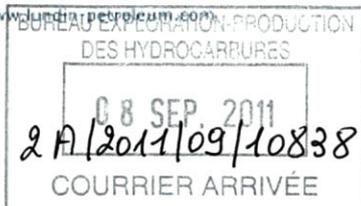




Maclanay - 51210 Montmirail - France
Téléphone : + 33 (0)3 26 81 74 00
Télécopie : + 33 (0)3 26 81 14 71
www.lundin-petroleum.com



Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des
Transports et du Logement
Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie
DGEC/DE/SD2
Sous direction de la sécurité d'approvisionnement et des
nouveaux produits énergétiques
Bureau Exploration Production des Hydrocarbures
Arche de la Défense - Paroi Nord
92055 La Défense cedex

Recommandé AR
1A 054 667 3599 2

A l'attention de M. le sous-directeur de la sécurité
d'approvisionnement et des nouveaux produits
énergétiques

Montmirail, le 7 septembre 2011

objet : Modalités d'exploration des hydrocarbures liquides ou gazeux dans le cadre du permis
exclusif de recherches dit permis de "Plaines du Languedoc"

Monsieur le Directeur,

En référence à la loi n°2011-835 du 13 juillet 2011 et à votre courrier réf.2A/2011/07/10236 du 26
juillet 2011, nous vous remettons sous ce pli, en notre qualité de titulaire du permis exclusif de
recherches d'hydrocarbures liquides ou gazeux dit permis de "Plaines du Languedoc", un rapport sur
les modalités d'exploration des hydrocarbures liquides ou gazeux dans le cadre dudit permis.

Ce rapport précise les approches techniques employées ou envisagées dans le cadre de nos activités de
recherches sur ce permis.

Nous restons à votre entière disposition pour vous fournir tous renseignements complémentaires qui
seraient nécessaires ou souhaités.

Nous vous prions de croire, Monsieur le Directeur, à l'assurance de notre respectueuse considération.

Valéry Da Silva,
General Manager

P.J : rapport pour le Permis de Plains du Languedoc

**MODALITES D'EXPLORATION DES HYDROCARBURES LIQUIDES OU GAZEUX
DANS LE CADRE DU PERMIS EXCLUSIF DE RECHERCHES DIT
PERMIS DES « PLAINES DU LANGUEDOC »**

I - INFORMATIONS CONCERNANT L'OPERATEUR DU PERMIS DES PLAINES DU LANGUEDOC

Le permis des Plaines du Languedoc a été accordé à la société Lundin International le 30 octobre 2009 pour une première période de validité de 5 années.

Lundin International est la filiale française du groupe Lundin Petroleum dont la maison-mère est Lundin Petroleum AB, société cotée suédoise. Lundin International est la société dédiée aux opérations de recherche et d'exploitation d'hydrocarbures en France.

Avant son acquisition en 2002 par le groupe Lundin Petroleum, Lundin International existait et opérait en France sous le nom de Coparex International, société impliquée dans le domaine minier français depuis 1957. Outre l'opération de gisements développés dès leur origine, Coparex International s'était enrichie de divers actifs miniers acquis au fil du temps, notamment à travers la fusion avec la société Eurafrep (1990), l'acquisition de divers actifs au groupe Total (reprise de la société Total Exploration en 1993) et au groupe Triton (reprise de la société Triton France en 1995).

Cette présence de longue date et sans discontinuité dans la recherche et l'exploitation d'hydrocarbures en France permet à Lundin International de bénéficier d'une très longue expertise et d'un savoir-faire indéniable. Le personnel de la société, dont certains membres ont plus de 30 années d'expérience dans l'industrie pétrolière française, est ainsi à-même d'appréhender tous les aspects techniques, réglementaires, environnementaux et sociétaux des projets entrepris par la société sur le territoire français.

Durant ces décennies de prospection, la société a participé activement à plus de 200 forages d'exploration du sous-sol français qui ont abouti à la découverte de gisements dont ceux de Villeperdue et de Trois Fontaines pour les plus importants, mais aussi récemment les gisements de Merisiers et de Villeseneux, ce dernier champ étant en cours d'appréciation.

A l'heure actuelle, Lundin International opère 10 champs pétroliers dans le bassin de Paris, comportant 120 puits producteurs et 40 puits injecteurs, 4 centres de production (dont 1 en cours de construction) et un oléoduc d'évacuation de la production. Elle opère également 6 permis d'exploration en cours d'évaluation, dont le permis des Plaines du Languedoc.

En 2010 Lundin International a produit, séparé et livré plus de 150 000 m³ d'hydrocarbures et traité plus de 1 700 000 m³ d'eau de gisement. Les hydrocarbures sont envoyés par pipeline à la raffinerie et les eaux de gisements sont réinjectées dans leur formation d'origine pour maintenir la pression des gisements.

II - OBJECTIFS PETROLIERS VISES SUR LE PERMIS DES PLAINES DU LANGUEDOC

Le mémoire technique présenté à l'occasion de la demande de permis prévoit la prospection d'hydrocarbures liquides ou gazeux avec le retraitement des anciennes données de géophysique, par une éventuelle acquisition géophysique et la préparation d'un forage. Cet objectif est toujours celui visé

à ce jour et les démarches entreprises ou envisagées sont toujours en ligne avec cet objectif. Des forages avec des objectifs similaires ont déjà été réalisés par le passé. On peut mentionner que la région de Gabian a vu la prospection du premier champ pétrolier français dans les années 1920 à 1930.

III - APPROCHES TECHNIQUES EMPLOYEES ET/OU ENVISAGEES DANS LE CADRE DES RECHERCHES D'HYDROCARBURES SUR LE PERMIS DES PLAINES DU LANGUEDOC

1 - Généralités sur les gisements susceptibles d'être trouvés sur le permis des Plaines du Languedoc

Un gisement est constitué schématiquement d'une accumulation d'hydrocarbures dans les pores d'une roche-réservoir (calcaire ou grès), surmonté par une couverture formée d'une roche étanche (argile) et dans des dispositions favorables d'un piège pétrolier (anticlinal).

Il faut aussi bien entendu une roche-mère qui a alimenté le réservoir. Cette roche-mère provient de l'accumulation de débris organiques, déposés dans des milieux aquatiques pauvres en oxygène (mer fermée) et mêlés aux sédiments inorganiques (argile, sable). Sous l'action de micro-organismes, la décomposition de la matière organique donne naissance au kérogène, emprisonné au sein de la roche-mère. En fonction de l'enfouissement, ces roches seront soumises à l'augmentation de température et de pression, et le kérogène se transformera d'abord en pétrole puis potentiellement en gaz.

Ces hydrocarbures sont expulsés de la roche-mère (migration primaire) et ont tendance à migrer vers la surface jusqu'à rencontrer sur leur trajet une couche imperméable. Ils migrent alors par des drains vers les pores d'une roche réservoir (migration secondaire) où ils s'accumulent pour former un gisement pétrolier. Ce processus se chiffre en millions d'années.

Un gisement doit comporter deux caractéristiques pour être exploité : offrir un volume nécessaire aux fluides et la possibilité pour ceux-ci de se déplacer, c'est-à-dire que cette roche doit être poreuse et perméable. Ce volume d'hydrocarbures est toujours accompagné par de l'eau interstitielle généralement contemporaine des hydrocarbures. Cette eau fossile (eau connée) est plus ou moins fortement minéralisée (jusqu'à plus de 200 grammes de sels par litre).

2 - Démarches suivies et techniques d'exploration employées par Lundin International sur le permis des Plaines du Languedoc

L'exploration ambitionne de découvrir des gisements d'hydrocarbures localisés à quelques milliers de mètres de profondeur dans des conditions géologiques de formation et de préservation très restrictives. Un certain nombre d'hypothèses sont formulées et testées. Mais aujourd'hui encore, seule la réalisation d'un forage permet de conclure à la présence ou l'absence d'hydrocarbures.

La démarche exploratoire suivie par Lundin International est quasiment invariable avec :

- a) une phase d'analyse des données existantes (géologiques, géophysiques), la formulation d'hypothèses nouvelles en fonction des résultats des forages antérieurs,
- b) une phase de réinterprétation d'anciennes données ou d'acquisition de nouvelles connaissances et leur intégration,
- c) une phase de reconnaissance par forage et d'interprétation des résultats acquis.

2.1 Les travaux menés en bureau d'étude

Les phases a) et b) se déroulent en bureau d'étude. Les stations de travail informatiques et des logiciels spécifiques permettent l'intégration des différentes données et servent à générer une succession de cartes interprétatives du sous-sol en vue d'une reconnaissance par forage. Les personnes chargées de l'interprétation consiste en des géologues et géophysiciens ayant une bonne pratique des logiciels et une excellente connaissance des bassins sédimentaires. Cette démarche appliquée à l'exploration en France se décline pour Lundin International par :

- l'étude d'anciens forages ou de zones potentielles à la lumière de nouveaux concepts scientifiques (sédimentologiques, structuraux),
- l'acquisition de bases de données (diagraphies de puits, données géophysiques), le retraitement de celles-ci et leur réinterprétation avec des modèles et des outils informatiques adaptés et sophistiqués.

La connaissance acquise par les études géologiques et géophysiques permettent d'évaluer globalement l'intérêt de la zone, mais ne donnent aucune certitude sur l'existence d'un gisement. Seul le forage d'exploration donne un accès direct au sous-sol.

Avant ou postérieurement à ces analyses qui ont abouti à une présomption de piège (prospect), une demande de permis de recherche d'hydrocarbures doit être déposée, présentant entre autres obligations un mémoire technique et les engagements financiers nécessaires aux moyens d'investigations proposés pour l'obtention des résultats. La demande expose également les capacités techniques et financières de la société.

2.2 Les travaux de géophysique de terrain

Des travaux de prospection géophysique ont déjà été réalisés aux cours des trois dernières décennies. Dans une première phase, ce sont les anciennes données qui sont retraitées et réinterprétées. S'il s'avère nécessaire d'obtenir des données supplémentaires, les travaux consistent en :

- des études topographiques où des véhicules légers empruntent autant que faire se peut les chemins existants. Le balisage, effectué à pied, est matérialisé par des petits piquets en bois,
- la pose de câble, consistant à dérouler ceux-ci le long du profil et à poser des géophones à même le sol,
- l'émission de source de vibrations, à des fréquences bien ciblées.

La méthode géophysique le plus communément utilisée est celle dite de "sismique réflexion". Cette technique a fait l'objet de très nombreuses applications depuis des décennies, dans des domaines autres que l'industrie pétrolière. Cette technique consiste à créer à la surface du sol des vibrations qui se propagent dans le sous-sol.

Des campagnes d'acquisition ont même eu lieu en centre-ville (Paris, Reims ou Pau).

La source d'émission des vibrations est le plus souvent effectuée à partir de véhicules (camions vibrateurs) aptes à émettre dans le sous-sol des ondes à des fréquences déterminées. Les échos de ces ébranlements sur les surfaces de discontinuités sédimentaires sont recueillis par des capteurs (géophones). Ces derniers sont sensibles aux variations de pression engendrés par les trains d'onde.



Camions vibrateurs en phase d'acquisition lors de la campagne géophysique 3D Soudron (Marne)

L'énergie utilisée par le camion vibrateur est d'origine mécanique. Il s'agit d'un générateur qui transmet hydrauliquement des vibrations par l'intermédiaire d'une plaque appliquée sur le sol. Le signal est de faible énergie unitaire, il est généralement nécessaire d'additionner les vibrations élémentaires de trois à cinq véhicules.

Les ondes émises dans le sous-sol sont captées à leur retour à la surface par les géophones. Le dispositif pour enregistrer les ondes peut comprendre plusieurs milliers de capteurs. Ceux-ci sont disposés le long du profil à intervalles réguliers de quelques mètres.

Tous les signaux électriques captés sont transmis à un camion laboratoire, avant le traitement des données qui se déroulera en centre de calcul.

2.3 Les travaux de forage

Si l'intérêt du prospect est avéré à l'issue des études géologiques et des travaux d'interprétation et sous réserve que le permis de recherches ait été accordé, un programme de forage est préparé puis soumis aux autorités de tutelle (pour le permis des Plaines du Languedoc, les autorités de tutelle comprennent la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la région Languedoc Roussillon et les Préfectures de l'Aude et de l'Hérault). Le programme de forage est construit en fonction des objectifs géologiques à atteindre et des conditions de surface.

- Préliminaires à la phase de forage

Une reconnaissance initiale sur le terrain est impérativement menée par Lundin International avant toute investigation ultérieure. Celle-ci a pour but de définir les emplacements de surface potentiels. Elle passe par la présentation du projet aux communes et au propriétaires/exploitants potentiellement concernés.

Cette procédure de première prise de contact permet de sélectionner un emplacement de surface prenant en compte toutes les exigences réglementaires et les singularités locales (éloignement des habitations, zones sensibles, emprise agricole minimale, etc).

Une fois seulement après l'acceptation par les parties locales et la conclusion d'un protocole de mise à disposition du terrain, Lundin International procède à l'établissement du programme de forage et à sa soumission aux autorités de tutelle. Ce programme intègre notamment les particularités locales de surface (forage en déviation si nécessaire), les conditions des accès pour l'appareil de forage, le respect des contraintes agricoles (accès aux récoltes), la prise en compte de la topographie locale...

- Phase de forage proprement dite

Seul le forage apporte des informations sur la lithologie et les fluides contenus. En moyenne, un forage sur cinq, voire moins, débouche sur une découverte économique. Dans le bassin de Paris où l'exploration des thèmes classiques est déjà bien contrainte, une estimation d'un forage sur trois aboutissant à un gisement de taille modeste est une valeur retenue.

Les travaux de forage seront effectués avec un appareil de forage de capacité adaptée à la profondeur des objectifs.

Les principaux éléments d'un appareil de forage sont les suivants :

- Fonction assemblage : gerbeuse automatique et chargeurs associés.
- Fonction rotation : top drive (moteur en tête) hydraulique intégrée.
- Fonction contrôle de venue : ensemble d'obturateurs de puits avec accumulateur et commandes déportées.
- Fonction puissance : ensemble de moteurs thermiques couplés génératrices électriques et génératrice hydraulique, fournissant l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'appareil.
- Fonction circulation des fluides de forage : bacs de préparation et de stockage, pompes de mixage et de circulation



Emprise d'un forage pétrolier

L'outil de forage est relié à la surface par un train de tiges métalliques ("garniture de forage") supporté par le mât de forage grâce à l'ensemble top drive-câbles-poulies (fonction de levage). Cet outil est utilisé pour pénétrer dans la roche et permettre le forage du puits.

La roche broyée par l'outil est remontée en surface par circulation d'un fluide ("fluide de forage") ayant des propriétés de suspension des solides. Ce fluide de forage aussi permet le refroidissement de l'outil. Il empêche également l'éboulement intempestif de la paroi du puits et prévient l'entrée dans le puits de fluides contenus dans les formations traversées, en équilibrant la pression qui s'exerce sur les parois du puits et en déposant sur les parois un film argileux protecteur ("mud cake").



une des trois duses permettant la circulation du fluide de forage

Outil de forage tricône 12-¼"

Ce fluide est pompé depuis la surface dans les tiges de forage (fonction de circulation) et est poussé dans le puits au niveau du front de taille grâce à des événements ("duses") aménagés sur l'outil de forage.

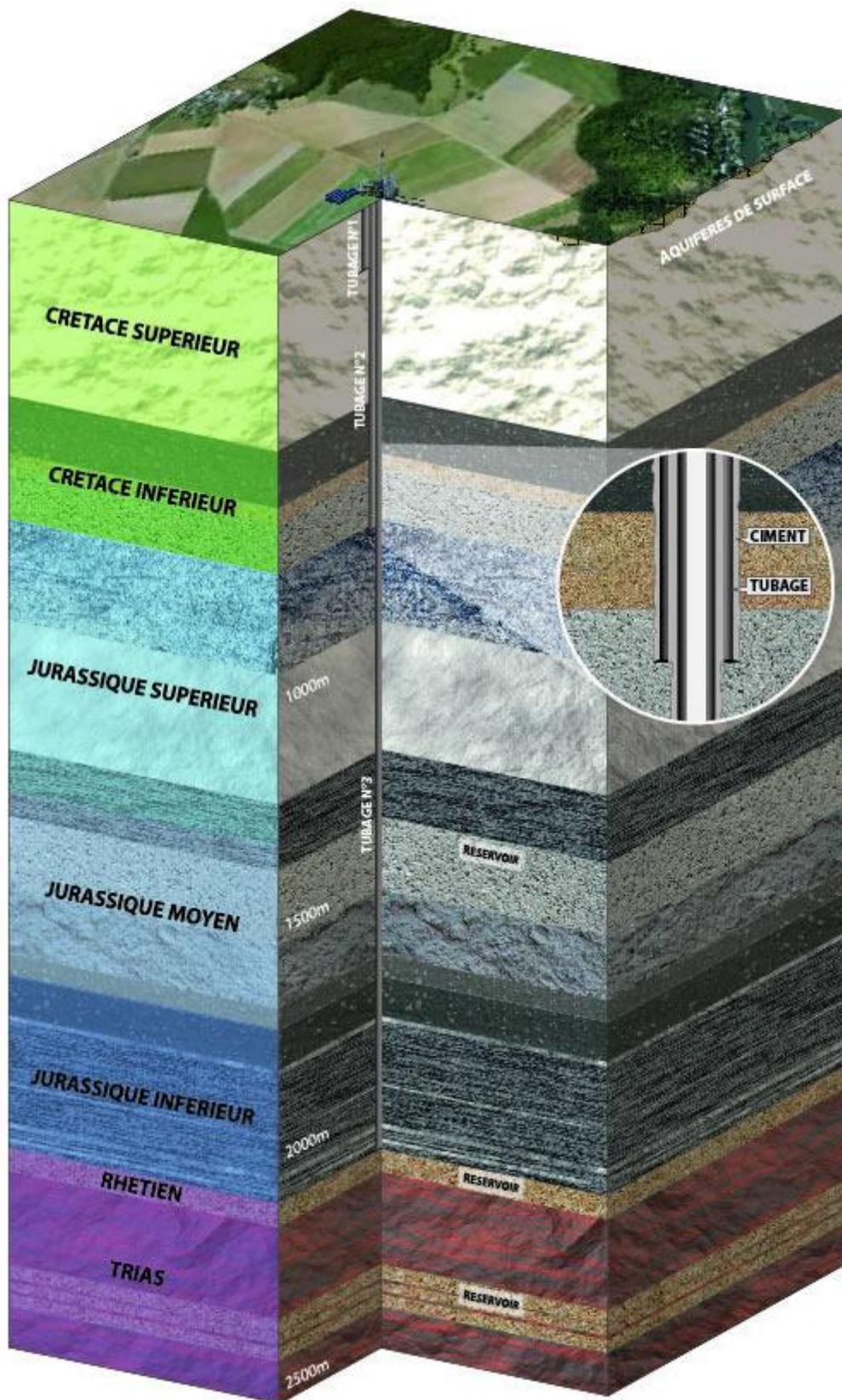
Ce fluide remonte ensuite du fond jusqu'en surface par l'espace annulaire créé entre les tiges de forage et les parois du trou en entraînant avec lui les déblais de roche broyée.

En surface, le fluide de forage passe par un circuit de traitement approprié (équipements de séparation, tamis vibrants) destiné à le débarrasser des solides ("cuttings") avant sa remise en circulation dans le puits. Les déblais de forage sont stockés temporairement dans des bassins de rétention (bacs métalliques) avant d'être transportés vers un centre d'élimination agréé.

Pendant l'exécution du forage, des cuvelages en acier sont régulièrement descendus dans le puits à différentes profondeurs et cimentés aux parois du trou afin de stabiliser cette paroi, d'isoler les unes des autres les différentes zones poreuses et perméables rencontrées et de rendre possible l'approfondissement du forage dans des conditions optimales de sécurité.

La réglementation française exige que la qualité de la cimentation soit vérifiée par des enregistrements successifs (diagraphies électriques) et approuvée par les services des DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) avant la poursuite du forage.

En résumé, un forage est une succession de phases d'approfondissement, de tubages et de cimentation, de diamètre de plus en plus réduit jusqu'à l'objectif à atteindre.



Section type de réalisation d'un forage dans le centre du Bassin de Paris

L'objectif est un réservoir (calcaire ou grès) qui doit être évalué précisément. Un prélèvement par carottage remplace le forage par destruction. On peut ainsi déterminer le type de dépôt sédimentaire, ses caractéristiques en termes de réservoir, telle que porosité et perméabilité.



Section de carotte fortement imprégnée d'hydrocarbures



Gouttelettes d'hydrocarbures exsudant d'une roche peu poreuse

La réalisation d'un forage nécessite des moyens humains pluridisciplinaires. Toute l'organisation du forage et de son programme détaillé est établie par les équipes 'Exploration' et 'Forage' de Lundin International qui, pour la réalisation proprement dite du forage, fait ensuite appel à différents contracteurs très spécialisés (génie civil, appareil de forage proprement dit, services de surveillance géologique, services de supervision de boue, services de tubages et de cimentation, services de traitement des déblais de forage, enregistrement de diagraphies différées...). Toutes ces sociétés, dites parapétrolières, sont reconnues pour leurs capacités techniques et possèdent un personnel très qualifié dans leur domaine.

2.4 Phase d'évaluation et de mise en production du gisement

Si le forage d'exploration révèle la présence d'indices significatifs, le réservoir mis en évidence sera testé (mise en production provisoire) pour obtenir une acquisition aussi complète que possible des caractères du gisement. Ces données détermineront le choix de la méthode d'exploitation la plus efficace. Un grand nombre de mesures interagissent entre elles (propriétés physiques et mécaniques, nature et variations des fluides).

Les essais de production permettent de quantifier l'évolution des débits et des pressions des masses fluides contenues dans le réservoir. Des échantillons de roche, issues des carottes, sont remis en conditions de gisement au sein de laboratoires pour obtenir divers paramètres indispensables.

La question essentielle de la production pétrolière consiste à connaître et à maîtriser les mouvements des fluides dans les roches. Une mauvaise appréciation de la dynamique des fluides peut aboutir à un très faible taux d'extraction.

Les méthodes et techniques mise en œuvre en France par Lundin International pour évaluer un gisement sont les suivantes :

- durant le forage, un dernier tubage dit de production est descendu et cimenté pour couvrir la zone réservoir. Ce revêtement est alors contrôlé dans son intégrité puis perforé seulement devant les différents niveaux supposés producteurs, évitant ainsi des communications inopportunes entre niveaux,

- les effluents (hydrocarbures et eau éventuellement) remontent depuis le fond jusqu'en surface par une conduite appelée tubing de production. Les pressions de gisement en France sont généralement insuffisantes et les puits doivent être pompés. Le cas le plus emblématique est représenté par la pompe à balancier, mais d'autres types de pompes existent (pompes de fond immergées).



Pompes à balancier

Les effluents sont recueillis dans des bacs, pour être séparés et jaugés. La productivité ainsi déterminée permet de choisir le type de pompe et la cadence optimale.

-oOo-

Les techniques décrites précédemment sont celles auxquelles Lundin International recourt à ce jour pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures. En aucun cas ces techniques ne comportent de forages suivis de fracturation hydraulique de la roche.

Lundin International se conforme, quoi qu'il en soit, aux lois et règlements applicables, et notamment à la loi n°2011-835 du 13 juillet 2011.

Les techniques exploratoires suivies par Lundin International dans le cadre de la recherche d'hydrocarbures sur le permis des Plaines du Languedoc, telles que décrites dans ce rapport, sont cohérentes avec les objectifs poursuivis. Cette cohérence est validée par des décennies de pratique.

-oOo-