

RAPPORT D'ÉTUDE
DRS-07-86164-03522A

13/11/2007

**L'élaboration des Plans de Prévention des
Risques Technologiques relatifs aux stockages
souterrains visés à l'article 3-1 du Code Minier**

Guide Méthodologique

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Technologiques relatifs aux stockages souterrains visés à l'article 3-1 du Code Minier

Guide méthodologique

Direction des Risques du Sol et du Sous-sol

Ministère de l'Ecologie du Développement et de l'Aménagement Durable

Ouvrage élaboré avec le concours d'un groupe de travail constitué de représentants des organismes suivants :

INERIS, Ministère de l'Ecologie du Développement et de l'Aménagement Durables, DRIRE Ile de France, DRIRE Rhône-Alpes, DRIRE Aquitaine, DRIRE Provence-Alpes-Côtes d'Azur, DRIRE Centre, GDF, GEOSTOCK, TIGF.

Sous la direction de l'INERIS

PREAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	F. LAHAIE – R. SALMON	M. MERAD - M. GHOREYCHI	C. DIDIER
Qualité	Respectivement Ingénieur à l'Unité « Auscultation et Surveillance Géophysique et Géotechnique » Ingénieur à l'Unité « Risques Géotechniques liés à l'Exploitation du Sous-sol » à la Direction des Risques du Sol et du Sous-Sol	Respectivement Responsable de l'Unité « Gestion Sociétale » de la Direction des Risques Accidentels et Directeur des Risques du Sol et du Sous-Sol	Directeur-Adjoint des Risques du Sol et du Sous-Sol
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

1. GÉNÉRALITÉS SUR LES STOCKAGES SOUTERRAINS.....	9
1.1 Situation des stockages souterrains en France	9
1.2 Description d'un stockage souterrain	13
1.2.1 Le réservoir.....	13
1.2.1.1 Stockage en milieu poreux	13
1.2.1.2 Stockage en cavité saline.....	14
1.2.1.3 Stockage en cavité minée	15
1.2.2 Les puits d'exploitation	16
1.2.3 Les puits de contrôle.....	17
1.2.4 Les canalisations (collectes).....	18
1.2.5 La station centrale.....	18
1.3 Cadre législatif et réglementaire des stockages souterrains	19
2. CONDITIONS ET MODALITÉS D'ÉLABORATION ET DE MISE EN ŒUVRE D'UN PPRT SUR UN STOCKAGE SOUTERRAIN	21
2.1 Domaine d'intervention du PPRT.....	21
2.2 La prescription du PPRT : délimitation du périmètre d'étude et détermination des modalités du dialogue local	22
2.3 La démarche d'élaboration du PPRT.....	22
2.3.1 La séquence d'étude technique.....	22
2.3.2 La phase de stratégie	23
2.3.3 La séquence d'élaboration du projet de PPRT	24
2.4 La phase d'approbation du PPRT	24
2.5 Modalités de financement	25
2.6 Révision et abrogation du PPRT.....	25
2.6.1 La révision	25
2.6.2 L'abrogation	26
2.7 Services instructeurs	26
2.7.1 Les Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)	26
2.7.2 Les Directions Départementales de l'Équipement	26
2.7.3 Interactions entre les deux services	27
2.8 Importance du dialogue local	27
2.8.1 La concertation	27

2.8.2	L'association.....	27
2.9	Les pièces constitutives réglementaires	28
3.	ANALYSE ET CARTOGRAPHIE DES ALÉAS ASSOCIÉS AUX STOCKAGES SOUTERRAINS.....	31
3.1	Définition de l'aléa.....	31
3.2	Phénomènes dangereux retenus pour le PPRT et définition du périmètre d'étude	32
3.3	Les principes généraux de qualification et de cartographie des aléas.....	33
3.3.1	Principes de qualification de l'aléa.....	34
3.3.1.1	Qualification des classes d'intensité.....	34
3.3.1.2	Qualification des classes de probabilité d'occurrence.....	35
3.3.1.3	Attribution des niveaux d'aléa.....	37
3.3.2	Cartographie de l'aléa.....	38
3.3.2.1	Principes cartographiques.....	38
3.3.2.2	Marges d'incertitudes accompagnant la cartographie de l'aléa.....	39
4.	ANALYSE DES ENJEUX, SUPERPOSITION DES ALÉAS ET DES ENJEUX, ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	41
5.	LISTE DES ANNEXES	45

SYNTHÈSE

Afin de limiter l'exposition de la population aux conséquences d'éventuels accidents, la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels prévoit l'élaboration et la mise en œuvre de Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) sur tout site industriel à risques d'accident majeur. Ces dispositions s'appliquent en particulier aux stockages souterrains visés à l'article 3-1 du Code Minier, c'est à dire aux stockages souterrains de gaz naturel, d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés ou de produits chimiques à destination industrielle.

En 2005, un guide méthodologique a été élaboré par la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (MEDD) et la Direction Générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction (MTETM). Ce guide précise les règles pratiques d'élaboration des PPRT afin de faciliter leur mise en œuvre sur l'ensemble des sites concernés du territoire français.

La méthodologie développée dans ce guide général est destinée aux installations de surface d'un site industriel. Elle est cependant mal adaptée aux stockages souterrains qui présentent des spécificités réglementaires et techniques.

Le présent guide décline la méthodologie d'élaboration des PPRT aux sites de stockage souterrain en intégrant leurs spécificités :

- Cadre législatif et réglementaire : les stockages souterrains de gaz naturel, d'hydrocarbures liquides, liquéfiés ou gazeux ou de produits chimiques sont soumis :
 - au code minier (loi n°2003-8 du 31/01/2003, décrets n°2006-648 et 2006-649 du 02/06/2006)
 - à la directive européenne « Seveso » (décret du 02/06/2002) ;
 - à la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
 - aux dispositions réglementaires du code de l'environnement pour les sites de stockages souterrains comportant des Installations Classées (IC).

Le chapitre 1.3 présente le cadre législatif et réglementaire des stockages souterrains.

Les textes définissant les critères d'évaluation de la probabilité, de l'intensité et de la gravité (arrêté PCIG du 29 septembre 2005) ou les critères d'acceptabilité des risques (circulaire MMR du 29 septembre 2005) ne s'appliquent, à priori, qu'aux seuls stockages souterrains soumis à autorisation. Ces critères seront néanmoins utilisés comme critères de référence lors de la réalisation des études de danger pour l'ensemble des sites de stockages souterrains.

Cet esprit d'harmonisation est matérialisé par la circulaire conjointe de la DDPH et de la DARQSI du 10 septembre 2004 recommandant que les études de danger prévues par chacune des réglementations fassent l'objet d'un seul document.

- Phénomènes dangereux retenus pour le PPRT « stockage souterrain » :

Les aléas susceptibles d'être retenus dans le cadre d'un PPRT « stockage souterrain » sont ceux relatifs aux :

- effets thermiques ;
- effets de surpression ;
- effets toxiques ;
- mouvements de terrains brutaux : cet aléa, spécifique aux sites de stockage souterrain, s'explique par la présence de cavités souterraines susceptibles, dans des conditions très particulières, d'engendrer un effondrement brutal de la surface, caractérisé par l'apparition soudaine en surface d'un cratère dont l'extension horizontale pourrait atteindre quelques dizaines de mètres. C'est le caractère soudain du phénomène qui en constitue la dangerosité. Si le risque d'effondrement peut être négligé pour une cavité isolée se trouvant à grande profondeur, ou dans le cas d'un aquifère de stockage, ce n'est pas nécessairement le cas d'une cavité (ou d'un réseau de cavités) à faible profondeur.

Le chapitre 3.3.1.1 (resp. 3.3.1.2) établit les valeurs seuils et correspondances pour la détermination des niveaux d'intensité (resp. des niveaux de probabilité d'occurrence).

- Zonage réglementaire : Les principes d'établissement du zonage réglementaire sont identiques dans le cadre des PPRT « stockages souterrains » à ceux applicables à tout type de PPRT. Le chapitre 4 propose le tableau de correspondance entre les niveaux d'aléa et les principes de réglementation. Ce tableau a néanmoins été complété de lignes supplémentaires indiquant les principes de réglementation pour l'aléa « mouvement de terrain ».

INTRODUCTION

Le stockage en souterrain d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés, de gaz naturel ou de produits chimiques a connu ces dernières années un développement croissant en France et dans d'autres pays industriels. Aujourd'hui, le stockage en souterrain, en cavités salines réalisées par lessivage, en aquifères ou en cavités minées, constitue un maillon essentiel de la politique énergétique des pays concernés.

Ceci étant, malgré les dispositions prises par les exploitants, le caractère explosif, inflammable ou toxique des produits stockés et les quantités importantes emmagasinées, ne manquent pas de soulever certaines questions quant à la sécurité des personnes et des biens et à l'impact sur l'environnement. La complexité du stockage en souterrain réside en fait dans la superposition et l'interaction possible, de deux types de risques, d'une part les risques d'incendie, d'explosion ou d'émanation de produit toxique propres aux installations de surface et d'autre part, les risques de mouvements de terrains ou de pollution environnementale liés à la présence en souterrain de cavités ou d'aquifères de stockage. Par ailleurs, les risques liés aux stockages souterrains peuvent perdurer au-delà de leur fermeture.

Afin de limiter l'exposition de la population aux conséquences d'éventuels accidents, la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages prévoit désormais l'élaboration et la mise en œuvre de Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) sur tout site industriel à risque d'accident majeur. Ces dispositions s'appliquent en particulier aux stockages souterrains visés à l'article 3-1 du Code Minier, c'est-à-dire aux stockages de gaz naturel, d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés ou de produits chimiques.

Dans un esprit de **protection des personnes**, l'objectif opérationnel des PPRT est double : résoudre les situations difficiles en matière **d'urbanisme héritées du passé** et mieux encadrer **l'urbanisation future** autour des établissements industriels à « haut risque ».

Le PPRT délimite, autour du ou des sites industriels concernés, un périmètre d'exposition aux risques à l'intérieur duquel un **zonage réglementaire** est institué. Ce zonage réglementaire peut proposer des contraintes et des règles particulières en matière de construction, d'urbanisme et d'usage, ainsi que des mesures foncières pour assurer la protection des personnes.

En 2005, un guide méthodologique (dénommé par la suite « Guide PPRT ») a été élaboré par la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques / MEDD et la Direction Générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction / MTETM en collaboration notamment avec l'INERIS et les CERTU/CETE, pour préciser les règles pratiques d'élaboration des PPRT et faciliter leur mise en œuvre sur l'ensemble des sites concernés du territoire français. Si la méthodologie développée dans ce guide général se prête bien aux installations de surface d'un site industriel, elle n'est en revanche pas directement adaptée aux stockages souterrains, qui présentent de nombreuses spécificités imposées par le milieu naturel et les ouvrages réalisés en son sein.

Le présent guide (dénommé par la suite « Guide PPRT stockages souterrains ») a pour objet de définir une méthodologie d'élaboration des PPRT adaptée aux stockages souterrains, c'est-à-dire intégrant à la fois les risques liés aux installations de surface et les risques spécifiques aux ouvrages souterrains. Il s'adresse à l'ensemble des acteurs intervenant dans l'élaboration d'un PPRT (services de l'état, collectivités, exploitants, bureaux d'études, etc.). Il a vocation à faciliter et à accompagner la mise en œuvre des PPRT dans le contexte des stockages souterrains. Le Guide PPRT stockages souterrains vient en complément du Guide PPRT édité par le MEDD.

L'ouvrage se décompose en 4 chapitres. Ceux-ci abordent successivement les points suivants :

- quelques généralités sur les stockages souterrains (situation en France, description d'un stockage, cadre législatif et réglementaire) ;
- les conditions d'élaboration d'un PPRT sur un stockage souterrain ;
- l'analyse et la cartographie des aléas liés aux stockages souterrains ;
- les principes du zonage réglementaire autour d'un site de stockage souterrain.

Un glossaire, en annexe, précise la définition de certains termes.

1. GÉNÉRALITÉS SUR LES STOCKAGES SOUTERRAINS

1.1 SITUATION DES STOCKAGES SOUTERRAINS EN FRANCE

Il existe en France de nombreux stockages souterrains de gaz naturel, de produits chimiques ou de produits pétroliers, que ce soit à l'état liquide ou de gaz. Le recours au stockage en souterrain a connu un développement croissant avec le premier choc pétrolier dans les années 1970. Dans le but de mieux ajuster l'offre à la demande, en toutes circonstances, et de mieux garantir la sécurité d'approvisionnement, plusieurs types de stockage se sont alors développés :

- **le stockage en milieu poreux** : utilisé uniquement pour le gaz naturel en phase gazeuse, ce type de stockage consiste à utiliser les vides présents dans une couche géologique poreuse et perméable, surmontée d'une couche imperméable qui interdit toute migration du gaz vers la surface. Principalement effectué dans des couches aquifères n'ayant jamais piégé d'hydrocarbures, le stockage en milieu poreux peut également concerner des gisements de gaz ou de pétrole déplétés et réutilisés à des fins de stockage ;
- **le stockage en cavité saline** : il s'agit de cavités réalisées par dissolution (lessivage) dans des couches de sel, milieu non poreux et imperméable. Il permet de stocker des produits liquides, liquéfiés ou gazeux ;
- **le stockage en cavité minée** : ce type de stockage est constitué d'un réseau de chambres creusées en profondeur, par des techniques minières, dans une roche compétente à une profondeur et dans des conditions hydrologiques garantissant le confinement du produit. Il est utilisé pour stocker des produits liquides ou liquéfiés.

Ces trois techniques sont mises en œuvre en France dans des proportions relativement comparables, avec toutefois une légère prédominance du stockage en milieu poreux, comme on peut le voir dans le Tableau 1.

<i>Type de stockage</i>	<i>Nombre de sites en France</i>
<i>Milieu poreux</i>	12
<i>Cavité réalisée par dissolution</i>	8
<i>Cavité minée</i>	7
<i>Total</i>	28

Tableau 1 : Répartition en nombre des différents types de stockages souterrains en France (2006)

Géographiquement, les sites de stockage souterrain se concentrent essentiellement dans trois grandes régions : le grand bassin parisien, la vallée du Rhône et le bassin aquitain (voir Figure 1).

Les substances exploitées en France peuvent être classées en trois grandes catégories :

- le **gaz naturel** ;
- les **hydrocarbures liquides**, c'est-à-dire à l'état liquide lorsqu'ils sont à pression atmosphérique : le pétrole brut appartient à cette catégorie, tout comme le fuel, l'essence ou le naphta ;
- les **hydrocarbures ou produits chimiques liquéfiés**, c'est-à-dire rendus à l'état liquide après avoir été mis sous pression. Appartiennent à cette catégorie les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) tels que le butane ou le propane ainsi que le propylène et l'éthylène.

Notons toutefois que le gaz naturel et les hydrocarbures liquéfiés (GPL) sont de loin les produits les plus concernés par le stockage en souterrain.

La liste complète des stockages souterrains actuels en France, ainsi que leurs caractéristiques principales, sont données dans le Tableau 2. Les termes marqués d'un astérisque sont définis dans le glossaire.

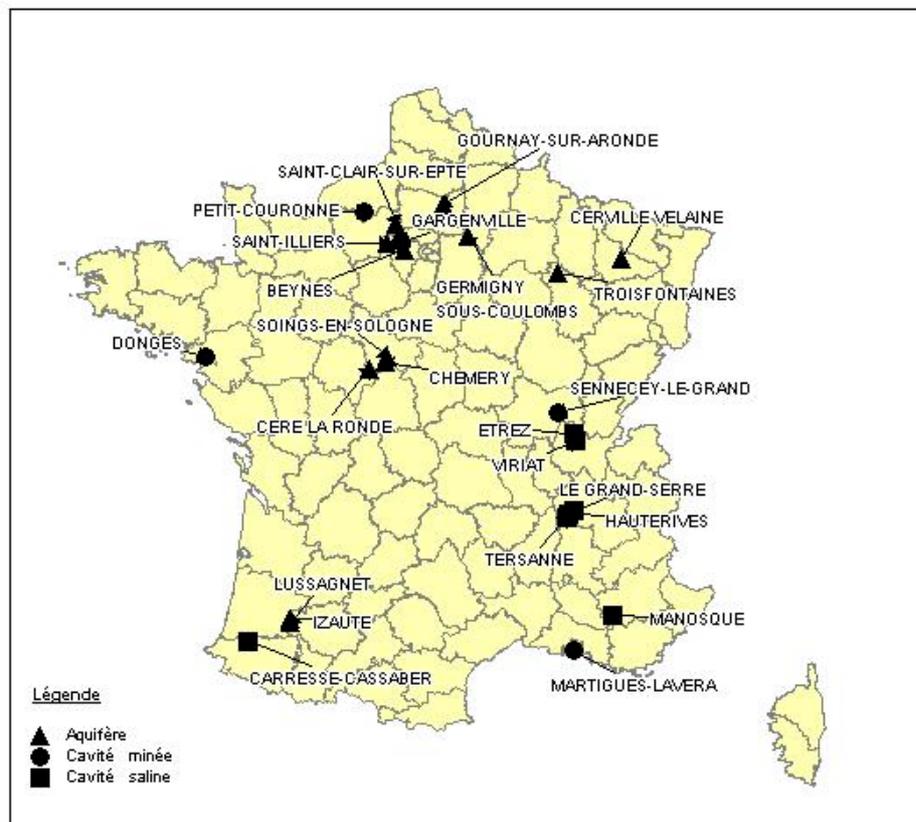


Figure 1 : Localisation des sites de stockage souterrain en France (2006)

Nom de l'exploitant	Département	Nom du stockage	Type de stockage	Année de mise en service	Profondeur du toit (en m/sol)	Nb de cavités	Stock total	Produit stocké	Surface du périmètre de stockage (en km ²)
							(en Nm ³ pour le gaz en aquifère ou en m ³ pour les cavités)		
GDF	78	BEYNES profond	Aquifère	1975	740	1	800 000 000	Gaz naturel	17.4
GDF	78	BEYNES supérieur	Aquifère	1956	405	1	475 000 000	Gaz naturel	-
GDF	37	CERE LA RONDE	Aquifère	1993	905	1	1 200 000 000	Gaz naturel	61.8
GDF	54	CERVILLE VELAINE	Aquifère	1970	470	1	1 500 000 000	Gaz naturel	28.4
GDF	41	CHEMERY	Aquifère	1968	1120	1	7 000 000 000	Gaz naturel	52.5
GDF	77	GERMIGNY SOUS COULOMBS	Aquifère	1982	892	1	2 600 000 000	Gaz naturel	252.2
GDF	60	GOURNAY SUR ARRONDE	Aquifère	1976	750	1	2 200 000 000	Gaz naturel	116.0
TIGF	32	IZAUTE	Aquifère	1981	510	1	3 000 000 000	Gaz naturel	19.9
TIGF	40	LUSSAGNET	Aquifère	1957	545	1	2 400 000 000	Gaz naturel	15.5
GDF	95	SAINT CLAIR SUR EPTÉ	Aquifère	1979	742	2	2 200 000 000	Gaz naturel	84.0
GDF	78	SAINT ILLIERS	Aquifère	1965	470	1	1 500 000 000	Gaz naturel	17.1
GDF	41	SOINGS EN SOLOGNE	Aquifère	1981	1135	1	760 000 000	Gaz naturel	32.0
GDF	51	TROIS FONTAINES	Aquifère	PROJET	1634	1	1 500 000 000	Gaz naturel	180
GDF	1	ETREZ	Cavité saline	1979	1400	21	3 771 000	Gaz naturel	28.0
GDF	26	HAUTERIVES	Cavité saline	PROJET	1160	5	2 250 000	Gaz naturel	-

Nom de l'exploitant	Département	Nom du stockage	Type de stockage	Année de mise en service	Profondeur du toit (en m/sol)	Nb de cavités	Stock total	Produit stocké	Surface du périmètre de stockage (en km ²)
							(en Nm ³ pour le gaz en aquifère ou en m ³ pour les cavités)		
GEOMETHANE	4	MANOSQUE	Cavité saline	1993	1000	7	2 200 000	Gaz naturel	29.1
GDF	26	TERSANNE	Cavité saline	1970	1400	14	1 566 000	Gaz naturel	15.0
TOTAL (arrêté)	64	CARRESSE CASSABER	Cavité saline	1968	300	4	43 350	GPL (propane)	-
GEOSSEL	4	MANOSQUE	Cavité saline	1967	300 à 900	32	13 000 000	HC liquides, pétrole brut, GPL	-
TOTAL	1	VIRIAT	Cavité saline	1970	1000	2	150 000	Pdt chim liquéfiés (éthylène)	-
NOVAPEX	26	GRAND SERRE	Cavité saline	1972	1250	1	60 000	Pdt chim liquéfiés (propylène)	0.8
GEOGAZ LAVERA	13	LAVERA	Cavité minée	1984	80	2	183 000	GPL (butane)	-
GEOGAZ LAVERA	13	LAVERA	Cavité minée	1971	110	1	120 000	GPL (propane)	-
PRIMAGAZ	13	LAVERA	Cavité minée	1998	142	1	98 200	GPL (propane)	-
SOCIETE DES PETROLES SCHELL	76	PETIT COURONNE	Cavité minée	1966	150	2	65 000	GPL (butane, propane)	-
TOTAL	44	DONGES	Cavité minée	1977	120	2	77 000	GPL (propane)	-
GEOVEXIN	78	GARGENVILLE	Cavité minée	1977	130	1	130 000	GPL (propane)	-
BUTAGAZ	71	SENECEY LE GRAND	Cavité minée	1996	133	1	8 000	GPL (propane)	-

Tableau 2 : Liste des stockages souterrains en France (2006)

1.2 DESCRIPTION D'UN STOCKAGE SOUTERRAIN

Un stockage souterrain se compose principalement des unités suivantes :

- le **réservoir**, c'est-à-dire la structure géologique souterraine ou la (les) cavité(s) souterraine(s) artificielle(s) renfermant le produit ;
- les **puits d'exploitation** reliant le réservoir à la surface et utilisés pour l'injection et le soutirage du produit ;
- les **puits de contrôle** (stockages en milieux poreux) pour la surveillance de l'étanchéité du réservoir ;
- les **collectes** ou **canalisations** reliant chaque puits à la station centrale ;
- la **station centrale** qui assure entre autre le traitement du produit soutiré et la compression du produit injecté.

1.2.1 LE RÉSERVOIR

Les différents types de réservoirs sont présentés ci-après de manière succincte.

1.2.1.1 STOCKAGE EN MILIEU POREUX

Une formation géologique poreuse et perméable peut servir de réservoir pour le stockage de gaz naturel à condition qu'elle soit :

- surmontée d'une couche imperméable (la couverture) pour éviter toute migration du gaz vers la surface (voir Figure 2),
- structurée en forme de piège (d'anticlinal par exemple) pour assurer un confinement latéral,
- située à une profondeur telle (entre 400 et 2000 m) que l'on obtienne une compatibilité entre les régimes de pression dans le réseau de transport et dans le réservoir.

En phase de stockage, le gaz est comprimé et injecté à l'état gazeux dans le réservoir à une pression supérieure à celle de l'eau : il repousse l'eau occupant initialement les interstices de la roche de sorte à être maintenu prisonnier entre la couche supérieure étanche et la nappe d'eau. Au déstockage, le gaz est soutiré sous l'effet de sa propre pression et l'eau peut reprendre sa place.

L'avantage principal de ce type de réservoir est qu'il permet de stocker de très grandes quantités de gaz, c'est-à-dire plusieurs milliards de mètres cubes. Son inconvénient majeur est sa faible réactivité, liée à l'inertie importante des mouvements du gaz lors des opérations d'injection ou de soutirage. D'autre part, il nécessite une configuration géologique particulière.

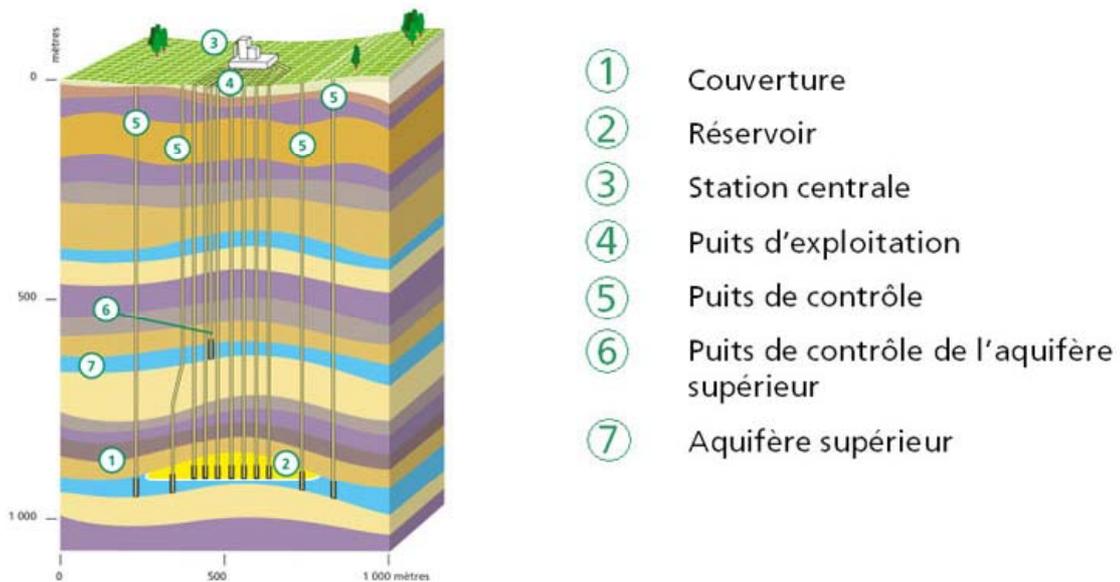


Figure 2 : Coupe schématique d'un stockage en milieu poreux
(source : <http://www.gdf.fr/>)

1.2.1.2 STOCKAGE EN CAVITÉ SALINE

Le sel est un matériau extractible par dissolution à l'eau (lessivage) permettant ainsi la réalisation de vastes cavités souterraines artificielles, situées à des profondeurs comprises entre 200 et 2000 mètres. En pratique, de l'eau douce ou faiblement salée est injectée en profondeur par l'intermédiaire d'un forage et dissout progressivement le sel de façon contrôlée. C'est par ce même forage que la saumure produite est évacuée.

Pour contrôler la géométrie de la cavité lors du lessivage, et donc assurer sa stabilité, on utilise par exemple le fuel, non miscible à l'eau et plus léger que cette dernière, que l'on injecte au toit de la cavité. La présence du fuel empêche le lessivage de s'opérer à cet endroit. La variation du niveau de l'interface eau/fuel permet de contrôler et de corriger la forme géométrique de la cavité. Les cavités ainsi obtenues peuvent être de plusieurs centaines de mètres de hauteur et de plusieurs dizaines de mètres de diamètre (voir Figure 3).

Le sel étant pratiquement étanche aux fluides, il se prête bien au stockage de gaz, d'hydrocarbures ou de produits chimiques. Pour injecter du gaz, celui-ci est comprimé à une pression supérieure à celle de la cavité. Cette pression doit :

- être suffisamment élevée pour compenser la forte pression du terrain et éviter une réduction du volume de la cavité ;
- rester à un niveau raisonnable pour ne pas risquer une fracturation des terrains aux parois de la cavité.

Pour soutirer, il suffit d'ouvrir les vannes et de laisser le gaz sortir après l'avoir détendu à la pression du gaz des conduites.

L'avantage majeur de ce type de stockage est qu'il est très réactif : le passage d'une phase d'injection à une phase de soutirage est rapide. En revanche, la capacité de stockage est beaucoup faible que dans une couche aquifère.

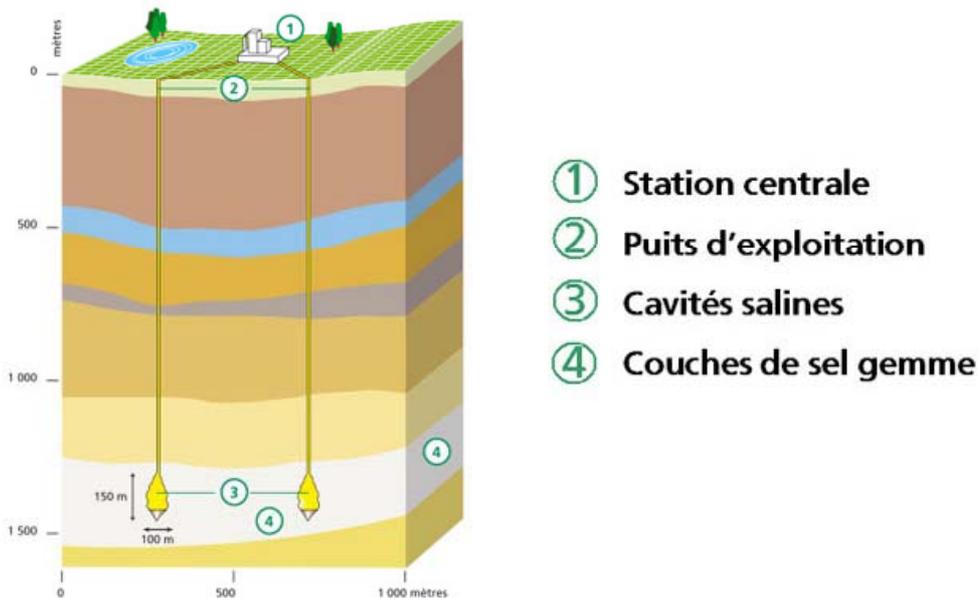


Figure 3 : Coupe schématique d'un stockage en cavités salines
 (source : <http://www.gdf.fr/>)

1.2.1.3 STOCKAGE EN CAVITÉ MINÉE

Des ouvrages souterrains peuvent être spécialement conçus et réalisés par l'homme à des fins de stockage de produits chimiques ou pétroliers. Le choix d'une cavité souterraine propice au stockage s'appuie essentiellement sur des critères hydromécaniques :

- la stabilité de la cavité doit être assurée (dimensionnement, compétence de la roche hôte...);
- la paroi de la cavité n'étant pas revêtue (pour le cas des cavités exploitées en France), l'étanchéité du stockage est obtenue par confinement hydraulique ; l'implantation de la cavité doit donc être telle que l'eau contenue naturellement dans la roche environnante s'écoule en tout point vers la cavité, empêchant ainsi toute migration du produit stocké.

L'étanchéité naturelle peut être renforcée par la technique dite du « rideau d'eau » (Figure 4). Celle-ci consiste à imposer, au toit de la cavité, une charge hydraulique donnée en alimentant des forages réalisés à cette fin. La surveillance de l'étanchéité du stockage est réalisée au moyen d'un suivi hydrogéologique et d'un contrôle des débits d'eau exhaurée, qui permettent de s'assurer que l'écoulement s'opère toujours de l'extérieur vers la cavité.

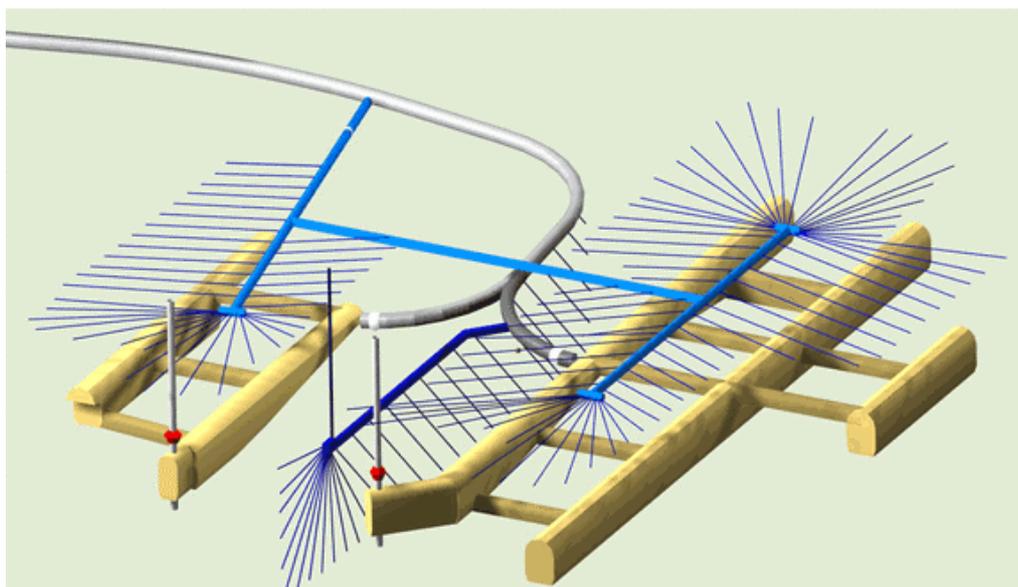


Figure 4 : La technique du « rideau d'eau » pour le stockage en cavité minée
(source : Geostock)

1.2.2 LES Puits D'EXPLOITATION

Les puits d'exploitation assurent alternativement l'injection et le soutirage du produit dans le réservoir. Ils sont constitués principalement :

- d'un ensemble de tubes concentriques (cuvelage) traversant les différents terrains jusqu'au toit du réservoir ;
- d'une colonne de production située à l'intérieur du cuvelage, permettant la circulation du produit lors des phases d'injection et de soutirage. Celle-ci comprend notamment :
 - un tubage descendant jusqu'au niveau du réservoir,
 - un certain nombre d'éléments de sécurité (organe de sectionnement à sécurité positive isolant automatiquement le puits en cas de chute de pression anormale en tête de puits, obturateur annulaire permettant d'assurer l'ancrage du tubage sur le cuvelage et l'isolement de l'espace annulaire compris entre les deux avec le réservoir),
- d'éléments de fond comprenant notamment :
 - un dispositif de raccordement à la colonne de production,
 - des crépines permettant d'éviter l'entraînement de corps solides lors du soutirage,
 - un dispositif de fermeture et d'ancrage en bas de la dernière crépine.
- d'une tête de puits située à la surface et comportant un certain nombre de robinets manuels pour les opérations de maintenance.

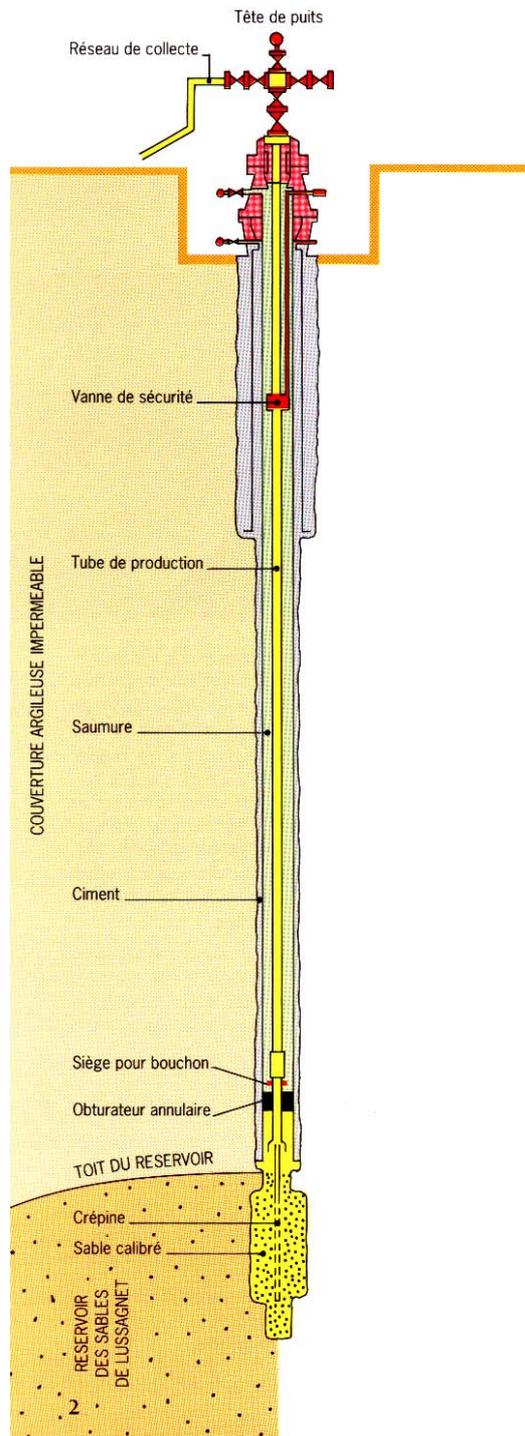


Figure 5 : Schéma type d'un puits d'exploitation.

1.2.3 LES PUIITS DE CONTRÔLE

Pour les stockages en milieu poreux, un certain nombre de puits de contrôle permettent de surveiller la zone du réservoir et son confinement. Il existe différents types de puits de contrôle (Figure 2) :

- les puits de contrôle dans la bulle de gaz : ils sont situés dans la bulle de gaz, près de sa limite, et permettent de mesurer notamment le niveau de l'interface eau/gaz ;
- les puits de contrôle périphériques : ils sont situés à l'extérieur de la bulle de gaz ou en limite de celle-ci, et permettent de faire des mesures de pression ou des prélèvements d'échantillons d'eau. L'atteinte par le gaz de certains de ces puits, situés dans des directions critiques du développement de la bulle, entraîne le ralentissement ou l'arrêt de l'injection ;
- les puits de contrôle des niveaux supérieurs : ils permettent de détecter une éventuelle venue du gaz dans des niveaux supérieurs poreux et perméables grâce à un suivi régulier de la pression et de la composition de l'eau.

Les puits de contrôle en gaz ou susceptibles de passer en gaz sont équipés, comme les puits d'exploitation, d'un organe de sectionnement à sécurité positive, qui est fermé dans les conditions normales et n'est ouvert que pour les travaux de contrôle de l'équipe chargée de l'exploitation des puits.

1.2.4 LES CANALISATIONS (COLLECTES)

Chaque puits d'exploitation est relié à la station par une canalisation appelée collecte du puits.

Ces canalisations sont caractérisées par leur diamètre, longueur, épaisseur et une pression maximale de service (PMS). Les longueurs de ces collectes dépendent naturellement de l'emplacement du puits (sur certains sites, ces collectes peuvent être longues de plusieurs kilomètres).

1.2.5 LA STATION CENTRALE

Les installations qui composent la station centrale peuvent être regroupées selon le type de fonction qu'elles remplissent (dépendant de la nature du produit exploité et du type de stockage) :

- **Gestion du réservoir** : il s'agit de gérer (mesurer et contrôler) les débits d'injection et de soutirage dans le réservoir ;
- **Traitement du produit soutiré** : selon la nature du produit exploité et du type de stockage, un traitement du produit soutiré peut être nécessaire. Pour le stockage de gaz en aquifère, le traitement comprend une désulfuration et une déshydratation du gaz. On peut également citer les systèmes de réfrigération ;
- **Traitement du produit à injecter** : avant d'injecter le produit dans le réservoir, un certain nombre de traitements peuvent être nécessaires. Pour le stockage en aquifère, des installations permettent notamment la compression du gaz. Pour le stockage en cavité minée, une installation de réfrigération du produit (GPL) peut être mise en œuvre.
- **Interconnexion avec les réseaux extérieurs** au site de stockage.

1.3 CADRE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE DES STOCKAGES SOUTERRAINS

Les stockages souterrains de gaz naturel, d'hydrocarbures liquides, liquéfiés ou gazeux ou de produits chimiques de base à destination industrielle ont été intégrés dans le code minier par la loi n°2003-8 du 3 janvier 2003. Ils sont donc, au titre de l'article 3-1 et du titre Vbis de ce code, assimilés à des établissements, miniers ; les décrets régissant l'attribution des titres de stockages souterrains et la police des stockages souterrains sont les décrets n° 2006-648 et n° 2006-649 du 2 juin 2006.

Par ailleurs, les stockages souterrains sont également visés par la directive européenne « Seveso II » relative à la prévention des accidents majeurs (directive 96/82/CE du 9 décembre 1996). Cette directive s'est traduite en droit français, pour les stockages souterrains, par le décret n° 2002-1482 du 20 décembre 2002 (intégré depuis dans le décret du 2 juin 2006) et l'arrêté du 17 janvier 2003. A ce titre, les exploitants sont tenus notamment de : (1) remettre, à la demande d'autorisation d'exploiter, une étude de dangers, (2) réviser cette étude de dangers au minimum tous les 5 ans, (3) mettre en place dans leur établissement un système de gestion de la sécurité, (4) établir le plan d'opération interne et fournir les éléments permettant aux autorités d'élaborer le PPI.

Les stockages souterrains sont également concernés par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. A ce titre, les stockages souterrains sont soumis aux Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) et sont concernés par le décret n°2005-1130 du 7 septembre 2005 dit « décret PPRT » qui en précise les modalités d'application. Il faut noter toutefois que cette loi n'a prévu d'appliquer aux stockages souterrains que les dispositions des articles L515-15 à L515-25 du code de l'environnement, ce qui n'impose pas actuellement de mettre en place des Comités Locaux d'Information et de Concertation (CLIC) pour ces établissements (Article L125-2 du Code de l'Environnement).

Enfin, les installations de surface des sites de stockage souterrain visés à l'article 3-1 du code minier comportent, pour la plupart, des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). A ce titre, ces installations sont soumises aux dispositions réglementaires du code de l'environnement.

Notons que, bien que les textes définissant les critères d'évaluation de la probabilité, de l'intensité et de la gravité (arrêté PCIG du 29 septembre 2005) ou les critères d'acceptabilité des risques (circulaire MMR du 29 septembre 2005) ne s'appliquent pas stricto sensu à l'ensemble des stockages souterrains (mais seulement à ceux soumis à autorisation), il convient malgré tout d'utiliser ces grilles comme références lors de la réalisation des études de danger propres aux stockages. Dans un même esprit d'harmonisation, la circulaire conjointe de la DDP (MEDD) et de la DARQSI (MINEFI) du 10 septembre 2004 relative aux installations de surface d'un stockage souterrain recommande que les études de danger prévues par chacune des réglementations (Installations Classées et police des stockages souterrains) fassent l'objet d'un seul document.

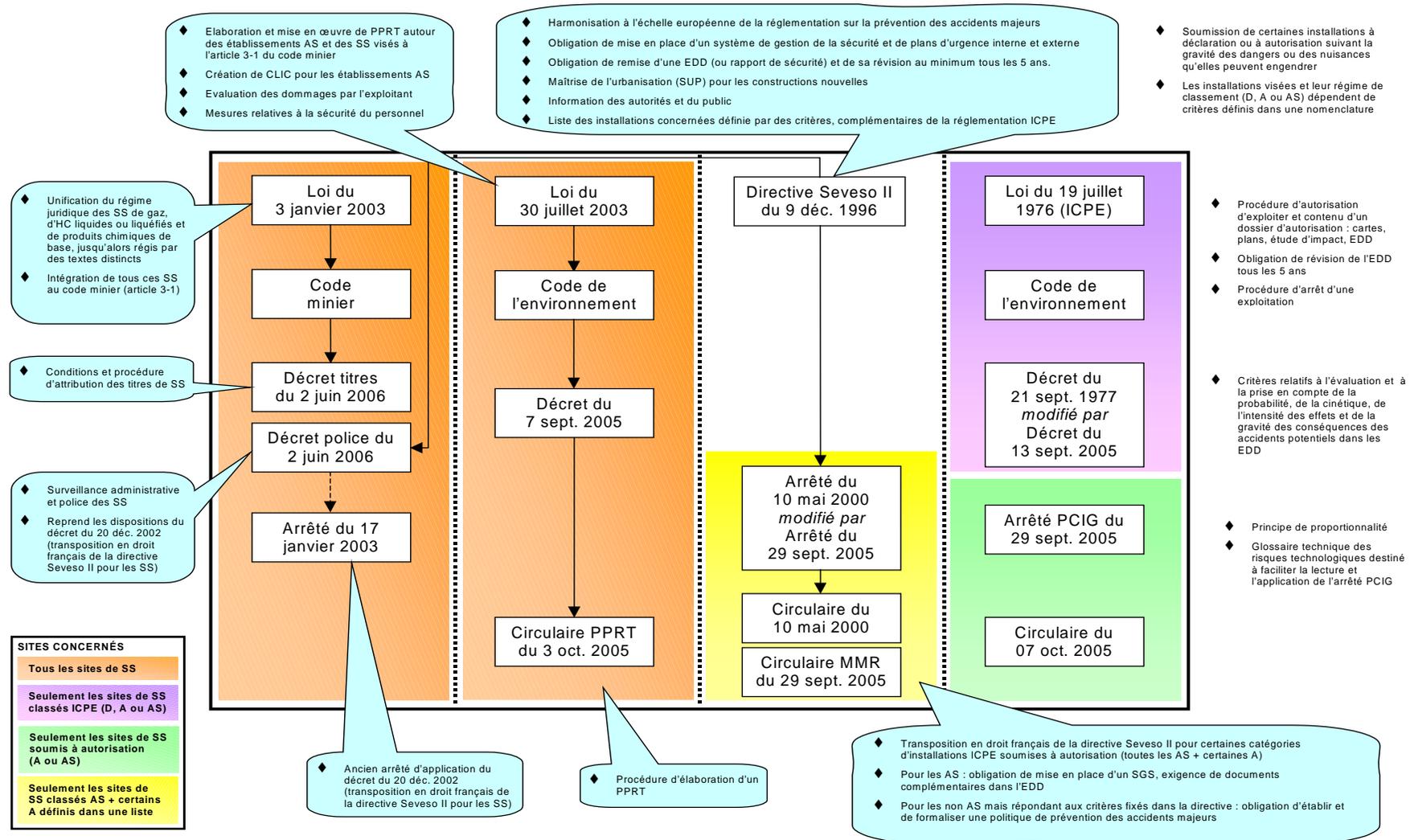


Figure 6 : Logigramme (non exhaustif) des textes législatifs et réglementaires s'appliquant aux stockages souterrains
 A = Autorisation AS = Autorisation avec Servitudes - D = Déclaration - EDD = Etude De Danger - SS = Stockage Souterrain

2. CONDITIONS ET MODALITÉS D'ÉLABORATION ET DE MISE EN ŒUVRE D'UN PPRT SUR UN STOCKAGE SOUTERRAIN

Le Guide PPRT, élaboré par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et le MTETM et publié en décembre 2005, expose de manière détaillée et illustrée les conditions, les modalités et la démarche d'élaboration et de mise en œuvre d'un PPRT. Ce chapitre en décline les principaux éléments **dans le contexte spécifique d'un stockage souterrain.**

2.1 DOMAINE D'INTERVENTION DU PPRT

Le PPRT est un outil réglementaire de prévention des risques industriels qui permet d'agir :

- sur l'urbanisation à proximité du site de stockage concerné. Cette démarche repose d'une part sur la maîtrise de l'urbanisation existante et d'autre part sur l'interdiction ou la limitation de l'urbanisation nouvelle ;
- sur la maîtrise des risques à la source par la mise en œuvre de mesures supplémentaires telles que définies à l'article L-515-19 du code de l'environnement.

Le PPRT délimite un périmètre d'exposition aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité des risques décrits dans les études de danger et des mesures de prévention mises en œuvre ou prescrites et dont la réalisation interviendra dans un délai de 5 ans (article 3 du décret PPRT).

A l'intérieur de ce périmètre, le PPRT :

- réglemente la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages, les constructions nouvelles et l'extension des constructions existantes en les interdisant ou en les subordonnant au respect de prescriptions ;
- permet d'instaurer un droit de préemption sur tout ou partie du périmètre d'exposition aux risques, d'instaurer un droit de délaissement des bâtiments ou parties de bâtiments existants lorsque des risques importants à cinétique rapide présentent un danger grave pour la vie humaine, ou encore de déclarer d'utilité publique l'expropriation des immeubles et droits réels immobiliers lorsque des risques importants à cinétique rapide présentent un danger très grave pour la vie humaine ;
- prescrit des mesures de protection des populations face aux risques encourus, relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des installations et des voies de communications en précisant le délai de leur mise en œuvre. Toutefois, pour les constructions régulièrement autorisées ou devenues définitives, il ne peut imposer que des « aménagements limités » dont le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée de ces biens (article 4 du décret PPRT) ;
- définit les recommandations, tendant à renforcer la protection des populations face aux risques encourus, relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des

installations et des voies de communications, des terrains de camping ou de stationnement des caravanes.

2.2 LA PRESCRIPTION DU PPRT : DÉLIMITATION DU PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE ET DÉTERMINATION DES MODALITÉS DU DIALOGUE LOCAL

Le préfet prend tout d'abord un arrêté de prescription qui :

- détermine :
 - le périmètre d'étude du PPRT ;
 - la nature des risques pris en compte ;
 - les services instructeurs ;
 - la liste des personnes et organismes associés, définie conformément aux dispositions de l'article L.515-22 du code de l'environnement ainsi que les modalités de leur association à l'élaboration du projet.
- fixe les modalités de la concertation avec les habitants, les associations et les autres personnes intéressées. Ces modalités doivent préciser les conditions du rendu public du bilan de la concertation. Les dispositions correspondantes de l'arrêté préfectoral doivent être soumises préalablement au conseil municipal de chaque commune dont tout ou partie du territoire est compris dans le périmètre d'étude du PPRT. L'avis du conseil municipal est réputé émis à défaut de réponse dans le mois qui suit la saisine.

Le périmètre d'étude doit être délimité avec la plus grande attention afin de ne pas couvrir un espace géographique très supérieur à celui qui sera finalement réglementé dans le cadre du PPRT. En conséquence, il est fortement recommandé au préfet de pratiquer en trois temps :

- organiser le plus tôt possible une réunion d'information auprès du public concerté (habitants, associations, etc.) ;
- demander les compléments des études de danger à l'exploitant permettant aux services instructeurs de cartographier les aléas ;
- délimiter le périmètre d'étude sur la base de l'enveloppe des effets des phénomènes dangereux retenus pour le PPRT (voir paragraphe 3.2.).

Lorsque le périmètre d'étude du PPRT s'étend sur plusieurs départements, les arrêtés de prescription sont pris conjointement par les préfets de ces départements. Le préfet du département le plus exposé est chargé de conduire la procédure.

2.3 LA DÉMARCHE D'ÉLABORATION DU PPRT

La démarche d'élaboration d'un PPRT comprend deux séquences successives entre lesquelles vient s'intercaler une phase de « *stratégie du PPRT* ».

2.3.1 LA SEQUENCE D'ÉTUDE TECHNIQUE

Vient d'abord la séquence dite « d'étude technique », qui correspond principalement à l'évaluation des risques dans le périmètre d'étude arrêté par le Préfet. Elle porte d'une part sur la caractérisation des aléas, d'autre part sur

l'appréciation des enjeux du territoire et l'évaluation de leur vulnérabilité aux différents effets potentiels (thermique, toxique, surpression, mouvements de terrain).

La caractérisation de l'aléa prend en compte les notions de probabilité et d'intensité des phénomènes dangereux (voir glossaire). Le PPRT distingue l'étude des phénomènes à cinétique rapide de l'étude des phénomènes à cinétique lente, pour lesquels les mesures préventives sur le territoire sont de nature et de portée différentes.

Concernant les stockages souterrains, l'analyse des aléas porte sur les éléments suivants :

- le **réservoir** ;
- les **puits d'exploitation (actuels ou en projet)** ;
- les **puits de contrôle susceptibles de passer en gaz** (dans le cas des stockages en aquifère) ;
- les **collectes** ou **canalisations** reliant chaque puits à la station centrale ;
- la **station centrale**.

L'analyse des enjeux menée sur l'ensemble du périmètre d'étude doit rester à un niveau d'investigations adapté et proportionné aux objectifs du PPRT. Cette analyse doit permettre, une fois croisée avec les cartes des aléas, d'identifier les investigations complémentaires à effectuer (vulnérabilité, estimations foncières) pour apporter les éléments permettant de mieux adapter la réponse réglementaire du PPRT au niveau d'exposition de chacun des enjeux.

A l'issue de cette approche, une évaluation du coût des mesures foncières a donc été effectuée ainsi qu'une identification des outils qui peuvent être mobilisés pour réduire le risque sur le territoire : renforcement du bâti, adaptation des usages dans les zones les plus exposées...

2.3.2 LA PHASE DE STRATÉGIE

La phase de « stratégie du PPRT » (voir Figure 7) consiste à identifier, à partir de l'évaluation des risques sur le périmètre d'étude et des éventuelles informations complémentaires recueillies (vulnérabilité, estimations foncières) :

- les actions inéluctables de maîtrise de l'urbanisation dans les zones du périmètre d'étude les plus exposées ;
- les principales mesures du futur PPRT ;
- les alternatives éventuellement possibles en matière de réduction supplémentaire du risque à la source et de mesures foncières.

A l'issue de la stratégie du PPRT et sans qu'il soit nécessaire d'attendre l'approbation du PPRT, dès lors qu'elle conclut à des secteurs d'action foncière d'expropriation ou de délaissement, l'élaboration d'une convention de financement telle que prévue à l'article L-515-19 du code de l'environnement doit être engagée par le préfet. Cette convention pourra prendre en compte les éventuelles mesures de réduction supplémentaire des risques à la source, à la place de tout ou partie de la mise en œuvre des mesures foncières. Ce point est précisé au § 4.2.2 du Guide PPRT.

2.3.3 LA SÉQUENCE D'ÉLABORATION DU PROJET DE PPRT

La séquence suivante est la séquence dite « d'élaboration du projet de PPRT », qui consiste à établir les différents documents réglementaires du dossier de PPRT et à poursuivre la procédure administrative jusqu'à son terme. Elle conduit notamment :

- à la délimitation précise des éventuels secteurs d'action foncière ;
- à l'établissement du plan de zonage réglementaire ;
- à la rédaction du projet de règlement.

2.4 LA PHASE D'APPROBATION DU PPRT

Au terme de l'élaboration du projet de PPRT, le préfet communique le bilan de la concertation aux personnes et organismes associés dans des conditions que l'arrêté de prescription détermine et recueille l'avis des personnes et organismes associés sur le projet de plan. A défaut de réponse dans un délai de deux mois à compter de la saisine, leur avis est réputé favorable.

Le projet de plan, éventuellement modifié pour tenir compte du bilan de la concertation et de l'avis des personnes et organismes associés est ensuite soumis à une enquête publique dans les formes prévues par le décret du 23 avril 1985 modifié.

A l'issue de l'enquête publique, le plan éventuellement modifié est approuvé par arrêté préfectoral dans un délai de trois mois à compter de la réception par la préfecture du rapport du commissaire enquêteur ou de la commission d'enquête. Si les circonstances l'exigent, notamment pour prendre en compte l'importance des remarques formulées, le préfet peut, par arrêté motivé, fixer un nouveau délai.

Le PPRT doit être approuvé dans les dix-huit mois qui suivent l'intervention de l'arrêté prescrivant son élaboration. Si les circonstances l'exigent, notamment pour prendre en compte la complexité du plan ou l'ampleur et la durée des consultations, le préfet peut, par arrêté motivé, fixer un nouveau délai.

Approuvé, le PPRT vaut servitude d'utilité publique (article L.515-23 du code de l'environnement). Lorsqu'il porte sur des territoires couverts par un plan local d'urbanisme, il doit lui être annexé dans un délai maximum d'un an, conformément aux articles L.126-1, R.126-1 et R. 123-14 7° du code de l'urbanisme.

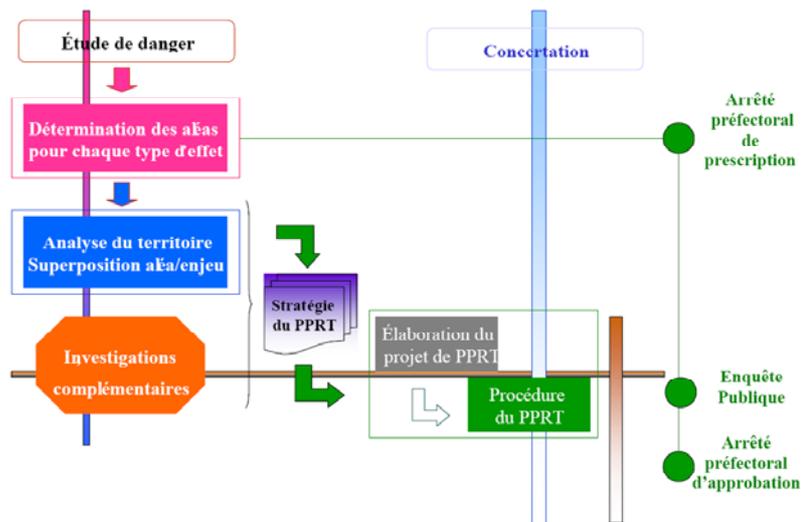


Figure 7 : Les principales étapes de l'élaboration d'un PPRT
(source : guide PPRT)

2.5 MODALITÉS DE FINANCEMENT

Deux types de mesures sont concernées par la signature d'une ou plusieurs conventions de financement une fois le PPRT approuvé. Il s'agit des mesures foncières du PPRT (mesures d'expropriation et de délaissement) et des mesures supplémentaires de réduction des risques.

Ces conventions de financement sont signées par l'Etat, les exploitants des installations industrielles concernées et les collectivités territoriales dont le territoire de compétence est couvert en tout ou partie par le plan et dès lors qu'elles perçoivent la taxe professionnelle ou tout autre recette d'origine industrielle.

2.6 RÉVISION ET ABROGATION DU PPRT

Le PPRT approuvé peut être révisé, voire abrogé en fonction de l'évolution des conditions d'exposition aux risques.

2.6.1 LA RÉVISION

Le PPRT est révisé dans les formes prévues par le décret PPRT pour son élaboration. Lorsque la révision est partielle et n'est pas motivée par une aggravation du risque, la concertation et l'enquête publique ne sont organisées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables. Le dossier de l'enquête publique comprend alors, outre l'avis des personnes et organismes associés :

- une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées ;
- les documents graphiques et le règlement tels qu'ils se présenteraient après modification avec l'indication des dispositions faisant l'objet d'une modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur. L'approbation du nouveau plan emporte abrogation des dispositions correspondantes de l'ancien plan.

Il est important de signaler qu'une modification des seuils de toxicité d'une substance, issus d'une évolution des connaissances scientifiques en la matière et intervenant après l'approbation d'un PPRT n'entraîne pas sa révision.

2.6.2 L'ABROGATION

Dans le cas de l'arrêt définitif du stockage souterrain et après disparition totale et définitive du risque, le préfet abroge le PPRT.

L'arrêté d'abrogation est notifié aux maires des communes et aux présidents des établissements publics de coopération intercommunale dont le territoire est couvert en tout ou partie par ce plan. L'arrêté d'abrogation fait l'objet des mêmes procédures que l'arrêté d'approbation du PPRT.

2.7 SERVICES INSTRUCTEURS

2.7.1 LES DIRECTIONS RÉGIONALES DE L'INDUSTRIE, DE LA RECHERCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT (DRIRE)

Leur rôle, sous l'autorité des préfets est de :

- conduire l'élaboration du PPRT stockage souterrain. Ils seront plus particulièrement chargés de déterminer les aléas à partir des études de dangers fournies par l'exploitant (et donc de sélectionner les phénomènes dangereux retenus pour le PPRT), de rédiger la note de présentation et de mettre en cohérence le dossier PPRT ;
- travailler sous l'autorité des préfets et en lien avec les DDE pour proposer les solutions équilibrées entre les démarches de réduction du risque à la source et de maîtrise de l'urbanisation ;
- coordonner le secrétariat des réunions de travail, d'information et de concertation avec les partenaires locaux ;
- mobiliser les crédits du ministère en charge des mines pour financer l'élaboration et la mise en œuvre du PPRT.

2.7.2 LES DIRECTIONS DÉPARTEMENTALES DE L'ÉQUIPEMENT

Leur rôle, sous l'autorité des préfets est de :

- réaliser ou conduire les études relatives aux enjeux et à la vulnérabilité sur financement délégué par les DRIRE ;
- produire ou sous-traiter la production de certains documents ;
- transmettre toutes propositions utiles pour que le contenu des études techniques soit exploitable en termes d'application du droit du sol ;
- évaluer les coûts potentiels des mesures d'expropriation et de délaissement ;
- élaborer le plan de zonage réglementaire ;
- piloter la rédaction du règlement.

2.7.3 INTERACTIONS ENTRE LES DEUX SERVICES

Une collaboration très étroite entre les DRIRE et les DDE est impérative pour veiller au bon déroulement de la procédure d'élaboration du PPRT.

Ces deux services doivent :

- participer conjointement aux réunions avec les parties associées pour apporter les éléments techniques relatifs à l'élaboration du PPRT;
- participer ensemble à l'élaboration d'une stratégie de réduction du risque ;
- élaborer les principes de la note de présentation ;
- élaborer les principes du règlement.

2.8 IMPORTANCE DU DIALOGUE LOCAL

Le dialogue avec les élus, les industriels et les autres acteurs locaux est indispensable avant, pendant et même après le déroulement de la procédure. Les échanges se situent à plusieurs niveaux et doivent contribuer à développer une démarche d'appropriation du risque. Ils s'appuient principalement sur deux modes d'action : la concertation et l'association.

2.8.1 LA CONCERTATION

L'article L-515-22 du code de l'environnement dispose que le préfet définit les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet de PPRT dans les conditions prévues à l'article L. 300-2 du code de l'urbanisme.

Le préfet doit indiquer quelles formes cette concertation prendra et combien de fois elle se tiendra. Celle-ci peut consister par exemple en une ou plusieurs réunions publiques pour présenter la procédure et le projet de plan aux principales étapes de son élaboration et échanger avec le public. Notons toutefois, dans le cas des stockages souterrains, l'absence légale, à ce jour, d'obligation de constituer un Comité Local de Concertation et d'Information (CLIC).

Le préfet est tenu de mettre en application les modalités qu'il a définies, sous peine de risquer une annulation pour vice de procédure. Mais il peut aussi les dépasser, c'est à dire, par exemple, ajouter des réunions de concertation, s'il le juge nécessaire.

Le bilan de la concertation est communiqué aux personnes associées et rendu public dans les conditions définies dans l'arrêté préfectoral de prescription du PPRT. Il est joint au dossier mis à l'enquête publique.

2.8.2 L'ASSOCIATION

L'arrêté préfectoral détermine la liste des personnes et organismes associés définie conformément aux dispositions de l'article L.515-22 du code de l'environnement, ainsi que les modalités de leur association à l'élaboration du projet.

Les personnes et organismes associés sont *a minima* :

- la ou les communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer ;

- les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) compétents en matière d'urbanisme et dont le périmètre d'intervention est couvert en tout ou partie par le plan ;
- l'exploitant du stockage concerné ;
- l'instance d'information et de concertation (équivalent du CLIC des Installations AS lorsqu'elle existe).

Mais ils peuvent aussi comprendre les représentants d'association, des personnalités aptes à éclairer les débats pour répondre au cas par cas à des questions précises.

L'association n'a pas de cadre défini. Cependant, nous pouvons considérer qu'elle se distingue de la concertation sur deux plans :

- le nombre de personnes ou d'organismes qui peuvent y participer est limitatif ;
- elle consiste en réunions de travail (et non pas seulement d'information) organisées par les services instructeurs des PPRT, qui seront l'occasion pour chacun de contribuer aux réflexions et de réagir aux propositions. L'objectif est de tendre vers un consensus des parties associées, même si l'Etat reste maître des décisions finales.

2.9 LES PIÈCES CONSTITUTIVES RÉGLEMENTAIRES

Les éléments constitutifs d'un PPRT relatif à un stockage souterrain sont :

1. une note de présentation décrivant le stockage à l'origine des risques, la nature et l'intensité de ceux-ci et exposant les raisons qui ont conduit à délimiter le périmètre d'exposition aux risques. Il peut être tenu compte, pour la délimitation des périmètres, zones et secteurs et pour la définition des mesures qui y sont applicables, des travaux et mesures déjà prescrits à l'exploitant en application des articles 79 et 83 du code minier, dont le délai de réalisation est inférieur à 5 ans ;
2. des documents graphiques faisant apparaître le périmètre d'exposition aux risques et les zones et secteurs mentionnés respectivement aux articles L. 515-15 et L. 515-16 du code de l'environnement ;
3. un règlement comportant, en tant que de besoin, pour chaque zone ou secteur:
 - les mesures d'interdiction et les prescriptions mentionnées au I de l'article L. 515-16 du code de l'environnement ;
 - les servitudes d'utilité publique instituées en application de l'article L. 515-8 du code de l'environnement et les servitudes instaurées par les articles L. 5111-1 à L. 5111-7 du code de la défense ;
 - l'instauration du droit de délaissement ou du droit de préemption, de la mise en œuvre de l'expropriation pour cause d'utilité publique ;
 - les mesures de protection des populations prévues au IV de l'article L. 515-16 du code de l'environnement ;

- l'échéancier de mise en œuvre des mesures prévues par le plan, conformément aux dispositions de l'article L. 515-18 du même code ;
4. les recommandations tendant à renforcer la protection des populations formulées en application du V de l'article L. 515-16 du code de l'environnement.

Notons que le PPRT peut également comporter, le cas échéant, des informations sur :

- les mesures supplémentaires de prévention des risques susceptibles d'être mises en œuvre par l'exploitant en application du deuxième alinéa du I de l'article L. 515-19 du code de l'environnement, avec l'estimation de leur coût ;
- l'estimation du coût des mesures susceptibles d'être prises en application du II et du III de l'article L. 515-16 du code de l'environnement ;
- l'ordre de priorité retenu pour la mise en œuvre des différentes mesures prévues par le plan.

3. ANALYSE ET CARTOGRAPHIE DES ALÉAS ASSOCIÉS AUX STOCKAGES SOUTERRAINS

3.1 DÉFINITION DE L'ALÉA

L'aléa correspond à la probabilité qu'un phénomène dangereux produise, en un point donné du territoire, des effets d'une intensité physique donnée, au cours d'une période déterminée. La caractérisation d'un aléa repose donc classiquement, pour un type d'effet donné (thermique, surpression, toxique, mouvement de terrain) sur le croisement de la **probabilité d'occurrence** avec **l'intensité prévisible des effets**.

Dans le cadre des PPRT, on s'intéresse aux phénomènes pouvant avoir un impact sur les personnes en faisant la distinction entre phénomènes dangereux à cinétique lente et phénomènes dangereux à cinétique rapide.

L'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, dit « arrêté PCIG », précise les éléments relatifs à la qualification de la **cinétique**.

Conformément à cet arrêté :

- la cinétique d'un phénomène dangereux est qualifiée de lente, si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, avant l'atteinte des personnes exposées à l'extérieur de l'installation.
- la cinétique d'un phénomène dangereux est qualifiée de rapide dans le cas contraire.

Dans une optique de prévention des risques et d'aménagement du territoire telle que retenue dans le cadre de l'élaboration d'un PPRT relatif à un stockage souterrain, la période de référence pour identifier le niveau d'aléa est celle de la durée d'exploitation du stockage. L'échelle de temps considérée sera de 50 ans.

L'**intensité des effets**, pour un phénomène dangereux, est la grandeur physique caractérisant, en un point de l'espace, l'intensité des effets d'un phénomène dangereux (dimension d'un effondrement, amplitude d'une onde de pression, concentration de substance toxique dans l'atmosphère...). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'*éléments vulnérables* tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté PICG du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non de cibles exposées. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

La notion de **probabilité d'occurrence**, qui traduit pour sa part la sensibilité que présente un site à être affecté par l'un ou l'autre des phénomènes analysés, est généralement moins aisée à appréhender et à quantifier que celle d'intensité. L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux est, du fait de son extrême rareté, délicate. Elle peut s'effectuer selon une approche qualitative, semi-quantitative ou purement quantitative.

3.2 PHÉNOMÈNES DANGEREUX RETENUS POUR LE PPRT ET DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

Les phénomènes dangereux identifiés dans l'Étude De Danger (EDD) sont le point de départ du PPRT. Il s'agit de sélectionner les phénomènes dangereux pertinents pour la caractérisation des aléas et la définition du périmètre d'étude.

Les phénomènes dangereux dont la classe de probabilité est E, au sens de l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005, sont exclus du PPRT à la condition que :

- cette classe de probabilité repose sur une mesure de sécurité passive vis-à-vis de chaque scénario identifié ;

ou que

- cette classe de probabilité repose sur au moins deux mesures techniques de sécurité pour chaque scénario identifié, et qu'elle soit maintenue en cas de défaillance d'une mesure de sécurité technique ou organisationnelle, en place ou prescrite.

Dans le cas où ces deux conditions s'avèreraient inadaptées, d'autres critères d'exclusion de phénomènes dangereux du champ du PPRT seront définis par la Direction de l'Action Régionale, de la Qualité et de la Sécurité Industrielle.

Notons que, conformément au guide général PPRT, l'aléa de type « projection » n'est pas pris en compte dans le cadre des PPRT stockages souterrains, sa méthodologie d'évaluation n'étant pas actuellement suffisamment avancée. De même, l'aléa « émission de rayonnement ionisant » n'est pas traité, la probabilité associée à ce type de phénomène étant jugée négligeable dans le cas des stockages souterrains.

En ce qui concerne l'aléa de type « affaissement », celui-ci se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par l'évolution, au fond, des cavités souterraines. Les désordres en surface, dont le caractère est généralement lent, progressif et souple, prennent la forme d'une dépression topographique, sans rupture cassante importante, présentant une allure de cuvette. Le caractère progressif de ce phénomène exclut donc le risque immédiat pour les personnes : l'aléa associé est donc exclu du champ des PPRT « stockages souterrains ».

Il en va de même pour les phénomènes de « pollution des eaux » et « pollution des sols » qui sont des phénomènes progressifs, dans le temps, et non des dangers immédiats pour les personnes. Ces aléas sont donc également exclus du champ des PPRT « stockages souterrains ».

En conséquence, les aléas susceptibles d'être retenus dans le cadre d'un PPRT « stockage souterrain » sont ceux relatifs aux :

- **effets thermiques** : ils sont liés à la combustion plus ou moins rapide d'une substance inflammable ou combustible (gaz naturel par exemple). Ils

provoquent des brûlures internes ou externes, et partielles ou totales des personnes exposées ;

- **effets de surpression** : ils résultent d'une onde de pression (déflagration ou détonation en fonction de la vitesse de propagation de l'onde de pression), provoquée par une explosion. Celle-ci peut être issue d'un explosif, d'une réaction chimique violente, d'une combustion violente (combustion d'un gaz ou d'un nuage de poussières), d'une décompression brutale d'un gaz sous pression (éclatement d'une bouteille d'air comprimé par exemple). Les effets de surpression peuvent provoquer des lésions aux tympans, aux poumons, la projection de personnes à terre ou contre un obstacle, l'effondrement des structures sur les personnes, des blessures indirectes, etc. ;
- **effets toxiques** : ils résultent de l'inhalation, de l'ingestion et/ou de la pénétration, par voie cutanée, d'une substance ou préparation dangereuse toxique (chlore, ammoniac, phosgène, etc.), à la suite d'une fuite sur une installation ou d'un dégagement d'une substance toxique issu d'une décomposition chimique lors d'un incendie ou d'une réaction chimique. L'inhalation constitue généralement le risque toxique le plus important pour les populations exposées, contrairement à l'ingestion ou la pénétration cutanée qui concernent les personnes les plus directement exposées, à savoir les salariés de l'installation. Les effets découlant de cette inhalation peuvent être, par exemple, une détresse respiratoire, un œdème du poumon, une atteinte au système nerveux central, etc. ;
- **mouvements de terrains brutaux** (effondrements localisés ou généralisés). Un effondrement se caractérise par l'apparition soudaine en surface d'un cratère dont l'extension horizontale varie généralement de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de diamètre. La profondeur du cratère dépend principalement de la profondeur et des dimensions des vides souterrains. Si, dans la majorité des cas, cette profondeur se limite à quelques mètres, dans certaines configurations particulières, elle peut atteindre voire dépasser une dizaine de mètres. C'est le caractère soudain du phénomène qui en constitue la dangerosité. Si le risque d'un effondrement peut être négligé pour une cavité de stockage isolée se trouvant à grande profondeur ou dans le cas d'un réservoir en aquifère, ce n'est pas nécessairement le cas d'une cavité (ou d'un réseau de cavités) minées ou salines à faible profondeur.

Une fois sélectionnés les phénomènes dangereux pertinents pour le PPRT, le périmètre d'étude du PPRT est défini par la courbe enveloppe des effets de ces phénomènes dangereux.

3.3 LES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE QUALIFICATION ET DE CARTOGRAPHIE DES ALÉAS

Les phénomènes dangereux sélectionnés en application du point précédent sont traités séparément en fonction de leur cinétique. L'analyse en termes d'aléas qui suit est appliquée uniquement aux phénomènes à cinétique rapide. Pour les phénomènes à cinétique lente, l'analyse se fait à l'aide des enveloppes des effets de l'ensemble des phénomènes dangereux à cinétique lente sélectionnés pour le PPRT.

3.3.1 PRINCIPES DE QUALIFICATION DE L'ALÉA

3.3.1.1 QUALIFICATION DES CLASSES D'INTENSITÉ

L'intensité des effets d'un phénomène dangereux caractérise l'ampleur des répercussions attendues en cas de déclenchement d'un tel phénomène.

La démarche d'évaluation de l'intensité d'un phénomène dangereux consiste tout d'abord à identifier la ou les grandeurs physiques les plus représentatives pour permettre de caractériser les conséquences sur les personnes de ce phénomène.

Cette évaluation a normalement déjà été réalisée dans le cadre de l'étude de danger remise par l'exploitant.

Concernant les effets toxiques, thermiques et de surpression, ces grandeurs et leurs valeurs seuils sont fixées par l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005.

Concernant les mouvements de terrain, le guide méthodologique relatif à l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers (document INERIS-DRS-04-51198/R01), propose un nombre de classes d'intensité différentes. Dans un souci d'homogénéisation, il est proposé d'utiliser le tableau de correspondance suivant :

Intensité		Très Elevée	Elevée	Modérée	Faible
Aléas techno		Zone des dangers très graves	Zone des dangers graves	Zone des dangers significatifs	Zone des dangers indirects
	Effets toxiques	CL ¹ 5%	CL 1%	SEI ²	-
	Effets de surpression	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
	Effets thermiques	8 kW/m ² 1800 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	5 kW/m ² 1000 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	3 kW/m ² 600 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	-
Mouvements de terrain		Effondrement généralisé ou effondrement localisé d'un diamètre supérieur à 10 m	Effondrement localisé de diamètre inférieur à 10 m		

Tableau 3 : Qualification des classes d'intensité

¹ CL 5% (ou 1%) : concentration létale 5% ou 1%

² SEI : Seuil des Effets Irréversibles

3.3.1.2 QUALIFICATION DES CLASSES DE PROBABILITE D'OCCURRENCE

L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux est, du fait de son extrême rareté, délicate. Elle peut s'effectuer selon une approche qualitative, semi-quantitative ou purement quantitative.

Afin de permettre l'utilisation de ces différentes méthodes et une utilisation homogène des résultats de différentes études des dangers, l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 fixe cinq classes de probabilité croissantes allant de E à A (cf. tableau ci-après).

L'exploitant se base sur cet arrêté et sur la méthode de son choix (mais dont il justifiera la pertinence) pour attribuer les classes de probabilité aux phénomènes dangereux dans ses études des dangers.

Le maintien, au niveau le plus bas, de la probabilité d'occurrence de chaque phénomène dangereux est de la responsabilité de l'exploitant et nécessite, de sa part, la démonstration d'une bonne maîtrise des risques sur son site.

Concernant les phénomènes de mouvement de terrain, du fait de la grande complexité des informations disponibles (composition minéralogique et comportement mécanique des terrains, hétérogénéité du milieu), on raisonne en terme de **prédisposition** (ou **sensibilité**) d'un site à être affecté par l'un ou l'autre des phénomènes redoutés.

Le tableau suivant propose une correspondance possible entre les échelles relatives aux aléas technologiques et « mouvements de terrain ».

Classe de probabilité		E	D	C	B	A
Type d'appréciation						
Qualitative³ (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations /sites et le retour d'expérience sont suffisants). ⁴	Techno	« événement possible mais extrêmement peu probable » <i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années et d'installations.</i>	« événement improbable » très <i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i>	« événement improbable » <i>un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis n'apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.</i>	« événement probable » <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.</i>	« événement courant » <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives.</i>
	Mouvements de terrain	<i>Très peu sensible à peu sensible : n'est pas impossible mais aucun événement similaire connu sur le site étudié ou sur un site similaire</i>	<i>Sensible : s'est déjà produit sur un site similaire ou le site étudié ou conjugaison de facteurs favorables à la survenue du phénomène redouté.⁵</i>		<i>Très sensible : s'est déjà produit sur un site similaire ou le site étudié et conjugaison d'un grand nombre de facteurs favorables à la survenue du phénomène redouté.⁵</i>	
Semi-quantitative		Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté.				
Quantitative (par unité et par an)		10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

Tableau 4 : Classes de probabilité d'occurrence pour les phénomènes de type thermique, surpression, toxique et mouvement de terrain

³ Ces définitions sont conventionnelles et servent d'ordre de grandeur de la probabilité moyenne d'occurrence observable sur un grand nombre d'installations*années. Elles sont inappropriées pour qualifier des événements très rares dans des installations peu nombreuses ou faisant l'objet de modifications techniques ou organisationnelles. En outre, elles ne préjugent pas l'attribution d'une classe de probabilité pour un événement dans une installation particulière, qui découle de l'analyse de risque et peut être différent de l'ordre de grandeur moyen, pour tenir compte du contexte particulier ou de l'historique des installations ou de leur mode de gestion.

⁴ Un retour d'expérience mesuré en nombre d'années * installations est dit suffisant s'il est statistiquement représentatif de la fréquence du phénomène (et pas seulement des événements ayant réellement conduit à des dommages) étudié dans le contexte de l'installation considérée, à condition que cette dernière soit semblable aux installations composant l'échantillon sur lequel ont été observées les données de retour d'expérience. Si le retour d'expérience est limité, les détails figurant en italique ne sont en général pas représentatifs de la probabilité réelle. L'évaluation de la probabilité doit être effectuée par d'autres moyens (études, expertises, essais) que le seul examen du retour d'expérience.

⁵ La classe « sensible » correspond à la classe de probabilité « C ». La classe « très sensible » correspond à la classe de probabilité « A ».

3.3.1.3 ATTRIBUTION DES NIVEAUX D'ALÉA

L'analyse de l'aléa a pour objectif de hiérarchiser les niveaux d'aléa. Les termes « aléa fort » ou « aléa très fort » signifient que les zones concernées sont plus prédisposées à l'apparition de manifestations importantes en surface que les zones « d'aléa moyen » ou « aléa faible ».

L'aléa résulte du croisement d'une intensité avec la probabilité correspondante. Le principe de qualification de l'aléa consiste donc à combiner les critères permettant de caractériser l'intensité d'un phénomène redouté avec les critères permettant de caractériser sa classe de probabilité d'occurrence.

L'attribution d'un niveau d'aléa consiste à identifier, en chaque point du territoire inclus dans le périmètre d'étude et pour chaque type d'effet, un des 7 niveaux d'aléas définis ci-dessous.

Il est possible d'attribuer un niveau d'aléa en chaque point du territoire et pour chaque type d'effet en fonction du niveau maximal d'intensité en ce point et du cumul des classes de probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux dont l'intensité des effets au point donné correspond au niveau maximal d'intensité identifié.

Le cumul des classes de probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux sur une zone géographique donnée se réalise en combinant les lettres qualifiant la probabilité de chacun des phénomènes dangereux qui impactent la zone selon les règles énoncées ci-dessous :

- $A > B > C > D > E$;
- Un phénomène dangereux dont la classe de probabilité est D est équivalent à 10 phénomènes dangereux de classe de probabilité E ;
- Le cumul des classes de probabilité d'occurrence de 4 phénomènes dangereux côté E s'écrit 4E ;
- Le cumul des classes de probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux côté E et d'un phénomène dangereux coté C s'écrit C+E.

Le Tableau 5 ci-après établit les règles de croisement.

Niveau maximal d'intensité de l'effet toxique, thermique, surpression ou mouvement de terrain sur les personnes en un point donné	Très Elevé			Elevé			Modéré			Faible	
	>D	5E à D	<5E	>D	5E à D	<5E	>D	5E à D	<5E	>D	<D
Cumul des classes de probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux en un point donné											
Niveau d'aléa	TF+	TF	F+	F	M+	M	Fai				

Tableau 5 : Détermination du niveau d'aléa à partir de la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux et de l'intensité de leurs effets (d'après le guide PPRT du MEDD).

3.3.2 CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA

3.3.2.1 PRINCIPES CARTOGRAPHIQUES

L'aléa est un concept spatial, évalué en un point du territoire donné. Il a donc vocation à être cartographié sur l'ensemble du périmètre concerné par le PPRT de manière à faire ressortir les zones les plus exposés au phénomène accidentel considéré.

Lorsque, comme c'est souvent le cas, plusieurs effets potentiels coexistent sur la même parcelle, on privilégiera l'établissement de plusieurs cartographies de l'aléa, une par effet.

Par convention, il est choisi d'appeler « cartes des aléas du PPRT », les cartographies représentant les phénomènes dangereux à cinétique rapide, caractérisés par des niveaux d'aléas, et les phénomènes dangereux à cinétique lente, caractérisés par la courbe enveloppe des effets significatifs.

Ces cartes devront avoir une échelle adaptée au périmètre d'étude. Par ailleurs, il est recommandé d'utiliser un orthophotoplan comme fond de plan pour l'édition de la carte d'aléa.

La gamme colorée pour les différents niveaux d'aléa est la suivante :

	TF+
	TF
	F+
	F
	M+
	M
	Fai

3.3.2.2 MARGES D'INCERTITUDES ACCOMPAGNANT LA CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA

La cartographie de l'aléa doit intégrer, autant que faire se peut, les incertitudes inhérentes aux informations disponibles et aux résultats des estimations et modélisations qui sont nécessaires à l'évaluation de l'aire d'influence des aléas.

Les incertitudes devront être présentées et expliquées dans la note de présentation.

4. ANALYSE DES ENJEUX, SUPERPOSITION DES ALÉAS ET DES ENJEUX, ZONAGE REGLEMENTAIRE

A l'intérieur du périmètre d'étude du PPRT, une analyse du territoire doit être menée. Cette analyse doit se faire en deux temps :

- l'analyse simple des enjeux ;
- si nécessaire, une approche de la vulnérabilité des enjeux.

Dans le cadre des stockages souterrains, la phase **d'évaluation des enjeux** est identique à celle menée pour n'importe quel site soumis à PPRT. Nous invitons donc le lecteur à se reporter au chapitre 3.3 du guide général PPRT.

La **superposition des aléas et des enjeux** est primordiale. Elle donne une représentation documentée du risque technologique sur le territoire. Elle constitue le fondement technique de toute la démarche d'élaboration du PPRT.

Cette superposition permet :

- de définir un plan de zonage brut, résultant mécaniquement de l'application des principes de maîtrise de l'urbanisation précisés dans le Tableau 6.
- d'identifier, si nécessaire, des investigations complémentaires dont l'objectif est d'apporter des éléments permettant de mieux adapter la réponse réglementaire du PPRT en gardant à l'esprit qu'il s'agit de protéger les personnes et non les biens.

Le plan de zonage réglementaire et le règlement sont l'aboutissement de la démarche. Ils expriment les choix issus de la phase de définition de la stratégie du PPRT, fondés sur la connaissance des aléas, des enjeux exposés, de leur niveau de vulnérabilité et des possibilités de mise en œuvre de mesures supplémentaires de réduction des risques à la source.

Le zonage réglementaire permet de représenter spatialement les dispositions contenues dans le règlement et constitue l'aboutissement de la réflexion engagée avec les différents acteurs associés à la démarche. Son élaboration doit se faire sous la responsabilité directe du service instructeur désigné par le préfet, avec l'assistance technique des services chargés de la qualification des aléas.

Les principes d'établissement du zonage réglementaire sont identiques dans le cadre des PPRT « stockages souterrains » à ceux applicables à tout type de PPRT. Par conséquent, nous renvoyons le lecteur au chapitre 5.2 du guide général PPRT.

Seul le tableau de correspondance entre les niveaux d'aléas et les principes de réglementation (Tableau 6 ci-après) est modifié afin d'intégrer l'aléa « mouvements de terrain ».

		Niveau maximal d'intensité de l'effet toxique, thermique, de surpression ou lié à l'aléa "mouvement de terrain" en un point donné*	Très Elevé (Zone des dangers très graves)			Elevé (Zone des dangers graves)			Modéré (Zone des dangers significatifs)			Faible (Indirect par bris de vitre : uniquement pour effet de surpression)	
		Cumul des classes de probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux en un point donné	>D	5E à D	<5E	>D	5E à D	<5E	>D	5E à D	<5E	>D	<D
		Niveau d'aléa	TF+	TF	F+	F	M+	M	Fai				
FUTUR	Mesures relatives à l'urbanisme	Effets toxique et thermique	Principe d'interdiction strict voir projet de règlement		Principe d'interdiction avec quelques aménagements selon projet de règlement			Constructions possibles sous réserve de ne pas augmenter la population exposée et de respecter le règlement avec possibilité de graduer les contraintes en fonction de la zone d'aléa. Remplissage des "dents creuses" autorisées.		Constructions possibles. Prescriptions obligatoires pour ERP et industries		Sans objet	
		Effet surpression	Principe d'interdiction strict voir projet de règlement		Principe d'interdiction avec quelques aménagements selon projet de règlement			Constructions possibles sous réserve de ne pas augmenter la population exposée et de respecter le règlement avec possibilité de graduer les contraintes en fonction de la zone d'aléa. Remplissage des "dents creuses" autorisées.		Constructions possibles, sous conditions.			
		Effets liés à l'aléa "mouvement de terrain"	Principe d'interdiction strict de construction d'habitat (voir projet de règlement)							Sans objet			
	Mesures physiques sur le bâti futur	Effet toxique	Sans objet (rien n'est autorisé, pas de constructions neuves)	Prescriptions obligatoires pour les activités industrielles autorisées (cellule de confinement)			Prescriptions obligatoires (voir prescriptions techniques pour cette zone)			Sans objet			
		Effet thermique		Prescriptions obligatoires pour les activités industrielles autorisées			Prescriptions obligatoires (voir prescriptions techniques pour cette zone)			Prescriptions obligatoires (limitation des surfaces vitrées, verrières)			
		Effet surpression		Prescriptions obligatoires pour les activités industrielles autorisées			Prescriptions obligatoires (voir prescriptions techniques pour cette zone)			Prescriptions obligatoires (limitation des surfaces vitrées, verrières)			
		Effets liés à l'aléa "mouvement de terrain"		Sans objet (rien n'est autorisé, pas de constructions d'habitations neuves)							Sans objet		
EXISTANT	Mesures physiques sur le bâti existant vulnérable	Effet toxique	Mesures obligatoires (même si cette mesure technique ne permet de faire face qu'à un aléa moins important)					Prescriptions obligatoires (voir prescriptions techniques pour cette zone)		Recommandations			
		Effet thermique	Mesures obligatoires (même si cette mesure technique ne permet de faire face qu'à un aléa moins important)					Prescriptions obligatoires (voir prescriptions techniques pour cette zone)		Recommandations			
		Effet surpression	Mesures obligatoires (même si cette mesure technique ne permet de faire face qu'à un aléa moins important)					Prescriptions obligatoires (voir prescriptions techniques pour cette zone)		Recommandations			
	Effet lié à l'aléa "mouvement de terrain"	Ne sont autorisés que les travaux relatifs au renforcement, à l'entretien et au maintien en l'état des constructions***						Transformations autorisées, à condition de ne pas augmenter de façon significative la capacité d'accueil d'habitants ou d'utilisateurs***		Sans objet			
	Mesures foncières	Critères d'inscription des intérêts vulnérables dans un secteur d'expropriation possible	D'office pour ensemble du bâti résidentiel, modulables possibles pour les activités	Selon contexte local (concertation)			Non proposé						
Critères d'inscription des intérêts vulnérables dans un secteur de délaissement possible		Pour mémoire secteur d'expropriation (délaissement automatique lorsque DUP prise par le préfet)	D'office pour résidentiel et modulables pour activités			Selon contexte local (concertation)		Non proposé					

* Le présent tableau reprend le tableau équivalent disponible dans le guide général PPRT auquel ont été ajoutées les dispositions réglementaires associées à l'aléa « mouvements de terrain » établies par la DARQSI dans une circulaire à l'état de projet à la date de sortie du présent document.

** Seuls les aléas « mouvements de terrain » susceptibles d'entraîner des risques pour les personnes sont considérés dans le cadre des PPRT (certains effondrements localisés, effondrements généralisés, voir le tableau 3, page 34). Les dispositions réglementaires indiquées dans ce tableau relatives à l'aléa « mouvements de terrain » ne sont donc valables qu'à condition que le risque pour les personnes soit établi par une étude spécifique.

*** Notons qu'à la date de rédaction du présent document, et sous réserve d'inventaire ou de confirmation technique, les terrains situés à l'aplomb de cavités minées de stockage ne sont pas construits ou présentent un risque d'effondrement localisé négligeable.

5. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe A	Glossaire	6 A4

Annexe A

Glossaire

Préambule :

Les termes ou expressions explicités ci-après font référence, lorsqu'elles existent, à des définitions extraites de normes ou de textes réglementaires cités entre crochets.

Les termes apparaissant en caractère italique dans les définitions correspondent à des termes eux-mêmes définis dans le glossaire.

Accident ou événement accidentel [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion, résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un stockage souterrain, qui entraîne des *conséquences/dommages* vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement. C'est la réalisation d'un *phénomène dangereux*, combinée à la présence de *cibles/éléments vulnérables* exposés aux effets de ce phénomène. Exemple d'accident : « N blessés et 1 atelier détruit suite à la rupture et à l'incendie d'une tête de puits ». Confusion fréquente avec le « *phénomène dangereux* » correspondant : un accident entraîne des *conséquences* (ou *dommages*) alors qu'un *phénomène dangereux* produit des effets.

Accident majeur [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : « Événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement, entraînant pour les intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des préparations dangereuses. » (arrêté du 10 mai 2000 modifié)

NB : La définition utilisée pour les installations classées (dans l'arrêté du 10 mai 2000 modifié), se limite aux intérêts visés au L.511-1 du CE, à l'exclusion des dommages internes à l'établissement, qui peuvent également être importants (et relèvent du code du travail pour ce qui est des conséquences sur les personnes à l'intérieur de l'établissement).

Aléa [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : probabilité qu'un phénomène dangereux produise, en un point donné du territoire, des effets d'une *intensité* physique donnée, au cours d'une période déterminée. L'aléa est donc l'expression, pour un type d'effet donné (thermique, surpression, mouvement de terrain, pollution des eaux souterraines), du couple *Probabilité d'occurrence* * *Intensité des effets*. L'aléa ne prend pas en compte la présence ou non d'*enjeux* et leur *vulnérabilité*. Il ne préjuge donc pas la *gravité* potentielle d'un accident.

Cinétique d'un phénomène dangereux [arrêté PICG du 29 septembre 2005] : celle-ci est qualifiée de lente si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, avant que les personnes exposées à l'extérieur du site de stockage soient atteintes par les effets du *phénomène dangereux*. La cinétique d'un phénomène dangereux est qualifiée de rapide dans le cas contraire.

Conséquences ou dommages [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Combinaison, pour un accident donné, de l'intensité des effets et de la vulnérabilité des *cibles* situées dans les zones exposées à ces effets. Les conséquences s'expriment par leur *gravité*. Note : les effets, éléments bien réels, n'entraînent des dommages/conséquences que si des éléments vulnérables sont présents (probabilité de présence et durée d'exposition) et que les valeurs des paramètres qui

caractérisent les effets (*intensité*, durée) débordent les valeurs des critères caractérisant la *vulnérabilité* des enjeux susceptibles d'être affectés.

Couverture : Couche géologique imperméable, généralement de forme anticlinale (pour un stockage en aquifère), assurant l'étanchéité du *réservoir* dans les conditions de pression autorisées.

Danger [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore,...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz,...), à une disposition (élévation d'une charge), à un organisme (microbe), etc., de nature à entraîner des *dommages* sur un *élément vulnérable*.

Enjeux ou **éléments vulnérables** ou **cibles** ou **intérêts à protéger** [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Eléments tels que les personnes, les biens, les activités, les différentes composantes de l'environnement ou les éléments du patrimoine culturel susceptibles, du fait de l'exposition à un aléa, de subir, en certaines circonstances, des dommages. Dans le cadre d'un PPRT, on s'intéresse aux enjeux humains (article L515-15 du code de l'environnement).

Événement initiateur [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'*événement redouté central* dans l'enchaînement causal menant à un *phénomène dangereux*. Dans la représentation en « nœud papillon » (ou arbre des causes), cet événement est situé à l'extrémité gauche.

Événement redouté central [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Événement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Exploitant [arrêté du 17 janvier 2003] : Le titulaire de l'autorisation de stockage souterrain de gaz ou, pour les stockages souterrains d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés, le titulaire de l'autorisation de création et d'essais de cavités souterraines ou d'aménagement et d'exploitation du stockage souterrain.

Fonction de sécurité [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Fonction ayant pour but la réduction de la *probabilité d'occurrence* et/ou des effets et *conséquences* d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'*accidents majeurs* dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques de sécurité, de barrières organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux. Une même fonction peut être assurée par plusieurs barrières de sécurité.

Gravité (des conséquences potentielles) [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Combinaison en un point de l'espace de l'*intensité des effets* d'un *phénomène dangereux* et de la *vulnérabilité* des enjeux potentiellement exposés. L'échelle de cotation de la gravité des conséquences sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement, est donnée en annexe de l'arrêté PICG du 29 septembre 2005.

Installation [arrêté du 17 janvier 2003] : une unité technique fonctionnelle à l'intérieur du stockage. Ce terme désigne tous les équipements, structures, canalisations, machines, outils, embranchements ferroviaires particuliers, quais de chargement et de déchargement, appontements desservant l'installation, jetées, dépôts ou structures analogues, flottantes ou non, nécessaires pour le fonctionnement du stockage; les puits, y compris leur partie souterraine, sont considérés comme des installations.

Intensité des effets (d'un phénomène dangereux) [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Grandeur physique caractérisant, en un point de l'espace, l'intensité des effets d'un phénomène dangereux (flux thermique pour un effet de type thermique, concentration létale pour un effet de type toxique, diamètre d'effondrement pour un effet de type mouvement de terrain, etc.). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'*éléments vulnérables* tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté PICG du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non de cibles exposées. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Limitation [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Mesures visant à limiter l'*intensité* des effets d'un *phénomène dangereux*, sans en modifier la *probabilité d'occurrence*. Ceci peut être réalisé par des mesures passives (ex : mur coupe feu, confinement d'une unité), automatiques (ex : fermeture de vannes asservie à une détection gaz, rideaux d'eau à déclenchement asservi à une détection) ou actives (plan d'urgence interne).

Mesure de sécurité ou **barrière de sécurité** ou **mesure de maîtrise des risques** [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue les mesures (ou barrières) de *prévention* (mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux), les mesures (ou barrières) de *limitation* (mesures visant à limiter l'*intensité des effets* d'un *phénomène dangereux*) et les mesures (ou barrières) de *protection* (mesures visant à limiter les *conséquences* sur les *cibles* potentielles par diminution de la *vulnérabilité*).

Périmètre de protection [article 104-3 du code minier] : Périmètre à l'intérieur duquel aucun travail ne peut être effectué au-delà d'une certaine profondeur sans autorisation préalable du préfet. Ce périmètre a vocation à éviter tous travaux qui seraient de nature à compromettre la sécurité du réservoir ou à troubler son exploitation.

Périmètre de stockage : périmètre délimitant l'emprise en surface du *réservoir* ;

Phénomène dangereux ou **phénomène redouté** [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger des *dommages* à des *cibles* vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. Note : un phénomène est une libération de tout ou partie d'un *potentiel de danger*, la concrétisation d'un *aléa*. Exemples de phénomènes dangereux : « incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fuel provoquant une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m² à 70 mètres pendant 2 heures », feu de nappe, feu torche, BLEVE, affaissement, effondrement localisé, dispersion d'un nuage de gaz toxique, dispersion d'une nappe de produits toxiques dans un

aquifère... Ne pas confondre avec « *accident* » : un phénomène produit des effets alors qu'un *accident* entraîne des *conséquences/dommages*.

Potentiel de danger ou **source de danger** ou **élément dangereux** ou **élément porteur de danger** : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un ou plusieurs *dangers*. Exemples : un réservoir de liquide inflammable est porteur du danger lié à l'inflammabilité du produit contenu, une charge disposée en hauteur est porteuse du danger lié à son énergie potentielle, une charge en mouvement est porteuse du danger lié à son énergie cinétique, etc.

Prévention [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la *probabilité d'occurrence* d'un *phénomène dangereux*.

Probabilité d'occurrence (d'un phénomène dangereux) [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : probabilité obtenue par agrégation des probabilités des *scénarios* conduisant au phénomène dangereux considéré. Elle correspond à la probabilité d'avoir des effets (et non des *conséquences*) d'une *intensité* donnée. Attention à la confusion avec « probabilité d'accident ».

Produit [article 3-1 du code minier] : le gaz naturel, les hydrocarbures liquides, liquéfiés ou gazeux ou les produits chimiques à destination industrielle.

Protection [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la *gravité* des conséquences d'un *accident* sur les *éléments vulnérables*, sans modifier la *probabilité d'occurrence* du *phénomène dangereux* correspondant. Note : des mesures de protection peuvent être mises en œuvre « à titre préventif », avant l'accident, comme par exemple un confinement. La maîtrise de l'urbanisation, visant à limiter le nombre de personnes exposées aux effets d'un *phénomène dangereux*, et les plans d'urgence visant à mettre à l'abri les personnes sont des mesures de protection.

Réduction du risque [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Actions entreprises en vue de diminuer le *risque*. Cela peut être fait en réduisant chacune des trois composantes du risque, la *probabilité* (par exemple en améliorant la prévention, en ajoutant ou en fiabilisant les mesures de sécurité), *l'intensité* (par exemple en substituant par une substance moins dangereuse, en réduisant les quantités mises en œuvre, en prenant des mesures de limitation comme l'utilisation d'un rideau d'eau pour abattre un nuage toxique) et la *vulnérabilité* (par éloignement ou protection des *éléments vulnérables*, par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, objet des PPRT, ou par les plans d'urgence externe)

Réservoir ou **réservoir souterrain** : structure géologique souterraine ou cavité souterraine d'origine anthropique renfermant le *produit*.

Risque [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Combinaison de la *probabilité d'occurrence* d'un *événement accidentel* et de la *gravité* de ses *conséquences* sur des *éléments vulnérables*. Le risque constitue une potentialité. Il ne se réalise qu'à travers l'*événement accidentel*, c'est-à-dire à travers la réunion et la réalisation d'un certain nombre de conditions et la conjonction d'un certain nombre de circonstances qui conduisent, d'abord, à l'apparition d'un ou plusieurs éléments initiateurs qui permettent, ensuite, le développement et la propagation de phénomènes permettant au danger de s'exprimer, en donnant lieu d'abord à l'apparition d'effets et ensuite en portant atteinte à un ou plusieurs *éléments vulnérables*. Le risque peut être décomposé selon les différentes combinaisons de ses trois composantes que sont

l'intensité, la vulnérabilité et la probabilité (la cinétique n'étant pas indépendante de ces trois paramètres) :

Intensité x Vulnérabilité = Gravité des dommages ou conséquences ;

Intensité x Probabilité = Aléa ;

Risque = Intensité x Probabilité x Vulnérabilité = Aléa x Vulnérabilité = Gravité (des conséquences) x Probabilité

Scénario d'accident [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un *accident*, dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même *phénomène dangereux* pouvant conduire à un *accident* : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

Sécurité-Sûreté [circulaire 05-0316 du 7 octobre 2005] : Dans le cadre des installations classées, on parle de sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des actes de malveillance (internes ou externes).

Stock total : pour les stockages en aquifères, volume total de gaz stocké (gaz utile + gaz coussin) rapporté aux conditions normales de température et de pression ; pour les stockages en cavités salines ou minées, volume libre des cavités de stockage multiplié par leur pression maximale de service.

Stockage ou **stockage souterrain** ou **site de stockage** : ensemble comprenant le *réservoir*, les puits d'exploitation, les têtes de puits, les installations de surface nécessaires pour assurer l'injection, le soutirage et le traitement du *produit*, les canalisations de surface reliant ces installations aux têtes de puits, ainsi que tous les équipements (superficiels ou souterrains) nécessaires à l'exploitation du stockage ou destinés à assurer sa sécurité (puits de contrôle par exemple).

Système à sécurité positive [Prim.net : le risque industriel] : système qui se met en état sûr par défaut d'alimentation en énergie. Par exemple, une vanne de subsurface sera à sécurité positive si dans son état de repos elle est fermée. Il lui faut une énergie (donc une action volontaire) pour s'ouvrir

Vulnérabilité (d'un enjeu) [Guide PPRT] : sensibilité plus ou moins forte d'un enjeu à un type d'effet donné. Par extension, on parle aussi de la vulnérabilité d'une zone du territoire regroupant plusieurs natures d'enjeux.

Toit : Point d'altitude maximum du *réservoir*.