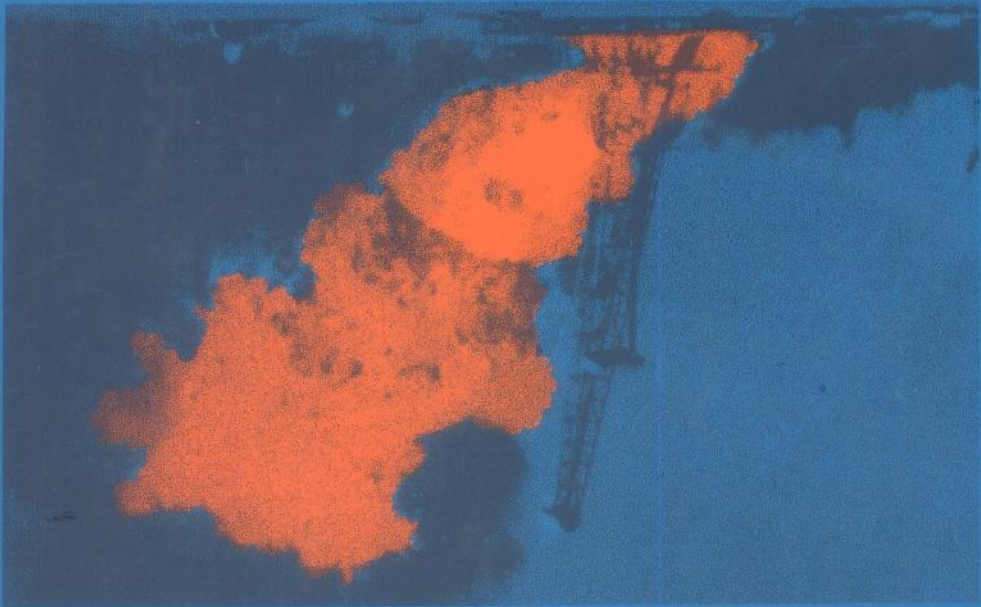


éditions technip



# prévention et maîtrise des éruptions



chambre syndicale de la  
recherche et de la production  
du pétrole et du gaz naturel  
comité des techniciens

chambre syndicale de la  
recherche et de la production  
du pétrole et du gaz naturel

comité des techniciens

commission exploitation  
sous-commission forage

GL 36

4739  $\frac{2}{2}$

# prévention et maîtrise des éruptions



4739

1979

ÉDITIONS TECHNIP 27, RUE GINOUX 75737 PARIS CEDEX 15

technip

# Table des matières

PRÉFACE .....	V
DÉFINITIONS IMPORTANTES. ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES .....	1
<b>1</b>	
<b>CAUSES D'UNE VENUE ANALYSE DES INDICES</b>	
1.1. CAUSES D'UNE VENUE .....	5
1.2. INDICES D'UNE VENUE .....	5
1.2.1. Augmentation de la vitesse d'avancement .....	5
1.2.2. Remplissage en manœuvre inférieur au volume requis .....	6
1.2.3. Pertes de circulation .....	7
1.2.4. Boue gazée .....	7
1.2.5. Boue coupée par de l'eau .....	11
1.2.6. Augmentation du débit à la goulotte et du niveau des bacs .....	11
1.3. RECOMMANDATIONS .....	11

## 2

## PROGRAMME DE FORAGE

2.1. COUPE TECHNIQUE DU FORAGE .....	13
2.1.1. Données de base .....	13
2.1.2. Programme de cuvelage .....	14
2.1.2.1. Tube guide .....	14
2.1.2.2. Cuvelages techniques .....	14
2.1.2.3. Cuvelage de production .....	15
2.1.3. Pression de fracturation des terrains .....	15
2.2. CALCUL DE LA RÉSISTANCE DE L'OUVRAGE .....	17
2.2.1. Contraintes auxquelles peut être soumis l'ouvrage au cours d'une venue de gaz .....	17
2.2.1.1. Évacuation d'un bouchon de gaz en circulation .....	17
2.2.1.2. Puits plein de gaz .....	21
2.2.2. Choix des contraintes à prendre en considération .....	26
2.2.3. Coefficients de sécurité pour le calcul des cuvelages .....	28
2.2.4. Étanchéité des joints .....	29
2.2.5. Choix de la pression de service de l'ouvrage pour la phase considérée et profil des contraintes de pression interne différentielle le long du cuvelage technique au cours d'une venue de gaz .....	29
Exemple 1 .....	29
Exemple 2 .....	32
Exemple 3 .....	35
2.3. PROGRAMME D'ESSAIS DE PRESSION .....	38
2.3.1. Essais de pression tête de puits et accessoires .....	38
2.3.2. Essais des colonnes .....	38
2.3.3. Contrôle des cimentations .....	40
2.3.4. Essai de pression du découvert .....	41
2.4. DÉFINITION DES CRITÈRES D'ARRÊT DU FORAGE .....	42
2.5. PROTECTION DE L'OUVRAGE EN COURS D'EXÉCUTION .....	43

2.5.1. Protection des cuvelages .....	43
2.5.2. Protection de la tête de puits et (en offshore) du tube prolongateur ..	46
2.5.3. Protection contre la corrosion .....	46
2.5.4. Protection du découvert .....	47
2.6. PROGRAMME D'ABANDON .....	47
2.6.1. Abandon provisoire .....	47
2.6.2. Abandon définitif .....	48

### 3

## CHOIX DES MOYENS

3.1. ÉQUIPEMENT DE DÉTECTION .....	51
3.1.1. Équipements de base .....	51
3.1.2. Équipements supplémentaires recommandés dans les cas difficiles ..	52
3.1.3. Localisation des appareils de lecture .....	53
3.2. ÉQUIPEMENTS DE CONTRÔLE .....	53
3.2.1. Équipements pour la fermeture du puits .....	53
3.2.1.1. Les obturateurs .....	53
3.2.1.2. Les organes de commande .....	57
3.2.2. Équipements pour la garniture de forage .....	58
3.2.2.1. Dispositif d'obturation en tête .....	58
3.2.2.2. Dispositif d'obturation au fond .....	60
3.2.3. Équipements pour la mise sous contrôle .....	60
3.2.3.1. Équipement de refoulement .....	60
3.2.3.2. Évacuation haute pression de l'effluent .....	60
3.2.3.3. Circuit basse pression .....	66
3.2.4. Essais .....	66
3.2.4.1. Essais de fonctionnement .....	67
3.2.4.2. Essais de pression .....	67

3.3. STOCKS DE SÉCURITÉ .....	68
3.4. FORMATION DU PERSONNEL .....	69
3.4.1. Formation du personnel d'encadrement .....	69
3.4.2. Entraînement du personnel sur chantier .....	71

## 4

### DÉTECTION DES ZONES A PRESSION ANORMALE

4.1. DÉFINITION ET ORIGINE DES PRESSIONS ANORMALES .....	73
4.1.1. Pression normale .....	73
4.1.2. Pressions anormales .....	75
4.1.2.1. La présence d'hydrocarbures dans les réservoirs .....	75
4.1.2.2. La sous-compaction des argiles .....	77
4.1.2.3. Les phénomènes d'hydrodynamisme .....	81
4.1.2.4. Autres causes d'anomalies de pression .....	81
4.2. MÉTHODES D'ALERTE ET D'ÉVALUATION DES PRESSIONS ANORMALES .....	82
4.2.1. Méthodes à utiliser avant le forage .....	82
4.2.2. Méthodes utilisables pendant le forage .....	83
4.2.2.1. Identification géologique .....	83
4.2.2.2. Diagraphies électriques .....	83
4.2.2.3. Diagraphies instantanées .....	83
4.2.2.4. Propriétés de la boue .....	85
4.2.2.5. Problèmes de forage .....	86
4.2.2.6. Propriétés des cuttings .....	86
4.2.2.7. Venues .....	87
4.2.3. Conclusions .....	87

## 5

## CONTRÔLE DES VENUES

5.1. CONTRÔLE D'UNE VENUE TRÉPAN AU FOND .....	89
5.1.1. Principe de contrôle d'une venue .....	89
5.1.1.1. Observation du puits fermé .....	89
5.1.1.2. Évaluation de la pression de pores .....	91
5.1.1.3. Pression à maintenir sur le fond du puits au cours du contrôle .....	91
5.1.1.4. Valeur de la pression de refoulement lors du rétablissement de la circulation .....	91
5.1.1.5. Détermination de la densité de boue nécessaire pour contrôler la venue .....	93
5.1.1.6. Détermination de la pression de refoulement lorsque la boue de densité requise atteint le trépan .....	93
5.1.2. Méthode de contrôle d'une venue, trépan au fond .....	94
5.1.2.1. Fermeture et mesure des pressions en tête .....	94
<i>Cas général</i> .....	94
<i>Présence d'une soupape de non retour dans le train de sonde</i> .....	94
5.1.2.2. Circulation avec la boue initiale .....	95
5.1.2.3. Circulation avec la boue alourdie .....	96
<i>Barytage en un cycle</i> .....	96
<i>Barytage en plusieurs cycles</i> .....	96
5.1.3. Évolution de la pression annulaire pendant un contrôle, trépan au fond .....	97
5.1.3.1. Influence de la nature de l'effluent .....	97
5.1.3.2. Influence du volume de l'effluent .....	99
5.1.3.3. Influence du moment du démarrage du barytage .....	100
5.1.3.4. Pression maximale admissible en tête de l'espace annulaire ( $P_{adm}$ ) ..	101
5.2. VENUES EN COURS DE MANŒUVRE .....	103
5.2.1. Causes des venues en cours de manœuvre .....	103
5.2.2. Mesures préventives .....	104
5.2.3. Conduite à tenir en cas de venue en cours de manœuvre .....	104
5.2.3.1. Cas particulier de l'outil en cours de remontée proche de la surface ..	105
5.2.3.2. Cas général de venue en cours de manœuvre .....	105
5.2.3.3. Outil au-dessus des obturateurs .....	106
5.2.3.4. Cas où le largage de la garniture devient nécessaire .....	106

## 6

### CONSIGNES AU CHEF DE POSTE ET FEUILLE DE CALCUL POUR FORAGE A TERRE OU SUR PLATE-FORME FIXE

6.1. REMARQUES IMPORTANTES .....	107
6.2. CONSIGNES AU CHEF DE POSTE .....	108
6.3. COMMENTAIRES SUR CONSIGNES AU CHEF DE POSTE .....	108
6.3.1. Pression limite en tête de l'espace annulaire ( $P_{adm}$ ) .....	108
6.3.2. Durée de fermeture du puits et lecture des pressions .....	108
6.3.3. Pression maximale en tête de l'espace annulaire ( $P_{max}$ ) .....	108
6.3.4. Contrôle du remplissage en manœuvre .....	110
6.3.5. Cas où l'outil est au jour .....	110
6.4. FEUILLE DE CALCUL ET GRAPHIQUE DE PRESSION .....	110
6.5. COMMENTAIRES SUR LA FEUILLE DE CALCUL .....	110
6.6. EXEMPLES .....	114

## 7

### PROCÉDURES PARTICULIÈRES AUX ENGINs FLOTTANTS

7.1. PROBLÈMES POSÉS PAR UN SUPPORT FLOTTANT .....	123
7.1.1. Instabilité du support .....	123
7.1.1.1. Choix des équipements .....	123
7.1.1.2. Limites d'emploi .....	124

7.1.2. Tranche d'eau .....	125
7.1.2.1. Fracturation des terrains à faible profondeur .....	125
7.1.2.2. Éruption de gaz à faible profondeur .....	127
<i>Faible à moyenne profondeur d'eau (400 m maxi)</i> .....	127
<i>Grande profondeur d'eau</i> .....	127
7.1.2.3. Vidange du tube prolongateur .....	129
7.2. PROCÉDURES DE CONTRÔLE D'UNE VENUE SUR ENGIN FLOTTANT .....	130
7.2.1. Détermination de la pression de refoulement au débit de contrôle ..	130
7.2.2. Détermination de la surpression au fond à la fin du contrôle .....	132
7.2.3. Procédures de mise sous contrôle .....	132
7.2.4. Positionnement des tool-joints .....	134
7.2.5. Détermination de la distance entre la table de rotation et les obtu- rateurs .....	135
7.2.5.1. Mesure par fixation sur tête de tensionneur .....	135
7.2.5.2. Mesure par système du fil tendu .....	137
7.2.6. Utilisation de la tige courte en forage .....	138
7.2.7. Détermination de la longueur de tige ( <i>A</i> ) nécessaire sous la tête de circulation .....	140
7.2.8. Conclusion .....	142
7.3. CONSIGNES AU CHEF DE POSTE ET FEUILLE DE CALCUL DE CONTRÔLE .....	143
7.3.1. Consignes au chef de poste .....	143
7.3.2. Feuille de calcul .....	143
7.3.3. Commentaires .....	143
7.3.4. Exemple .....	148
7.4. ÉTAPES DE MISE EN SÉCURITÉ DU PUIIS .....	152
7.4.1. Arrêt sur prévisions météorologiques .....	152
7.4.1.1. Rappels .....	152
7.4.1.2. Procédures de mise en sécurité .....	152
7.4.1.3. Première étape de mise en sécurité .....	153
7.4.1.4. Deuxième étape de mise en sécurité .....	154
7.4.1.5. Troisième étape de mise en sécurité .....	154

7.4.2. Reprise des opérations .....	154
7.4.3. Conclusions .....	154
7.5. ABANDON D'URGENCE .....	155
7.5.1. Cas d'une éruption incontrôlable .....	155
7.5.2. Cas d'incendie non maîtrisable à bord, ou de collision menaçant la flottabilité de l'engin .....	155
7.5.3. Cas de ripage de l'engin .....	156
7.5.4. Conclusions .....	156

## 8

### TRAITEMENT DES CAS COMPLIQUÉS

8.1. CIRCULATION DE L'EFFLUENT JUGÉE DANGEREUSE .....	157
8.2. DÉPASSEMENT DE LA PRESSION DE FRACTURATION CALCULÉE .....	158
8.2.1. Tubage à faible profondeur .....	159
8.2.2. Tubage à moyenne ou grande profondeur .....	159
8.3. ÉRUPTION SOUTERRAINE .....	162
8.3.1. Indices marquant le développement probable d'une éruption souterraine .....	162
8.3.2. Recommandations .....	162
8.3.3. Traitement par pompage de boue lourde .....	163
8.3.4. Traitement par mise en place d'un bouchon de baryte .....	163
8.3.5. Traitement par colmatage de la zone à perte .....	164
8.3.6. Enregistrement du profil de température .....	165
8.4. OUTIL AU FOND, CIRCULATION IMPOSSIBLE .....	166
8.4.1. Incident de surface .....	166
8.4.2. Outil bouché .....	166

8.5. MANŒUVRE DU TRAIN DE TIGES A TRAVERS LES OBTURATEURS .....	168
8.5.1. Descente à travers l'obturateur annulaire seul .....	169
8.5.2. Descente à travers deux obturateurs .....	170
8.5.3. Considérations particulières dans le cas d'une venue de gaz .....	171
8.5.4. Présence de gaz en tête de puits .....	171
8.5.5. Remontée du train de tiges à travers les obturateurs .....	171
8.6. PLAN D'EXCEPTION .....	172
8.6.1. But .....	172
8.6.2. Contenu du plan d'exception .....	172