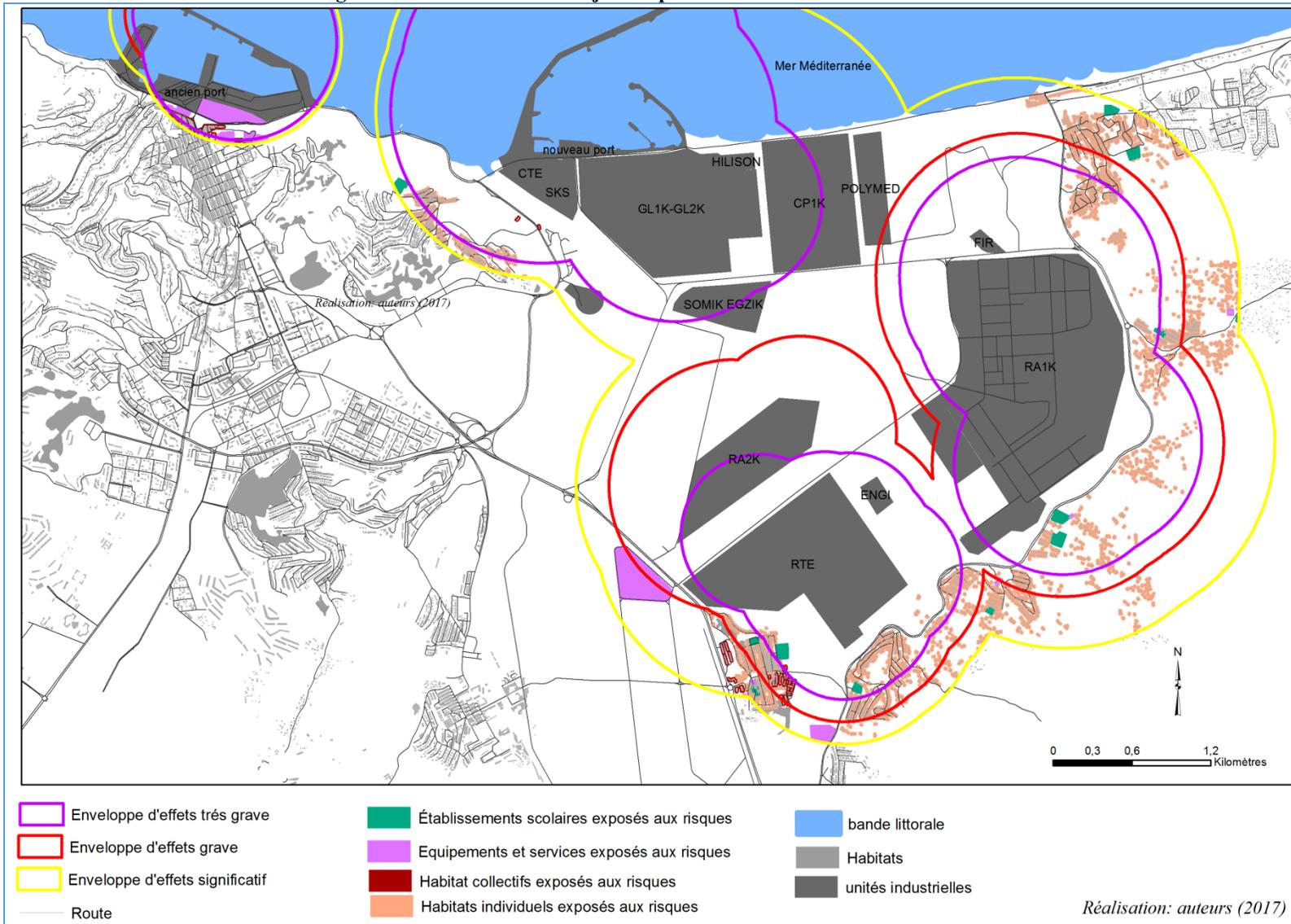


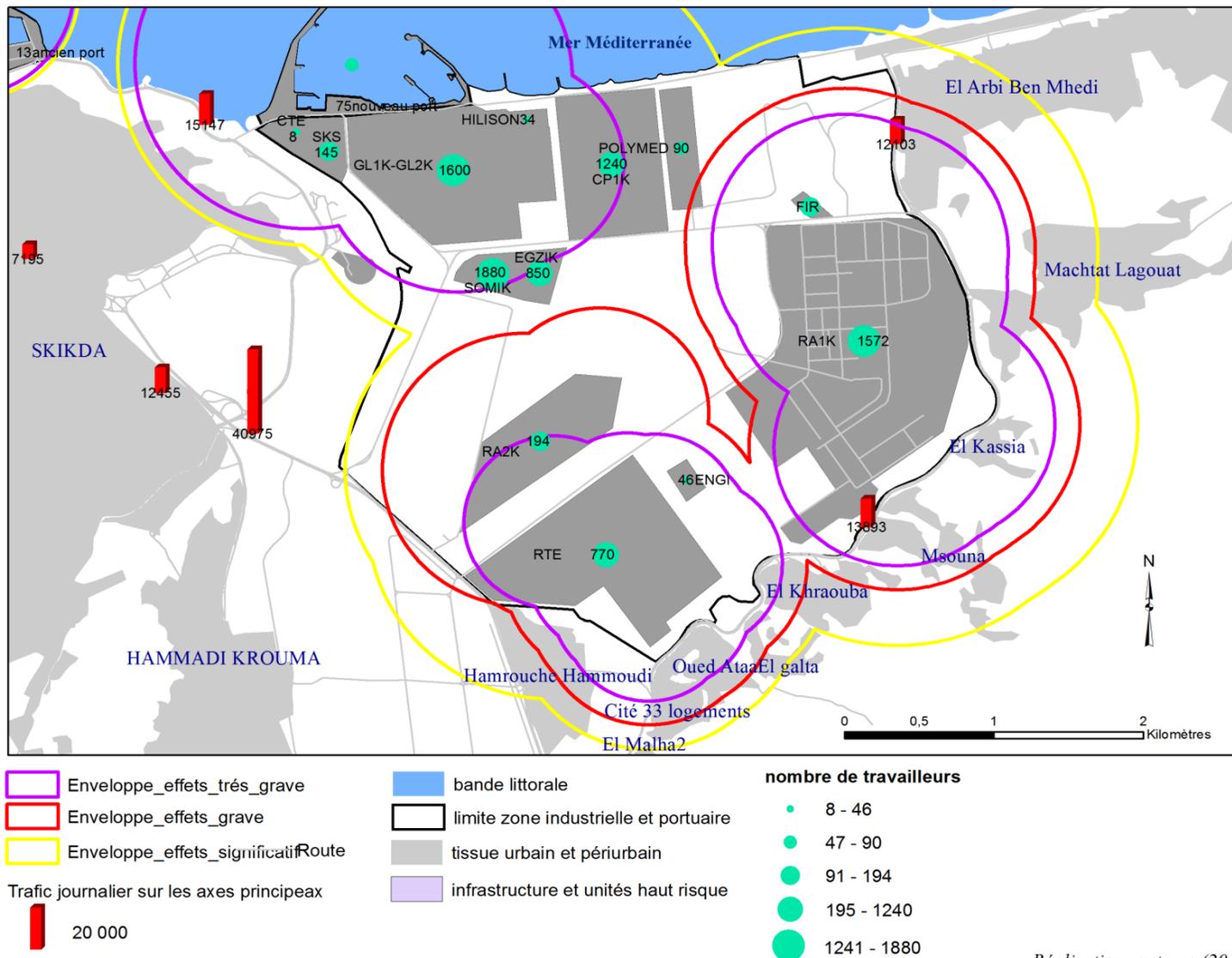
Tableau 01: **Données relatifs aux enjeux vulnérables dans la zone d'étude**

	Nombre de population	Nombre habitat collectif	Nombre d'habitat individuel	Etablissement Scolaire	Administration Et centre de soin, équipement	Espace publics et de loisir	Equipement religieux
Centre ville de Skikda	1584	15			CHU de SKIKDA, 4 Hôtels, centre culturel, gare de train, APC service état civil, direction de la douane nationale, poste de police, l'archive national, port commercial, banque d'Algérie	La place de SKIKDA, jardin public, parking voiture	mosquée
Cité Bouabaz	948		158		Réservoir d'eau		
Larbi Ben M'hidi	1728		288		station d'essence	Centre de vacance de SONATRACH	
Machtat El Gouat (Filfila)	1704		284	Ecole (398 élèves)			
Hamrouche Hamoudi (HK)	2760	35	250	Ecole (314 élèves) plus CEM (1128 élèves)	Bureau de l'APC, bureau de poste, unité général de pompier, centre général de police	2 salles des fêtes	
El Kassia (HK)	654		109				mosquée
Massouna (HK)	1050		175	Ecole (225 élèves) plus CEM (275 élèves)	Centre de soin, Réservoir d'eau	Stade de basquet	
Kherouba (HK)	1050		175				mosquée
El Galta (HK)	270		45				
Ouad atta (HK)	1498		256		Réservoir d'eau		mosquée
cité 33 logements (HK)	816		136	Ecole (315 élèves)			

HK : Hammadi Krouma

Source : la base de données

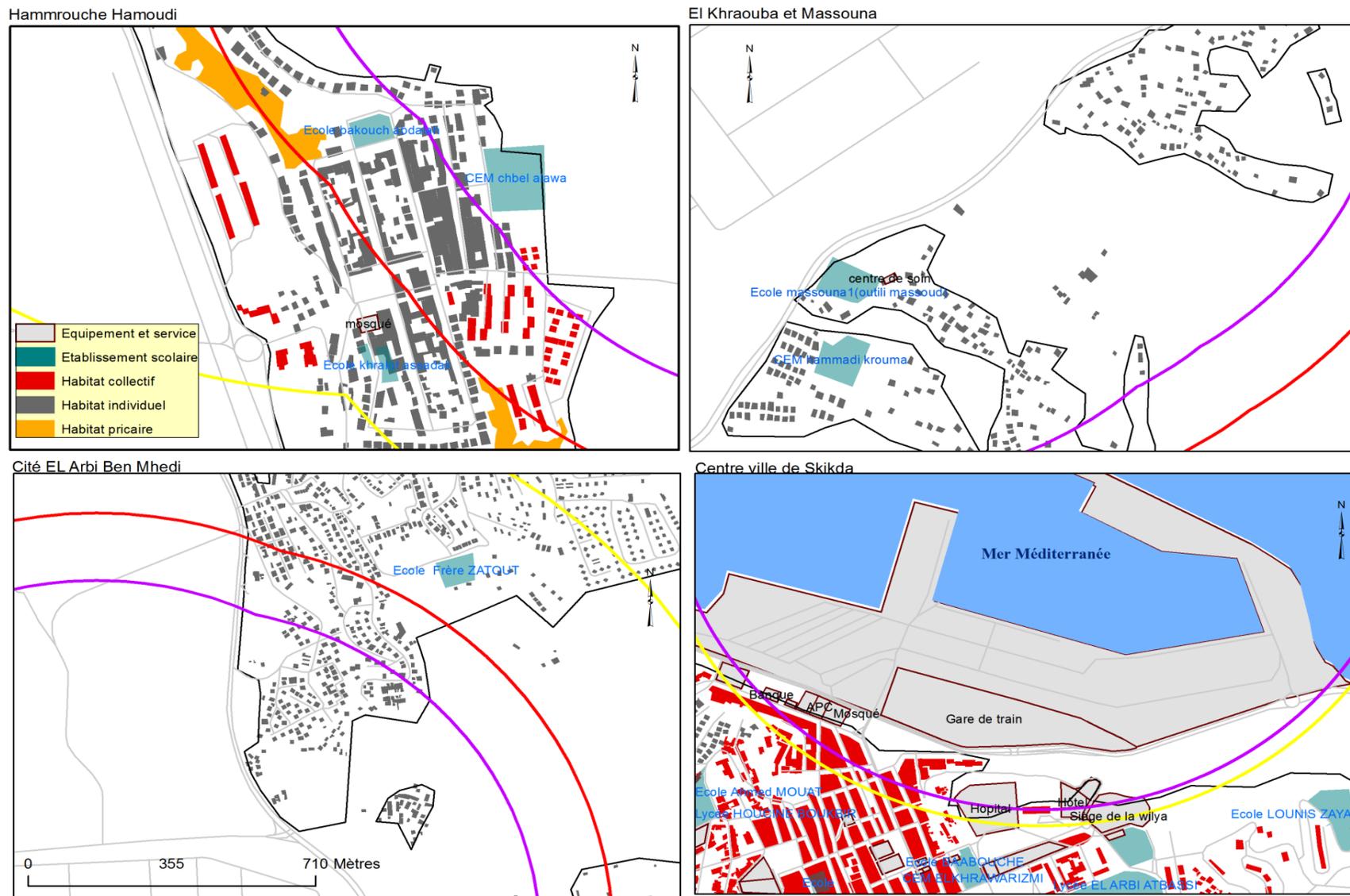
Figure 14 : Travailleurs des unités industrielles et infrastructures de routes exposés aux risques



Source : Etudes de danger, Plan de transport 2014 traité avec ARCGIS 10.0

Réalisation: auteurs (2017)

Figure 15: Les quartiers les plus exposés aux risques industriels à Skikda



CONCLUSION

Notre travail montre, que la population proche de la zone industrielle est exposée à un grand risque notamment l'agglomération secondaire Hamrouche Hamoudi et les zones urbaines qui se situent tout au long du CW n°12. L'accident de Skikda a réveillé la conscience des élus, des politiciens et la société civile. Ces derniers se sont rendu compte de l'existence du risque industriel dans leur territoire. L'état doit renforcer la politique de prévention et de la rendre plus efficace, en s'appuyant notamment sur la prise en compte des risques industriels dans les plans d'aménagement et d'urbanisme.

Nos résultats dévoilent l'importance des cartes réalisées avec les SIG qui peuvent d'une part être exploitées comme outils d'information. Cette cartographie est considérée, aussi, comme un outil de sensibilisation et de prévention en cas d'accident majeur sur le site industriel car la population a le droit d'être informée sur les risques encourus sur leurs lieux de vie. D'autre part, elle sert d'outil de négociation et de prise de décision, c'est un rôle qui peut être traduit par des actions d'aménagement dans le but de maîtriser l'urbanisation autour de la zone industrielle et de gestion en cas de crise. Par ailleurs, les cartes réalisées peuvent être utilisées comme outil réglementaire pour gérer l'usage du sol aux abords des établissements dangereux. C'est une manière d'améliorer la sécurité des populations voisines tout en préservant le développement industriel. Enfin, notre cartographie peut être considérée comme un support au service de la stratégie de prévention et de gestion des risques majeurs pour en maîtriser les effets.

REFERENCES

- [1] Khider Ouahab, 2004. *Le bilan de la catastrophe du GNLK est lourd*. Journal EL Watan. P3
- [2] CHESNEAU. E, 2004. *Proposition pour une cartographie du risque*. Bulletin du Comité français de cartographie. n°181. pp50-70.
- [3] MAURO.C et BOUCHON. S, 2006. *Les cartes régionales de vulnérabilité, outils de réflexion et supports d'aide à la décision : le cas de la région Piémont et de la province de Varès*. Revues des *Annales des Mines*. N° 43, pp26-31.
- [4] GLATRON.S, 1995. *Industrie dangereuses et planification : cartographier les risques technologiques majeurs*. Revue MappMonde. N°2, pp32-35.
- [5] Elise BECK, 2006. *Approche multi-risque en milieu urbain : Le cas des risques sismique et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin)*. Thèse de doctorat. Discipline : Géographie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Université LOUIS PASTEUR STRASBOURG, 282p. [En ligne (<http://scd-theses.u-strasbg.fr/1211/01/Beck2006.pdf>)]

[6] Journal officiel N° 84, Loi N° 04-20 correspondant au 25/12/2004 *relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable*, 29 décembre 2004.

[7] DAUPHINE, A. PROVITOLLO, D, 2013 : *RISQUES ET CATASTROPHES : OBSERVER, SPATIALISER, COMPRENDRE, GERER*. 2^e EDITION.ARMAND COLIN. ISBN : 978-2-200-27842-7. 411p.

[8] Renard, F. and Soto, D, 2015. *Une représentation du risque à l'intersection de l'aléa et de la vulnérabilité: cartographies des inondations lyonnaises*. Revue *Geographica Helvetica*. Volume 70, pp 333-348.

[9] MAURO.C et BOUCHON. S, 2006. Op.cit.p26.

[10] Renard, F. and Soto, D, 2015. Op.cit. p336.

[11] CHESNEAU. E, 2004. Op.cit. p55.

[12] CORNÉLIS, B. et BILLEN, R, 2001.*La cartographie des risques et les risques de la cartographie*, in HUPET P. (ed.),*Risque et systèmes complexes : Les enjeux de la communication*, P.I.E.-Peter Lang, MICHEL Q. & BRUNET S.(series eds), Collection : Non-prolifération, Vol. 2, Bruxelles, pp. 207-222, ISBN : 90-5201-944-4.

[13] MAURO.C et BOUCHON. S, 2006.Op.cit.p26.

[13] Office National de Statistique : RGPH de 2008.

[14] Référence des d'études de dangers :

- Etude de dangers des installations pétrolière du port, N° : DRA-09-90-379-09878C, INERIS, 2014.

- Etude de dangers GNL1K, VERITAS, 2010.

- Etude de dangers GK1-GK2 N° : DRA 10-95868-08629D, INERIS.

- Etude de dangers terminal-Brut- condensât, N° : 09-90214-00342A, INERIS, 2009.

- Etude de dangers de la raffinerie, N° : 04313-320-DE012-G, BERTIN Technologie, 2010.

[15] Emmanuel Hubert, 2005. *Gouvernance et vulnérabilités du territoire péri-industriel : Méthodologie d'aide à la réflexion pour une maîtrise de l'urbanisation efficace et durable vis-à-vis du risque industriel majeur*. Thèse de doctorat. Spécialité : Sciences et Génie de l'Environnement. Université Jean Monnet de Saint-Etienne, 324p. [En ligne (<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00781162/document>)]

[16] Zimmermann, É. 1996. *De l'usage de la cartographie dans l'appréhension des risques technologiques majeurs*. Revue de géographie de Lyon. Vol 71, n°1, Risques et pollutions industriels et urbains. pp. 11-16. [En ligne

(http://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1996_num_71_1_4316) P14].

[17] Arrêté du 29 septembre 2005 *relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.* [En ligne (<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000245167&categorieLien=cid>)].

[18] Plan de circulation de la commune de Skikda (2014)