

## 4.5. Impacts sanitaires

*« The price of anything is the amount of life you exchange for it »*  
Henry David Thoreau

L'OMS définit la santé comme étant « *un état complet de bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité* ». Ces différents aspects sanitaires seront abordés dans ce chapitre.

### 4.5.1. Impacts sur la santé humaine

Les études portant sur les impacts de l'industrie du gaz de schistes sur les populations sont récentes et encore trop peu nombreuses. Ceci s'explique par le fait que cette industrie s'est développée à grande échelle il y a une dizaine d'années et que les effets engendrés ont mis du temps à apparaître. Sur le plan épidémiologique, ce temps est trop court pour avoir le recul nécessaire à l'évaluation de l'ampleur et la gravité des conséquences sanitaires sur les populations. En l'absence de données, il est difficile d'établir des réglementations et ce vide juridique ne fixe pas de limites à l'expansion effrénée de l'industrie du schiste. Aux Etats-Unis, au Canada, en Australie et en Grande Bretagne, le corps médical et les scientifiques ont fait le même constat alarmant concernant le manque de données sur les impacts sanitaires associés à l'industrie du gaz de schiste et le manque, voire l'absence, de politique de santé publique en la matière (par exemple systématiser l'application d'un protocole de surveillance de l'état de santé des populations qui vivent et travaillent à proximité des sites d'exploitation)<sup>(195)</sup>. Ils interpellent les autorités pour plus d'études et plus de transparence. En effet, l'une des entraves majeures à l'évaluation de l'état de santé des populations est la difficulté de faire des études sur l'effet toxique de substances chimiques sans connaître précisément la ou les substance(s) incriminées. Cette problématique renvoie à un problème juridique dans la mesure où la composition des additifs chimiques rajoutés à l'eau de fracturation est protégée par la loi du secret commercial (*trade secret*). Certaines compagnies font le choix de révéler les composés chimiques qu'ils utilisent mais ils ne dévoilent que le nom sous lequel ces produits sont commercialisés sans donner l'identité, la quantité et la concentration des substances qui le composent et qui sont autant de données essentielles pour bien comprendre la synergie des molécules chimiques, leur mode d'action et leurs interactions avec les systèmes biologiques. En outre, des données d'exposition précises sont très difficiles à obtenir parce que l'émission des substances chimiques peut être très différente d'un site à l'autre et très variable dans le temps. En réalité, il y a un manque généralisé d'études ciblées sur l'état de santé des populations avant, durant et après le développement de l'industrie du gaz de schiste<sup>(196)</sup>. Cette situation profite à l'industrie qui répond au principe du « pas de données, pas de problèmes ». Cependant, un nombre croissant d'études scientifiques validées, de déclarations d'accidents et d'articles d'investigations apporte de plus en plus de preuves concrètes et quantifiables des dommages générés par l'industrie des hydrocarbures non conventionnels. Le rythme auquel les nouvelles études et l'information émergent a rapidement augmenté depuis 2013. Dans le premier trimestre 2014, il y a eu plus d'études publiées sur le sujet que celles sorties en 2011 et 2012 cumulées<sup>(197)</sup>.

Les études américaines déjà réalisées donnent des indications claires sur l'état de santé des populations, notamment celles qui vivent à proximité des zones d'exploitation et qui concernent directement 1,5 million d'américains<sup>(198)</sup>. Selon une récente étude de l'école de santé publique du Colorado, le risque de cancer est 66 fois plus élevé chez les personnes habitant à moins de 1 Km avec pour premier facteur responsable l'exposition au benzène. La même étude rappelle que l'exposition chronique à l'ozone, gaz prévalent sur les sites de production gazière, peut conduire à des complications pulmonaires et à l'asthme, particulièrement chez les enfants et les personnes âgées<sup>(199)</sup>.

La toxicité d'un composé chimique dépend aussi de la dose, la fréquence et la durée d'exposition. Ces facteurs sont absolument déterminants car selon le type d'exposition, la palette d'effets peut alors varier. A court terme, les maux de têtes, les vertiges, les irritations de la peau, des yeux, du nez ou de la gorge sont les symptômes les plus fréquents de l'exposition aux additifs chimiques de l'eau de fracking. Les expositions chroniques peuvent provoquer l'asthme et la *maladie pulmonaire obstructive* chronique. A plus long terme, le risque est plus grand de développer des maladies cardiorespiratoires ou cardiovasculaires et même des cancers, notamment des poumons et du sang<sup>(200)</sup>.

Un article de l'équipe du professeur Theo Colborn de l'université du Colorado recompile une liste de produits et de substances chimiques utilisés dans l'industrie extractive dans différents états des Etats-Unis. Les auteurs ont fouillé la littérature scientifique pour rechercher des études sur les effets sur la santé de ces composés et la catégorie de toxicité dont ils sont responsables. D'après cette étude, 944 produits utilisés par l'industrie ont été identifiés. On ne connaît pas la composition de la moitié d'entre eux ! Sur les 353 molécules clairement identifiées, une bonne partie (entre 37% et 52% des molécules) affecte les systèmes nerveux, immunitaire, rénal ou cardiovasculaire. 25% sont cancérigènes. 37% sont volatiles, donc susceptibles de contaminer l'air. La plupart peuvent contaminer les eaux<sup>(201)</sup>.

Parmi la liste de produits chimiques qui compose le liquide de fracturation, certaines molécules ont déjà fait l'objet d'études toxicologiques qui ont permis de les classer en fonction de leur mode de toxicité et de l'organe ou le système cible (figure 40)

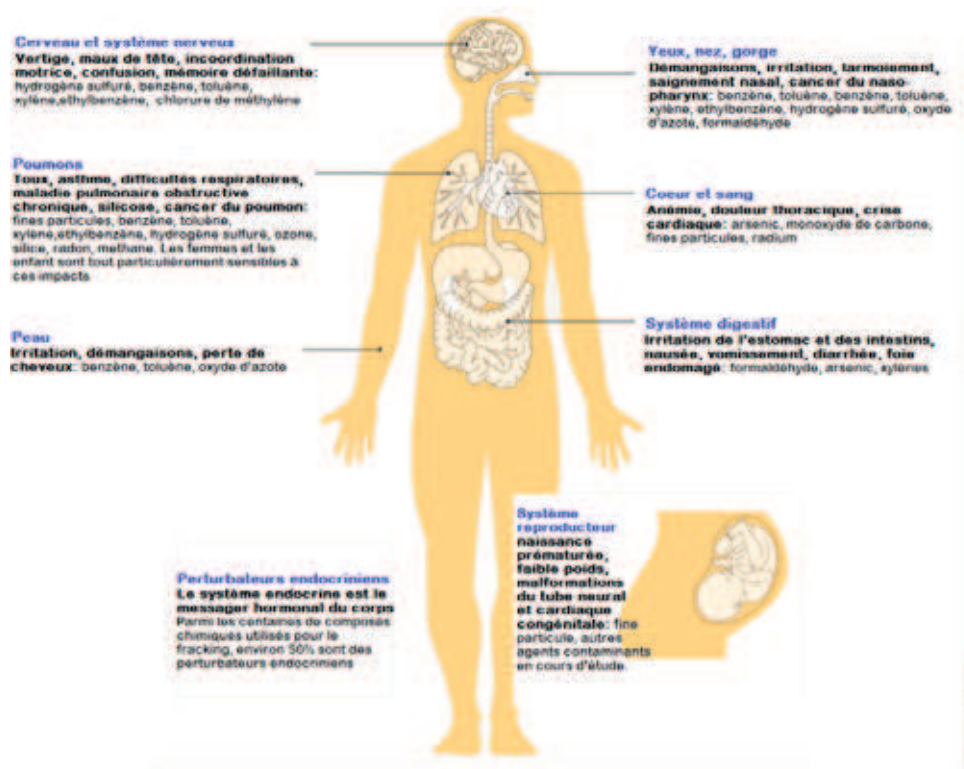


Figure 40 : Effets sur la santé des substances chimiques contenues dans les liquides de fracturation. Source : voir note 202)

### (i) Les effets toxiques des substances chimiques volatiles issues des liquides de fracturation

Certains composés contenus dans les liquides de fracturation sont volatiles et se retrouvent dans l'air. Parmi eux on peut citer les oxydes nitreux, oxyde de soufre et autres complexes BTEX (benzène, toluène, éthyle, benzène, xylène) qui figurent parmi les composés volatiles organiques ou COV, auxquels sont quotidiennement exposés les travailleurs sur site et les habitants à proximité des sites d'exploitations.

L'exposition de l'homme aux COV relève de deux types de voies : respiratoire en cas d'inhalation d'air contaminé et par pénétration cutanée. L'exposition de la population générale aux COV est assez mal connue. On sait cependant que certains COV représentent un danger sanitaire plus ou moins important. Ils sont responsables de différents troubles dont la fréquence et les délais d'apparition varient selon le niveau et la durée d'exposition mais aussi selon le type de polluant, la sensibilité du sujet et de nombreux autres facteurs plus ou moins identifiés. Des propriétés mutagènes et cancérigènes existent pour certains COV.

Parmi les COV qui posent le plus de problèmes: **le benzène et le formaldéhyde**.

Le **benzène** constitue un réel problème de santé publique dans l'Union Européenne en tant que puissant toxique de la moelle osseuse (lieu de la synthèse de toutes les cellules sanguines) favorisant entre autre l'apparition de leucémie (cancer du sang) chez les enfants. Les effets du benzène sont irréversibles.

En effet, l'induction de leucémies par le benzène a été bien établie par de nombreuses études épidémiologiques. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC, Lyon) estime que les preuves sont suffisantes pour le considérer comme cancérigène certain pour l'homme (groupe I ; annexe IV). Selon l'OMS, l'exposition continue d'un million de personnes à 1 µg/m<sup>3</sup> pendant une vie entière (soixante-dix ans), est susceptible d'induire un excès de six décès par leucémie. Son absorption, réalisée essentiellement par inhalation provoque des troubles neuropsychiques tels que de l'irritabilité, des troubles du sommeil, de la mémoire. Des troubles digestifs peuvent aussi être observés et son rôle dans la survenue d'hémopathies non malignes est prouvé.

Le **formaldéhyde ou acide formique** est aussi reconnu comme cancérigène certain (Groupe I) et serait impliqué dans des cancers du rhinopharynx et de la cavité nasosinusale. Le formaldéhyde étant un gaz très volatil, il peut facilement entrer en contact avec les yeux ou le nez et engendre des irritations oculaires et des voies respiratoires. Il est également possible que de faibles expositions au formaldéhyde puissent accroître, à long terme, le risque de développer des pathologies asthmatiques et des sensibilisations allergiques... Des effets loin d'être négligeables car ils peuvent, à terme conduire au développement de cancers, notamment en milieu professionnel. Une étude a montré que les sujets exposés professionnellement avaient un risque de cancer de 30% plus élevé par rapport à ceux qui ne le sont pas<sup>(203)</sup>. Les femmes enceintes sont particulièrement sensibles aux solvants (une catégorie de COV) puisqu'une étude a montré que le risque de malformations congénitales d'un fœtus est 2,5 fois supérieur si la future mère est exposée de façon régulière à ces produits chimiques<sup>(204)</sup>.

#### **(ii) Le problème de l'acide chlorhydrique**

L'acide chlorhydrique injecté, en grandes quantités, de l'ordre de milliers de litres pour un seul puits, dans les liquides de fracturation pose des problèmes sanitaires et environnementaux. L'EPA décrit les effets cette substance sur la santé humaine qui s'avère corrosive pour les yeux (conjonctivite), la peau (brûlures) et les muqueuses, notamment l'estomac provoquant des ulcères. Les vapeurs d'acide sont susceptibles d'affecter les voies respiratoires (œdèmes pulmonaires). L'exposition chronique est responsable de bronchites, de gastrites, de dermatites et de photosensibilisation. A très faibles doses, il peut provoquer la décoloration et l'érosion des dents<sup>(205)</sup>.

Consciente de la problématique de la présence de l'acide chlorhydrique dans l'air, l'EPA a pour la première fois tenu un débat national à Chicago, en 2011, pour proposer de fixer de nouvelles normes fédérales pour cet acide entre autres polluants atmosphériques dangereux afin de l'inscrire dans le Clean Air Act<sup>(206)</sup>.

D'autres effets environnementaux indirects sont également à craindre. En effet, les fluides acidifiés vont dissoudre les roches mères. Celles-ci sont particulièrement riches en métaux lourds (plomb, mercure...) et parfois même en éléments radioactifs. Après chaque

opération de fracturation, ces fluides tendent à accumuler ces éléments naturels désorbés par la matrice dans le milieu interstitiel. Des composés d'origine naturelle contenus dans les schistes peuvent ainsi être libérés à partir de la roche mère lors des fracturations successives et se retrouver dans les liquides résiduels de l'exploitation du gaz de schiste. Il s'agit de composés tels que des éléments radioactifs (radium, thorium, uranium), et des métaux lourds (Arsenic, Cadmium, nickel, plomb, cobalt, mercure...). Aux États-Unis, des niveaux élevés d'arsenic ont été trouvés dans des puits d'eau de particuliers se trouvant dans la zone de la formation de Barnett Shale de Nord le Texas<sup>(207)</sup>. Les effets de l'arsenic, et des métaux lourds en général, ont été bien décrits dans la littérature scientifique. Selon l'OMS, l'exposition prolongée à l'arsenic dans l'eau de boisson et les aliments peut provoquer des cancers et des lésions cutanées. On lui a aussi attribué des effets sur le développement, des maladies cardiovasculaires, une neurotoxicité et le diabète. à L'exposition au mercure, même en petites quantités, peut causer de graves problèmes de santé et constitue une menace pour le développement de l'enfant *in utero* et à un âge précoce. Ce métal peut avoir des effets toxiques sur les systèmes nerveux, digestif et immunitaire, et sur les poumons, les reins, la peau et les yeux. Le mercure est considéré par l'OMS comme l'un des dix produits chimiques ou groupes de produits chimiques extrêmement préoccupants pour la santé publique.

### **(iii) Les particules radioactives**

Le plus grand danger que constituent les eaux résiduelles radioactives est leur potentiel de contamination de l'eau potable ou d'intégration à la chaîne alimentaire, à travers l'agriculture ou la pêche. Une fois que le radium a pénétré le corps humain, par la nourriture, la boisson ou la respiration, il peut provoquer des cancers et d'autres problèmes de santé. En effet, la nocivité des éléments radioactifs n'est plus à démontrer et de nombreuses études démontrent leur haute dangerosité. Des données épidémiologiques permettent aujourd'hui d'établir que l'exposition aux rayonnements ionisants peut entraîner un excès de leucémies ou de tumeurs solides au niveau de plusieurs organes. En effet, les rayonnements ionisants peuvent interagir avec les structures biologiques et en particulier causer des dommages au niveau de l'ADN cellulaire. Ces dommages biologiques, s'ils sont mal réparés, peuvent altérer le fonctionnement normal des cellules et conduire au développement de cancers.

#### **4.5.1.1. Impact sur les femmes enceintes et les enfants**

L'exposition à des produits chimique constitue un facteur de risque majeur qui peut affecter les différentes étapes de la reproduction. De nombreuses études ont déjà démontré la plus grande vulnérabilité des femmes enceintes et des jeunes enfants à l'exposition à des substances chimiques tels que les solvants, les hydrocarbures etc<sup>(208)</sup>. Certains composés chimiques couramment utilisés pour la fracturation hydraulique tels que le benzène, le toluène ou le xylène sont connus pour leurs effets tératogènes<sup>(209)</sup> (induisant des malformations embryonnaires) ou mutagènes<sup>(210)</sup> (altérant l'ADN, support de l'information génétique) et peuvent traverser la barrière placentaire pour atteindre le fœtus<sup>(211)</sup>. Le développement embryonnaire de ces derniers conduit à des nourrissons malformés atteints de déficience mentale et comportementale et augmente le risque de complications à la naissance, de maladie et de mortalité pour les mères<sup>(212)</sup>. Un lien

a été démontré entre l'exposition au formaldéhyde et la fertilité masculine et féminine ainsi qu'avec les fausses couches<sup>(213)</sup>. Des études ont été réalisées sur des mères vivant à proximité des sites d'exploitation gazière en Pennsylvanie et au Colorado<sup>(214)</sup>. Alors que la première rapporte une incidence élevée de naissances prématurées et des faibles poids de naissance, la deuxième étude montre un taux plus élevé de malformations cardiaques et nerveuses à la naissance (comparé à des mères vivant dans des zones éloignées). D'autres études médicales ont révélé que le taux d'asthme chez les enfants entre 6 et 9 ans vivants dans les états (Texas, Pennsylvanie, Ouest Virginie) était de 2 à 3 fois plus élevé que la moyenne nationale.

Malgré ces faits évidents, les industriels continuent de nier un quelconque lien entre les produits chimiques qu'ils emploient et l'apparition de maladies chez les habitants autour des sites d'exploitation. Ils prétextent que l'eau de fracturation ne contient « que » 0,2% du volume total en composés chimiques et que ces derniers sont pour la plupart, des produits de consommation courante (voir tableau 18, chapitre 6.4). S'il est vrai que la proportion des substances chimiques est faible, cela représente tout de même quelques centaines de tonnes de produits dont certains sont reconnus hautement toxiques. De plus, certaines substances, même lorsqu'elles sont présentes en très faibles concentrations, peuvent être nocives de par leur nature propre ou parce que l'exposition quotidienne et/ou chronique fait qu'elles s'accumulent dans l'organisme. Ceci est d'autant plus vrai pour les travailleurs sur site, en contact direct avec l'eau de fracturation et l'air ambiant.

#### 4.5.1.2. Impacts sur les travailleurs



Photo : Eugene Richards, National Geographic



L'industrie du pétrole et du gaz est un métier à risque. Les opérations sur site exposent les travailleurs à des blessures infligées par les machines et les outils de forage, à l'inhalation et l'absorption d'hydrocarbures et de produits chimiques, à des brûlures graves, à des chutes et à des chocs contre des engins et des camions. Les conditions de travail sont très pénibles physiquement et sont stressantes. Elles se déroulent sur de longues plages horaires, jusqu'à 14h de travail d'affilée. Le risque d'accidents en est décuplé. Dans la réglementation qui régit la sécurité routière américaine, il existe même des exemptions concernant les chauffeurs de camions de transport du secteur pétro gazier pour leur permettre de travailler plus d'heures que ceux de la plupart des autres industries<sup>(2015)</sup>. Au Texas, le nombre d'accidents de la route mortels (de 3 victimes et plus) a triplé en l'espace de 5 ans<sup>(216)</sup>. La probabilité de perdre la vie au volant est 8,5 fois plus importante pour les employés de secteur pétrolier que ceux de tout autre secteur du transport routier<sup>(217)</sup>.

Une étude réalisée entre 2003 et 2006 aux États-Unis, a estimé que la mortalité chez les travailleurs des industries extractives de pétrole et de gaz tourne autour de 30,5 (pour 100 000 travailleurs) soit 7 fois la moyenne nationale des travailleurs<sup>(218)</sup> (figure 41).



Figure 41 : Comparaison de la mortalité (nombre de décès pour 100.000 travailleurs) dans l'industrie du pétrole et du gaz et la mortalité moyenne des travailleurs aux États-Unis pour la période 2000-2010 (Source : voir note 219)

Dans un rapport plus récent, l'organisation *Food and Water Watch* indique que, sur la période 2003-2012, ce taux reste toujours aussi élevé (26 pour 100 000 travailleurs) et qu'il varie selon la nature du poste occupé<sup>(220)</sup> (Figure 42).

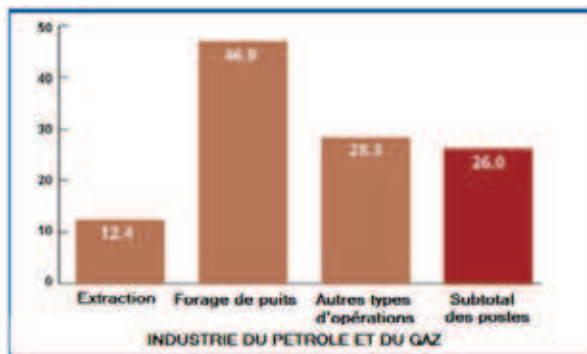


Figure 42 : Variabilité des taux de mortalités (pour 100 000 employés) selon les postes occupés dans l'industrie du pétrole et du gaz aux États-Unis<sup>(221)</sup>.

Le taux de mortalité varie aussi d'un État à un autre. Le seul état du Dakota du Nord enregistre, en 2012, une mortalité de 104 sur 100 000 travailleurs du secteur des extractions minières, pétrolières et gazières<sup>(222)</sup> et de 75 pour le secteur du pétrole et du gaz uniquement<sup>(223)</sup> (figure 43). Ce taux varie aussi en fonction de la taille de la compagnie, les plus petites dénombrant le plus grand nombre de décès, probablement parce que financièrement fragiles et peu regardantes sur la sécurité de leurs installations que les majors<sup>(224)</sup> (figure 43).

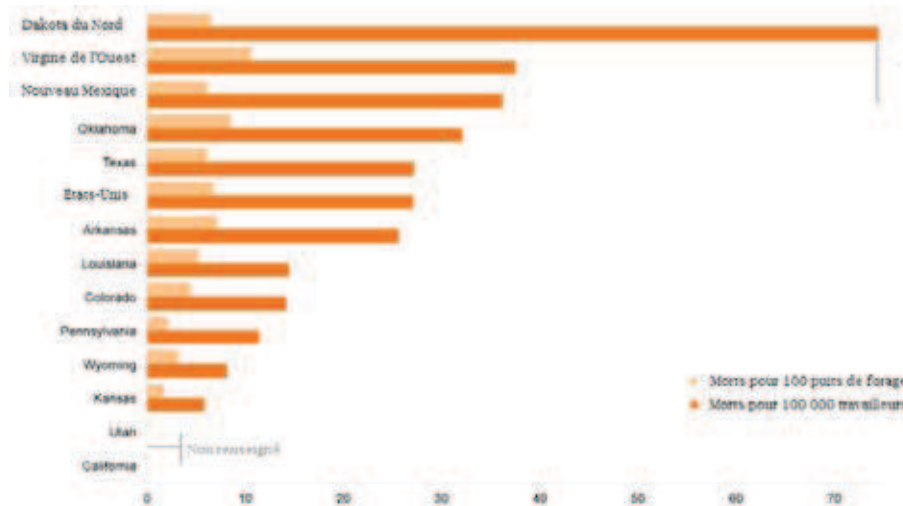


Figure 43 : Taux de mortalité des travailleurs du secteur pétrolier et gazier par état aux États-Unis en 2011-2012. (Source : voir note 223)

TAILLE DE LA COMPAGNIE	FORÉURS	OPÉRATEURS DE PUIITS	OPÉRATEURS DE PÉTROLE ET DE GAZ
jusqu'à 19 employés	212	72	28
20 à 99 employés	47	25	10
>100 employés	21	18	5

Figure 44 : Taux de mortalité (pour 100 000 employés) selon la taille de la compagnie et la nature du poste occupé dans l'industrie du pétrole et du gaz aux États-Unis. (Source : voir note 225)

Mais ce que révèle le rapport de *Food and Water Watch*, sur les conditions de travail dans ce secteur, est encore plus inquiétant. En effet, plusieurs compagnies pétrolières n'assurent pas leurs employés<sup>(226)</sup> et ne leur donne pas de compensation à la hauteur du préjudice subi. Par ailleurs, les travailleurs du secteur du pétrole et du gaz subissent des pressions de la part de leur hiérarchie pour ne pas déclarer les accidents qu'ils subissent. S'ils refusent, au mieux, toute leur équipe se voit privée de sa prime et au pire, ils se font renvoyer. De plus, ils s'exposent aux mêmes sanctions s'ils posent ou répondent à des questions concernant la sécurité sur site.



Selon les services américains de santé qui traitent les travailleurs de l'industrie du pétrole et du gaz, outre les traumatismes et les brûlures à différents degrés de gravité dont peuvent souffrir les patients, les pathologies médicales répertoriées vont du simple mal de tête au développement de cancers, en passant par des déficits immunitaires et des complications cardiovasculaires et respiratoires graves. Sur site, les travailleurs peuvent être exposés à des vapeurs toxiques, à de l'amiante<sup>(227)</sup> (contenue dans les additifs chimiques et les résidus de forage), à des particules de silice cristalline<sup>(228)</sup> (composant du sable utilisé comme proppant) à des taux supérieurs à la norme autorisée<sup>(229)</sup> (figure 45).



Figure 45 : Nuages de poussière de silice lors du déchargement de sable.  
Photo: NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)

#### 4.5.1.3. Nuisances sonores, visuelles et olfactives

L'exploitation d'un gisement de gaz de schiste nécessite un aménagement du site qui implique la circulation d'engins de grandes tailles comme des :

- Camions sismiques durant les phases d'exploration (figure 46) ;
- Bulldozer pour l'aménagement du site ;
- Engins de transport de l'équipement et de la machinerie, du personnel ;
- Camions pour acheminer les produits chimiques ;
- Camions citerne pour alimentation des génératrices et compresseurs, etc ;
- Camions citerne pour ramener l'eau douce pour la fracturation (figure 47) ;
- Camions citerne pour l'évacuation de l'eau de fracturation traitée ou à traiter.

La circulation incessante des camions occasionne du bruit, des poussières, une congestion du trafic autoroutier, une détérioration des routes et d'éventuelles fuites de produits chimiques ou d'eau polluée (post-fracturation hydraulique). Outre ces sources de pollution sonore, on peut également citer les bruits de foreuse, du moteur des génératrices et compresseurs, de la torchère et de l'envoi du gaz dans le pipeline. Dans les phases les plus intenses du projet, ce bruit peut être entendu 24 heures sur 24, notamment la nuit. De plus, les sites de forages restent éclairés durant la nuit, notamment pour éviter les vols, et des odeurs nauséabondes s'échappent des bassins de récupération des eaux de fracturation.

Cette pollution sonore, visuelle et olfactive peut affecter profondément la qualité de vie des riverains en engendrant stress et troubles du sommeil.



Figure 46 : Convoi de camions de prospection sismique 3D sur le site de Bouhajla, gouvernorat de Kairouan. (Photo : Dualex Energy International)



Figure 47 : camions citernes sur le site de gisement de Marcellus en Pennsylvanie. (Photo : Julia Schmalz - Getty Images)

#### 4.5.1.4. Impacts sociétaux et socio-économiques

D'après un rapport datant de septembre 2013<sup>(230)</sup>, le tissu social se trouve altéré dans les villes avoisinant les gisements d'huiles et de gaz de schiste. L'intensification du trafic autoroutier augmente le stress, des blessures et le nombre de décès. Ce rapport montre comment la technique d'extraction du gaz de schiste provoque une pollution sonore industrielle qui est corrélée avec l'hypertension artérielle, les troubles du sommeil, les malaises cardiovasculaires, les accidents cérébrovasculaires, l'augmentation de l'agressivité, de la dépression et les troubles cognitifs. Ce rapport pointe également les perturbations sociales telles que l'augmentation des maladies sexuellement transmissibles, la toxicomanie, les abus sexuels et la criminalité violente<sup>(231)</sup>.

En 2012, Witter<sup>(232)</sup> réalise une étude auprès des habitants du Colorado vivants dans un rayon de 1 000 pieds des sites de forage et soumis à des bruits dont l'intensité varie entre 65 et 69 dB. Le chercheur établit une corrélation de la nuisance sonore avec les troubles du sommeil, la fatigue, les changements d'humeur et le stress et les mauvais résultats scolaires.

Il faut noter également, que certaines familles ont été forcées d'abandonner leur logement suite à des accidents sur site<sup>(233)</sup> ou après avoir été empoisonnées par l'eau de boisson contenant des taux élevés d'arsenic, de benzène et de toluène issus des liquides de fracturation et infiltrés dans les nappes d'eau<sup>(234)</sup>.

Les dégâts infligés aux propriétés foncières sont une autre externalité de la fracturation hydraulique. Sous les vibrations, les fondations des habitations se fissurent et les murs et les sols se lézardent<sup>(235)</sup>. En Grande Bretagne, sur la côte de Fylde, 80 maisons de riverains de la zone d'exploitation de Blackpool, ont subi des dommages. Cuadrilla, l'opérateur, a reconnu les faits et a proposé un dédommagement mais uniquement pour les propriétaires des maisons qui ne montraient aucun signe de détérioration antérieure. Or la plupart des maisons se dégradent naturellement au bout de 2 ans. De plus, la grande majorité des assureurs refusent de couvrir les frais de réparation et ceux qui acceptent de le faire l'ont fait à condition d'augmenter substantiellement la prime de l'assuré<sup>(236)</sup>.

L'environnement est aussi un bien marchand lorsque sa valeur esthétique et récréative se traduit en une valeur monétaire. En Pennsylvanie, les activités de pêche en rivière, de chasse et récréatives lui assurent des rentrées d'argent. En 2013, l'État a perçu 2,6 millions de dollars contre 3,6 millions, en 2011, pour les seules licences de pêches<sup>(237)</sup>. Les impacts écologiques négatifs dus à l'intensification du développement du gaz de schiste représentent un manque à gagner dans la balance économique d'une région.

#### 4.5.2. Considérations toxicologiques

La toxicologie, science qui étudie l'impact des substances toxiques sur les systèmes biologiques, fournit des données objectives quant à la nocivité de certains composés sur le fonctionnement de la vie et permet de déterminer le caractère dangereux d'une molécule chimique. En effet, les expériences réalisées sur des modèles biologiques proches de l'Homme tels que les mammifères (rats, souris) ou sur des cellules, établissent le type de toxicité induite suite à l'exposition à une substance donnée. De manière générale,

un composé chimique étranger au système biologique (xénobiotique) qui pénètre dans l'organisme entre en interaction avec les composés cellulaires et ses effets peuvent se décliner en plusieurs types d'atteinte, de différentes gravités, allant de l'allergie (hypersensibilité) au cancer ou aux malformations embryonnaires (tératogène) en fonction de la dose, de la fréquence et de la durée d'exposition (figure 48).

Sur les 100 000 substances chimiques existantes, la toxicité de seulement 3% d'entre elles est connue à ce jour<sup>(238)</sup>.

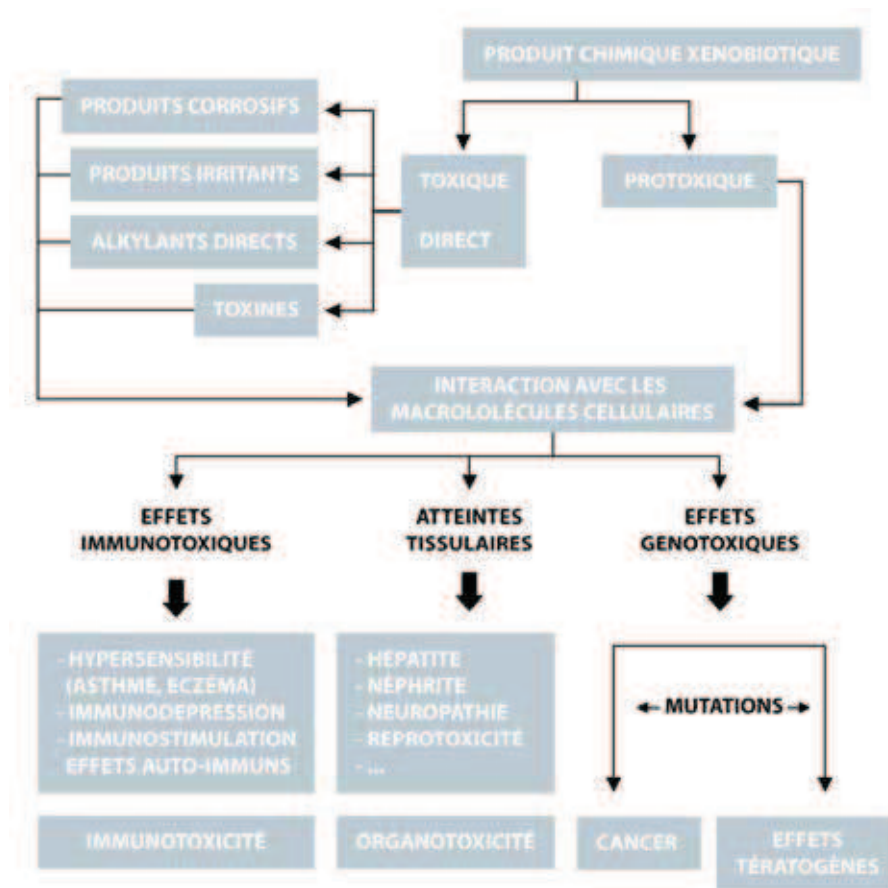


Figure 48 : Effets des composés chimiques (xénobiotiques)

Certaines molécules chimiques, issues de l'industrie de la chimie, sont capables de dérégler le fonctionnement hormonal normal. Elles sont désignées sous le nom de perturbateurs endocriniens et sont retrouvées dans de nombreux produits de consommation courante. Près de 50% des substances chimiques utilisées dans la technologie d'extraction des gaz de schiste sont, des perturbateurs endocriniens (Figure 50). L'utilisation de ces composés pose un véritable problème sanitaire qui peut se manifester à travers la contamination des aquifères ou à partir de la pollution aérienne. La présence de mélanges de perturbateurs

endocriniens est particulièrement problématique et doit être considérée avec la plus grande inquiétude car ces molécules ne suivent pas le dogme de la toxicité classique<sup>(239)</sup> mais agissent d'une part à de très faibles doses<sup>(240)</sup> amplifiées par un effet cocktail<sup>(241)</sup> et d'autre part à des périodes critiques du développement (gestation en particulier) dont on découvre qu'elles pourraient être responsables de l'apparition de pathologies à l'adolescence et l'âge adulte et qui peuvent se faire sentir sur plusieurs générations (figure 51)

Selon André Picot, créateur de l'Unité de prévention du risque chimique en France, « Certains produits ne sont pas dangereux au départ, mais à l'arrivée ils peuvent être mutagènes et cancérogènes. La fracturation hydraulique est un réacteur chimique extraordinaire : on est face à un circuit fermé, situé à environ 2000 mètres sous le sol, chauffé et sous pression. Ce type de réactions chimiques je ne l'ai vu qu'en laboratoire, mais pas à cette échelle »



Figure 49 : Pourcentage de produits utilisés dans l'extraction des gaz non conventionnels présentant une activité de perturbation endocrinienne.

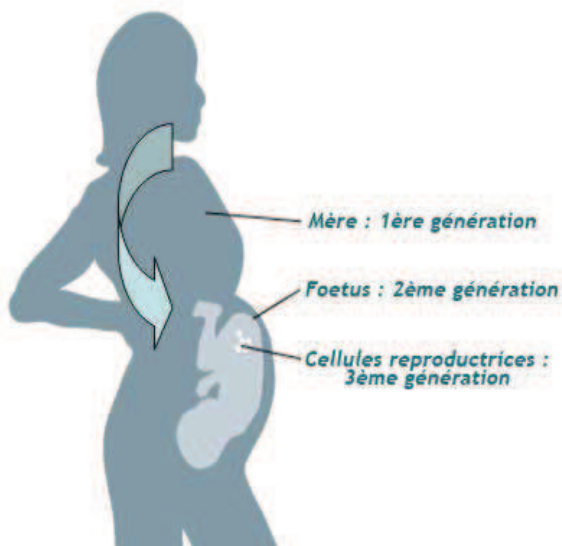


Figure 51 : Effets trans-générationnels des perturbateurs endocriniens. Source : Bernard Turpin - réseau environnement santé - Collectif national médecins santé environnement - CNMSE