

L'information au service du management des risques opérationnels dans les environnements incertains : Cas de la détection précoce des venues durant les forages pétroliers et gaziers

Abdelkader Baaziz, Luc Quoniam

▶ **To cite this version:**

Abdelkader Baaziz, Luc Quoniam. L'information au service du management des risques opérationnels dans les environnements incertains : Cas de la détection précoce des venues durant les forages pétroliers et gaziers. International Journal of Innovation and Applied Studies, 2013, 4 (1), pp.Pages 52-67. hal-00879442

HAL Id: hal-00879442
https://hal.science/hal-00879442

Submitted on 3 Nov 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 4 No. 1 Sep. 2013, pp. 52-67
© 2013 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.issr-journals.org/ijias/

L'information au service du management des risques opérationnels dans les environnements incertains : Cas de la détection précoce des venues durant les forages pétroliers et gaziers

[The information for the operational risk management in uncertain environments: Case of Early Kick Detection while drilling of the oil or gas wells]

Abdelkader BAAZIZ[1] and Luc QUONIAM[2]

[1]Institut de Recherche en Sciences de l'Information et de Communication,
Aix-Marseille Université,
21, rue Virgile Marron - 13392 Marseille Cedex 05 Marseille, France

[2]Université du Sud - Toulon – Var,
Avenue de l'Université - BP20132 - 83957 La Garde Cedex, France

Copyright © 2013 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Identification and management of risks related to an uncertain operating environment is especially important when it is an oil or gas wellsite where risks can go beyond the physical and financial losses: human lives. Early identification of an uncertain event can significantly reduce this risk. The aim of this study is to use the information as intangible assets for purposes of identification and management of risks. We are particularly interested in a hazardous event: the gas inflow while drilling of an oil or gas well, through three sources of information: general information on the internet, technical and scientific publications on Google Scholar and patent publications on Google Patent, WIPO or Esp@cenet.
Early identification of a potentially dangerous event is not an easy task. It requires advanced tools and technologies, but also a particular attention and human expertise. Information on tools and technologies are available in various forms on the internet: manufacturers and service providers' brochures, technical and scientific publications and also in patent databases. How to find and exploit this wealth of information? This study shows the importance of information and its appropriate use at the right time to reduce risks related to operational activities in uncertain and potentially dangerous environments. We used any tools of research and analysis of information such as Google, Google Scholar, Google Patent, and Matheo Patent Matheo Web.

KEYWORDS: Early Kick Detection, oil & gas wellsite, information, patent, decision-making under uncertainty, risk management.

RESUME: L'identification et la gestion des risques associés à un environnement opérationnel incertain sont importantes notamment lorsqu'il s'agit d'un chantier de forage pétrolier ou gazier où les risques peuvent aller au-delà des pertes matérielles et financières : des vies humaines. L'identification précoce d'un événement incertain réduit considérablement ces risques. Le but est d'utiliser l'information comme capital immatériel à des fins d'identification et de management des risques. Nous nous intéressons en particulier à un événement dangereux : la venue de gaz durant le forage d'un puits pétrolier ou gazier à travers trois sources d'informations : l'information générale sur internet, les publications techniques et scientifiques sur Google Scholar et enfin les publications de brevets sur Google Patent, WIPO ou Esp@cenet.
L'identification précoce d'un événement potentiellement dangereux n'est pas une tâche facile. Elle nécessite des outils et des technologies sophistiqué mais aussi une attention et expertise humaine. L'information sur les outils et les technologies existent et disponibles sur internet sous divers formes : brochures des fabricants et des fournisseurs de services, les

Corresponding Author: Abdelkader BAAZIZ (kbaaziz@gmail.com)

publications techniques et scientifiques mais aussi dans les bases de données de brevets. Comment trouver et exploiter cette masse d'information ? Cette étude démontre l'importance de l'information et son utilisation adéquate au bon moment pour la réduction des risques liées aux activités opérationnelle dans des environnements incertains et potentiellement dangereux. Pour cela, nous avons utilisé des outils de recherche et d'analyse de l'information tels que Google, Google Scholar, Google Patent, Mathéo Web et Matheo Patent.

MOTS-CLEFS: Early Kick Detection, forage pétrolier, brevet, information, décision, management des risques, environnement incertain.

1 INTRODUCTION

L'identification et la gestion des risques associés aux activités opérationnelles dans un environnement incertain, est importante surtout lorsqu'il s'agit d'un chantier de forage de puits pétrolier ou gazier où chaque décision ou manœuvre a pour conséquence un danger potentiel où les risques peuvent aller au-delà des pertes matérielles et financières : des vies humaines et des catastrophes environnementales [1].

L'identification précoce d'un événement incertain réduit considérablement ces risques. Pour cela, il y a lieu de capitaliser sur la connaissance de l'environnement soit par le biais des expériences passées ou bien par l'information disponible et exploitable. Chaque information concernant l'environnement ou l'opération en cours de réalisation, peut s'avérer utile voir indispensable. Chaque attitude des acteurs (en particulier le superviseur forage) est salvatrice ou au contraire néfaste.

Le but est d'utiliser l'information comme capital immatériel à des fins d'identification et de management des risques sur les chantiers de forage.

Nous nous intéressons en particulier à la recherche et l'analyse de l'information disponible sur un phénomène redoutable : la venue de gaz durant le forage d'un puits pétrolier ou gazier.

L'étude sera menée à travers trois sources d'informations : l'information générale sur internet, les publications techniques et scientifiques sur Google Scholar et enfin les publications de brevets sur Google Patent, WIPO ou Esp@cenet.

2 PROBLÉMATIQUE

L'identification précoce d'un événement potentiellement dangereux n'est pas une tâche facile. Elle nécessite des outils et des technologies sophistiquées mais aussi une attention particulière et une expertise humaine avérée.

L'information sur les outils et les technologies existent dans tous les domaines du management, de l'engineering et des opérations. Elle est disponible sur internet sous divers formes : brochures des fabricants et des fournisseurs de services, les publications techniques et scientifiques mais aussi dans les bases de données de brevets.

Comment trouver et exploiter cette masse d'information ? Comment tirer la pépite d'or qui mènera à la bonne décision au bon endroit et au bon moment ?

"Celui qui trouve ce qu'il cherche fait en général un bon travail d'écolier ; pensant à ce qu'il désire, il néglige souvent les signes, parfois minimes, qui apportent autre chose que l'objet de ses prévisions. Le vrai chercheur doit savoir faire attention aux signes qui révéleront l'existence d'un phénomène auquel il ne s'attend pas" [2]. Cette citation illustre parfaitement les recherches qui peuvent être menées sur l'Information en général et le "brevet" en particulier [3].

Les systèmes d'informations et particulièrement ceux construits autour du brevet et couplée à une vision créative « out of the box « permettent de dépasser la stricte fonction de base du brevet [3]. Ceci est d'autant vrai lorsqu'ils sont utilisés pour apporter des solutions efficientes à des problématiques critiques telles que les événements qui peuvent survenir sur un chantier de forage.

Nous essaierons de mettre en perspective la contribution de l'information dans l'identification et le management des risques dans des environnements opérationnels incertains. Nous nous intéresserons aux chantiers de forages pétrolier et gazier en général et aux événements inattendus et indésirables tels que les venues de gaz communément appelé "KICK".

Un essai de recherche sur les procédés dits de "Detection Précoce de Venues" connus sous l'appellation anglophone "Early Kick Detection" ou "EKD". Nous les relions dans la mesure du possible avec des ressources actualisées, en se limitant volontairement aux gratuites et accessibles sur internet (pour que le coût ne soit pas un frein à la diffusion), ainsi que des

brochures de vulgarisation qui permettraient, avec une lecture graduée, d'acquérir une base pour encourager des recherches dans ce sens [3].

3 ANALYSE

3.1 DES RISQUES ET DES INCERTITUDES

Les risques sont intimement liés à trois sources d'incertitudes [4] :

1. **Environnement :** Contexte de l'environnement ;
2. **Information :** Informations captés de l'environnement ;
3. **Décideur :** Interprétation des informations de l'environnement.

3.1.1 RISQUES LIÉ À L'ENVIRONNEMENT

Les risques liés à l'environnement sont soit internes ou externes à l'environnement où opère l'organisation. Les incertitudes liées au contexte sont des variables de cet environnement. Il s'agit dans notre cas d'un chantier de forage pétrolier ou gazier.

3.1.2 RISQUES LIÉ À L'INFORMATION

Le risque lié à l'information serait une mauvaise compréhension et interprétation des signaux captés de l'environnement. Les incertitudes liés à l'information sont des propriétés de l'information [5], tels que : Absence, Incomplétude, Centralisation, Importance, Ambiguïté, Subjectivité, Contradiction, Multidisciplinarité, Volatilité, Erreur de mesure ou d'estimation [4], [5]. Il s'agit dans notre cas d'étude des données provenant en temps réel d'une Unité de Mud Logging ou tout autre instrument de mesure.

3.1.3 RISQUES LIÉ AU DÉCIDEUR

Le décideur peut être un individu ou un collectif. Le risque lié au décideur est sa mauvaise réaction face aux signaux et aux événements de l'environnement. Les incertitudes liées au décideur, ne se limitent pas à la personnalité de l'individu. Ses expériences, ses savoirs et ses savoir-faire y jouent aussi un rôle important [4]. Quels interprétation denneront les opérateurs et particulièrement le supervisuer de forage, à ses informations ? et comment vont-ils se comporter face à l'image qu'ils ont donné à ces informations ?

Nous nous intéressons durant cette étude aux risques de l'environnement opérationnel incertain, la masse d'informations qui peut être rendue disponible sur cet environnement ainsi que les interprétations et l'exploitation de cette masse afin d'identifier et manager les risques.

3.2 UN KICK … C'EST QUOI AU JUSTE ?

Plusieurs Scénarios de catastrophes peuvent être imaginés :

- Sur un chantier de forage, le superviseur forage a constaté que l'équipe Mud Logging ont raté des signes critiques d'un kick durant le forage. S'ils étaient détectés à temps, ils auraient permis à l'équipe de forage de fermer le puits avant la montée des fluides et prévenir ainsi l'éruption.
- Sur un autre chantier, le superviseur forage n'a pas correctement apprécié l'information donnée par le Mud-logger sur un gain de fluides dans le puits. Evidemment, s'il avait vérifié que le gain n'était pas le résultat d'un remplissage des bacs, il aurait donné l'ordre de fermer le puits et éviter l'éruption.
- …

Dans tous les cas, il s'agit bien d'un environnement hostile, incertain et méconnu. L'information est disponible mais non détectée au temps opportun ou mal interprétée et enfin l'acteur (décideur) qui agit selon l'image construite de l'environnement via l'interprétation de information.

Une venue (kick) est un afflux indésirable de fluide ou de gaz dans le puits. L'afflux est provoqué dans le puits lorsqu'un obstacle tel que le ciment ou la boue, n'a pas réussi à vaincre la pression du fluide dans la formation [6]. En d'autres termes, il s'agit d'un problème de contrôle de puits dans lequel la pression à l'intérieur de la formation forée est supérieure à la pression hydrostatique de la boue agissant sur la paroi de cette formation. Dans ce cas, la plus grande pression de formation tend à pousser les fluides de formation dans le puits.

Afin de contrôler le kick, il faut d'abord le détecter et puis l'empêcher de progresser en ajoutant une ou plusieurs barrières. Si le débit est contrôlé avec succès, le kick est tué (killed).

L'opérateur doit pour cela, faire circuler l'afflux hors du puits. S'il ne réagit pas correctement, les fluides vont continuer à entrer dans le puits. Ce qui finira par dégénérer en écoulement incontrôlé du puits. Plus grave encore, conduit à ce qui est connu comme une « éruption ».

Afin de détecter un kick, il y a lieu d'examiner divers indicateurs sur les conditions de surface et de fond. Ces indicateurs comprennent le gain du puits (pit gain), le flux de sortie (flow-out) en fonction du débit d'entré (flow-in), la pression des tiges de forage (drill pipe pressure) et la teneur en gaz dans la boue. Généralement, ces informations sont données en temps réel par l'Unité de Mud Logging.

Plusieurs facteurs influent sur la gravité du kick [7] :

- **Les propriétés petro-physiques de la roche :** Une roche avec une perméabilité élevée et une porosité élevée a un plus grand potentiel pour un kick sévère par rapport à une roche avec une faible perméabilité et une faible porosité. La perméabilité est la capacité à permettre au fluide de passer à travers la roche. La porosité mesure la quantité d'espace dans la roche contenant des fluides. Par exemple, le grès est considéré comme ayant un potentiel kick plus élevé que le schiste, car le grès possède une plus grande perméabilité et une porosité supérieure que le schiste.
- **La pression différentielle :** C'est la différence entre la pression du fluide de formation et la pression hydrostatique de la boue. Si la pression de formation est supérieure à la pression hydrostatique, il existe une pression différentielle négative.
- **Facteurs combinés :** Si cette pression différentielle négative est couplée avec une perméabilité élevée et une porosité élevée, un kick sévère peut se produire.

Un kick peut être qualifié de plusieurs manières [6] :

1. En fonction du type de fluide de formation qui entre dans le puits, comprennent: le gaz, le pétrole, l'eau salée, l'eau de chlorure de magnésium, le sulfure d'hydrogène gazeux (aigre) et le dioxyde de carbone. Si le gaz pénètre dans le puits, le kick est dit « gas kick ».
2. En fonction de l'augmentation du poids la boue nécessaire pour contrôler le puits et tuer une éruption potentielle. Si un kick nécessite une augmentation de poids de la boue de 0.7 lbm/gal (84 kg/m3) pour contrôler le puits, il pourrait être qualifié de « 0.7 lbm/gal kick ». Il y a lieu de noter qu'un kick nécessite en moyenne, une augmentation de poids de la boue d'environ 0,5 lbm/gal (60 kg/m3) ou moins.

3.3 CAUSES PROBABLES DES KICKS

Les éruptions surviennent lorsque la pression de formation est supérieure à la pression hydrostatique de la boue. Dans la quasi-totalité des opérations de forage, l'opérateur tente de maintenir une pression hydrostatique supérieure à la pression de formation et par conséquent, empêcher les kicks. Toutefois, si par malchance, la pression de la formation va dépasser la pression de boue, un kick se produira.

Les raisons de ce déséquilibre peuvent être à l'origine d'un kick [8], [9], [10] :

- Poids (Densité) de la boue insuffisant ;
- Mauvais remplissage lors des remontés des tiges ;
- Pistonnage (swabbing) ;
- Perte de circulation de la boue (lost circulation) ;
- Boue coupée avec du gaz (gas cut mud).

3.3.1 POIDS DE LA BOUE INSUFFISANT

C'est la principale cause des kicks. La pression de la formation est supérieure à la pression du puits, les fluides commencent à couler de la formation vers le puits et le kick se produit. Ces pressions de formation anormales sont souvent associées aux kicks. Durant les opérations de contrôle des puits (well control), les pressions de formation supérieures à la normale sont la plus grande préoccupation. Les propriétés pétro-physiques de la roche (perméabilité et porosité) sont dans ce cas déterminantes pour prévoir la production d'un kick.

Un certain nombre d'indicateurs de pression anormale peut être utilisée pour estimer les pressions de formation de sorte que les kicks causés par l'insuffisance du poids de la boue, soient empêchés.

3.3.2 MAUVAIS REMPLISSAGE LORS DES REMONTÉS

Un mauvais remplissage du trou lors des remontées est une autre cause importante des kicks. Lorsque la tige de forage est tirée hors du trou, le niveau de la boue baisse, le trou doit être rempli périodiquement avec de la boue pour éviter de réduire la pression hydrostatique et permettre à un kick se produire.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour combler le trou, mais l'opérateur doit être capable de mesurer avec précision la quantité de boue nécessaire ou le cas échéant, utiliser un dispositif avec la pompe volumétrique capable de mesurer les coups de pompe nécessaires pour combler le trou.

3.3.3 PISTONNAGE

Tirer la tige de forage du puits crée des pressions de pistonnage « swabbing ». Ces pressions sont négatives et réduisent la pression hydrostatique efficace tout au long du trou et en dessous de l'outil de forage. Si cette réduction de pression réduit la pression hydrostatique effective en dessous de la pression de la formation, il y a une production potentielle d'un kick.

3.3.4 PERTE DE CIRCULATION (LOST CIRCULATION)

Parfois, les kicks sont causés par une perte de circulation. Une diminution de la pression hydrostatique se produit à partir d'une courte colonne de boue. Un volume important de fluide du kick peut entrer dans le puits avant que le niveau de la boue montant soit observé à la surface. Il est recommandé de remplir le puits avec un certain type de fluide et de surveiller attentivement les niveaux des fluides si une perte de circulation se produit.

3.3.5 BOUE COUPÉE AVEC DU GAZ (GAZ CUT MUD)

La boue contaminée par le gaz peut provoquer des kicks. Ce phénomène est rare mais probable. Le gaz est distribué à la surface, se dilate et réduit ainsi la pression hydrostatique globale conduisant à la production probable d'un kick.

3.4 SIGNES PRÉCOCES D'UNE VENUE

Les signes d'avertissement d'éventuels kicks peuvent être observés en surface. Les opérateurs ont la responsabilité de reconnaître et d'interpréter ces signes et prendre des mesures et décisions appropriées.

Certains signes ne permettent pas d'identifier aisément un kick, d'autres permettent simplement la prévention d'une production potentielle de kicks.

Les signes clés à surveiller sont [6], [9], [10] :

- Augmentation brusque du débit : comparaison des taux (flow-out / flow-in) ;
- Augmentation du volume des bacs : comparaison volumétrique (pit gain) ;
- Puits débitant avec des pompes à l'arrêt ;
- Diminution de la pression de la pompe et augmentation de la course de pompage ;
- Mauvais remplissage de boue durant les remontées de l'outil ;
- Variation du poids des tiges ;
- Pause forage (Drilling break) ;
- Réduction du poids de la boue.

Chaque signe est identifié comme un signe d'alerte primaire ou secondaire selon son importance dans la détection du kick.

3.4.1 LES SIGNES D'ALERTE PRIMAIRES

- **AUGMENTATION DU DEBIT :**

Une augmentation du débit sortant du puits, lors du pompage à débit constant, est un indicateur principal de kicks. L'augmentation du débit est interprétée par la formation aidant les pompes de forage par le déplacement du fluide de l'espace annulaire vers le haut et en poussant les fluides de formation dans le puits de forage.

- **AUGMENTATION DU VOLUME DES BACS (PIT GAIN) :**

Si le volume du bac n'est pas changé à la suite de mesures de contrôle en surface, une augmentation indique qu'un kick est en cours. Les fluides entrant dans le puits de forage, déplacent un volume équivalent de boue à la conduite d'écoulement, ce qui entraîne un gain (pit gain).

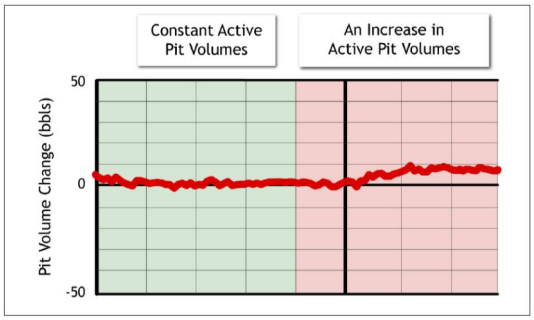


Fig. 1. Une augmentation du volume doit être facilement détectable par une pente positive dans la ligne de tendance [9]

- **PUITS DEBITANT AVEC DES POMPES A L'ARRET :**

Lorsque les pompes de forage ne déplacent pas la boue, un flux continu à partir du puits indique qu'un kick est en cours. Exception faite lorsque la boue dans la tige de forage est nettement plus lourde que dans l'espace annulaire, par exemple dans le cas d'un bouchon.

- **MAUVAIS REMPLISSAGE LORS DES REMONTEES :**

Lorsque le train de tiges est tiré hors du trou, le niveau de la boue devrait diminuer en un volume équivalent de l'acier retiré. Si le trou ne nécessite pas le volume calculé de la boue pour amener le niveau de la boue à la surface, on suppose qu'un « kick fluide » est entré dans le trou et remplit partiellement le volume du train de tiges déplacé. Même si le gaz ou l'eau salée entre dans le trou, il ne peut y avoir circulation jusqu'à ce qu'il y ait suffisamment de fluide afin de réduire la pression hydrostatique en deçà de la pression de la formation.

- **DIMINUTION DE LA PRESSION ET AUGMENTATION DE LA COURSE DE POMPAGE :**

Le changement de pression de la pompe peut indiquer un kick. L'entrée du fluide initiale dans le puits peut entraîner une floculation de la boue et une augmentation temporaire de la pression de la pompe. Comme l'écoulement est continu, l'afflux de basse densité va déplacer des fluides de forage plus lourds et la pression de la pompe peut diminuer. Lorsque le fluide dans l'annulaire devient moins dense, la boue dans la tige de forage à tendance à diminuer et la vitesse de la pompe peut augmenter.

D'autres problèmes de forage peuvent également présenter ces signes. Il s'agit alors d'établir une procédure appropriée pour vérifier la présence d'un kick si ces signes sont observés.

3.4.2 LES SIGNES D'ALERTE SECONDAIRES

- **VARIATION DU POIDS DES TIGES :**

Le fluide de forage fournit un effet dynamique à la tige de forage et réduit son poids réel supporté par l'appareil de forage. Les boues plus lourdes ont une force de flottabilité supérieure que les boues moins denses. Lorsque survient un kick, des fluides de formation à faible densité commencent à entrer dans le puits, la poussée d'Archimède du système de boue est réduite et le poids des tiges observé à la surface, commence à augmenter.

- **LA PRESSION DANS LES TIGES DE FORAGE « DRILL PIPE PRESSURE » :**

La pression de la tige de forage est une mesure de la pression exercée par les fluides à l'intérieur du la tige. Lorsque les pompes sont éteintes, la pression de tiges de forage devrait rester constante. Une Fluctuations inexpliquées de la pression dans les tiges peut indiquer un kick. Le plus souvent, c'est la diminution de la pression qui indique un kick. Mais cette diminution peut simplement indiquer une perforation de la tige de forage.

Dans tous les cas, les fluctuations inexpliquées de la pression dans la tige de forage sont une cause d'inquiétude et méritent qu'on s'y intéresse.

- **PAUSE FORAGE (DRILLING BREAK) :**

Une brusque augmentation de la vitesse de pénétration, appelé « pause forage », est un signe d'alerte pour un kick potentiel. Une augmentation progressive du taux de pénétration (ROP) est un indicateur de pression anormale et ne doit pas être interprété comme une augmentation brusque du taux de pénétration.

Lorsque le ROP augmente soudainement, nous supposons qu'il y a changement de formation rocheuse. Aussi, le potentiel kick est important dans cette nouvelle formation (comme dans le cas d'un grès), alors que la formation précédente ne présentait pas cette possibilité (comme dans le cas des schistes). Même si une pause forage ait été observée, il n'est pas certain qu'un kick se produira, mais seulement qu'une nouvelle formation forée pouvant présenter un kick potentiel.

- **REDUCTION DU POIDS DE LA BOUE :**

La réduction du poids de la boue observée à la conduite d'écoulement peut parfois provoquer des kicks.

3.5 DÉTECTION DES KICKS ET SUIVI AVEC LES OUTILS DU MUD LOGGING

Pendant la circulation et les opérations de forage, le Mud Logging permet de surveiller :

- Les propriétés de la boue
- Les paramètres de la formation
- Les paramètres de forage et particulièrement le train de tiges

Le Mud Logging est un système de surveillance largement utilisés durant le forage. Nous ne pouvons plus aujourd'hui imaginer qu'un forage puisse débuter sans la présence d'une unité de Mud Logging.

Cette recherche (paragraphes 3.2 à 3.4) est adaptée à partir de sources disponibles gratuitement sur internet. Elle aurait pu être l'œuvre d'un collégien à qui on a demandé de faire un exposé sur un sujet qu'il ne connaissait pas du tout. Le professeur Luc demande à l'élève Abdelkader : Tu me présente demain un exposé sur « Early Kick Detection ».

L'élève Abdelkader part sur Google et tapote « Early Kick Detection » et appuis sur le bouton « Recherche Google » ou « J'ai de la chance ». Des milliers de liens défilent, il se dit : Tiens, il y a « Wikipédea » (www.wikipedea.org) qui parle du sujet … ah ! Voilà un autre site qui en parle aussi « Encylopedia of Earth » (www.eoearth.org) ou encore « PetroWiki » (www.petrowiki.org). Ce n'est pas exactement comme cela que ça se passe … mais presque !

4 RESULTATS & DISCUSSION

Nous avons utilisé des outils de recherche et d'analyse de l'information selon la nature de l'information :

1. Information générale sur le sujet « Early Kick Detection » ;
2. Information « Scientifique et Technique » sur le sujet « Early Kick Detection » ;
3. Information « Brevets » sur le sujet « Early Kick Detection ».

4.1 INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE SUJET « EKD »

La recherche a été effectuée avec Google et un outil de recherche, de surveillance et d'analyse des données sur le Web « Mathéo Web ».

Pour cette partie, notre étude a porté sur l'interrogation du moteur de recherche « Google » et à partir d'un seul mot clé composé « Early Kick Detection » et nous nous sommes intéressées aux 146 premières réponses à la requête trouvée par « Mathéo Web ».

Les réponses sont diverses et hétérogènes. En effet, la panoplie de réponses regroupe les brochures publicitaires des compagnies de services pétroliers, des sites commerciaux, des sites gouvernementaux, des blogs et CV de personnes, des encyclopédies en lignes telles que « Wikipedia », « Encylopedia of Earth » ou « PetroWiki », des renvois sur « Google Scholar » pour les publications techniques ou même des renvois sur « Google Patent » pour des brevets.

Du fait cette hétérogénéité, cette recherche ne peut être considéré comme efficiente. En effet, à l'exception des informations contenues sur certains sites spécialisés, on ne peut juger de la pertinence et de la fiabilité de l'information recueillie.

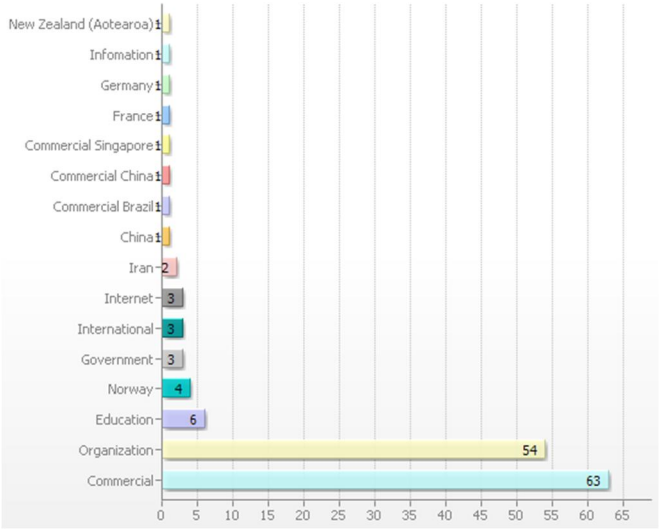


Fig. 2. Répartition des réponses selon le type de domaine internet

Comme le montre la figure 2, les informations sont réparties selon 16 types de domaines : 09 Pays, COM, ORG, NET, GOV, EDU, INT & INFO.

Les sites commerciaux (.COM) viennent en tête avec 63 réponses soit 43,15 % des réponses.

Les sites des organisations non gouvernementales (.ORG) viennent en deuxième position avec 54 réponses soit 36,99 % des réponses.

Les sites des organismes d'éducation (.EDU) tels que les universités avec 06 réponses soit 4,11 % des réponses.

Le reste des types se partagent les 15,75 % restant des réponses.

Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle nous avons avancé que l'hétérogénéité de l'information recueillie via le Web sur un sujet aussi délicat que « Early Kick Detection », risque d'entacher sa fiabilité scientifique ou technique.

En s'intéressant cette fois ci aux domaines internet avec un zoom plus fin que les types [figure 3], le top est de 30 réponses soit 20,55 % de l'échantillon, proviennent d'un domaine de type (.ORG).

Il s'agit d'un site payant spécialisé « OnePetro », une bibliothèque en ligne de la documentation technique pour l'exploration et production (E&P) de l'industrie pétrolière et gazière. Elle contient plus de 145000 documents produits par 18 éditeurs partenaires. Elle est gérée par la Society of Petroleum Engineers (SPE). La bonne nouvelle est que l'information est fiable, la mauvaise est qu'elle payante.

Le second répondant est un site commercial d'une compagnie de services pétroliers « Weatherford » avec 19 réponses soit 13,01%. Il s'agit généralement de brochures publicitaires sur des outils et des services liés à la détection précoce de kicks qu'offre la compagnie à ses clients. On y trouve aussi des études de cas réels de détection de kick réalisés par la compagnie sur des chantiers de forage.

En troisième position « Google » avec 08 réponses (5,48 %), il s'agit de renvois sur « Google Patent » pour les publications brevets.

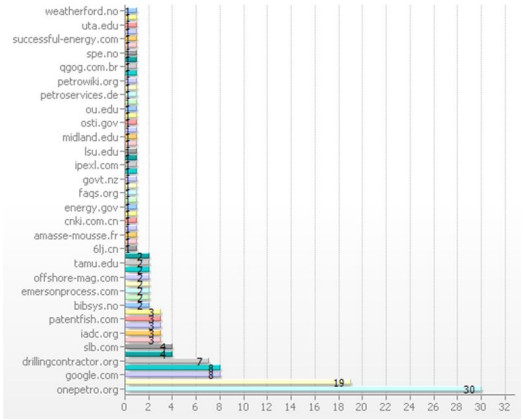


Fig. 3. Répartition des réponses selon les domaines internet

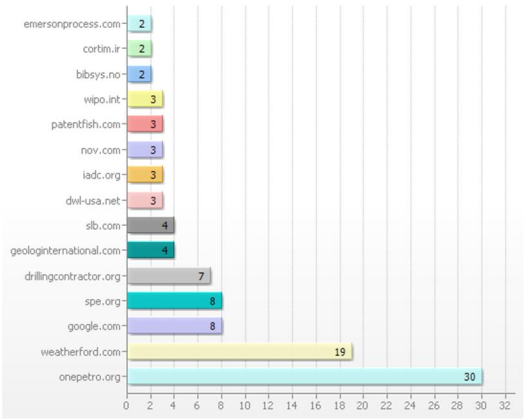


Fig. 4. Top15 des réponses selon les domaines internet

Un classement TOP15 des 15 domaines répondants à la requête « Early Kick Detection », représente 101 réponses soit 69,18 % de notre échantillon [figure 4]. Dans ce classement, nous trouvons des :

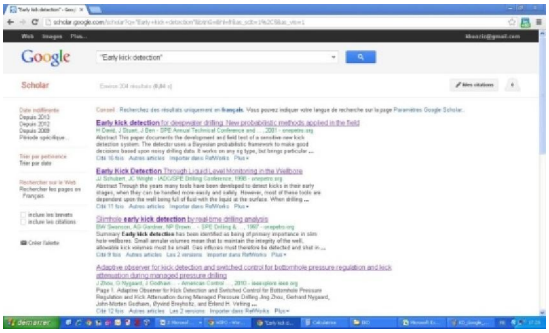
1. Organisations non gouvernementales (.GOV) : OnePetro (bibliothèque en ligne), SPE (Association des professionnels dans l'Engineering Pétrolier), DrillingContractor (Revue spécialisée dans le forage et édité par IADC), IADC (Association internationale des Entrepreneurs de Forage).
2. Sites commerciaux des compagnies dont la majorité dans le domaine pétrolier (.COM) : Weatherford, Google (Brevets), Schlumberger, Geolog, Patentfish (Brevets), NOV (National OilWell Varco), Sumobrain (Brevets), Offshor-Mag (Revue spécialisée), DWL-USA (Diversified Well Logging), EmersonProcess (Instrumentation).
3. Sites d'organisations internationales (.INT) : WIPO (World Intellectual Property Organization)

Ces constats nous permettent d'avancer une autre hypothèse : Le sujet « Early Kick Detection » est un domaine qui reste dans la sphère des spécialistes et particulièrement les compagnies de services pétroliers.

4.2 INFORMATION « SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE » SUR LE SUJET « EKD »

La recherche a été effectuée exclusivement avec « Google Scholar » qui est un moteur de recherche spécialisé dans la documentation et publications scientifiques et techniques. Il est convivial et permet une recherche aisée selon les dates de publication.

Pour cette partie, notre étude a porté sur l'interrogation du moteur de recherche « Google Scholar » et à partir de deux mots clés composés « Early Kick Detection » et « Kick Detector ». Nous nous sommes intéressées à toutes les réponses au nombre de 211 (après élimination des publications redondantes) et ce depuis 1960 à 2013.



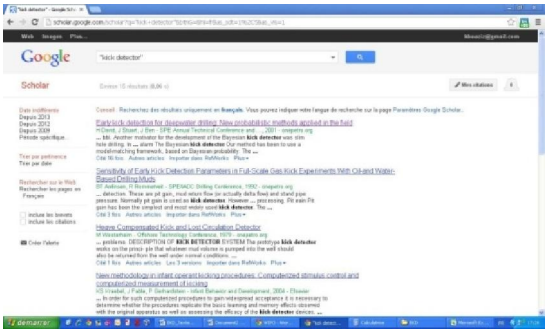


Fig. 5. Recherche « Early Kick Detection » et « Kick Detector » sur « Google Scholar »

La recherche pour la période (1900 – 1960) a donné ZERO réponses. Nous avons conclu que le sujet « Early Kick Detction » n'a fait l'objet d'aucune recherche avant l'année 1960.

Il est clair que « Google Scholar » n'offre de réponse que sur des publications mises en ligne sur le Web et ce quelque soit son format : numérique d'origine pour les publications récentes ou numérisées pour les anciennes publications.

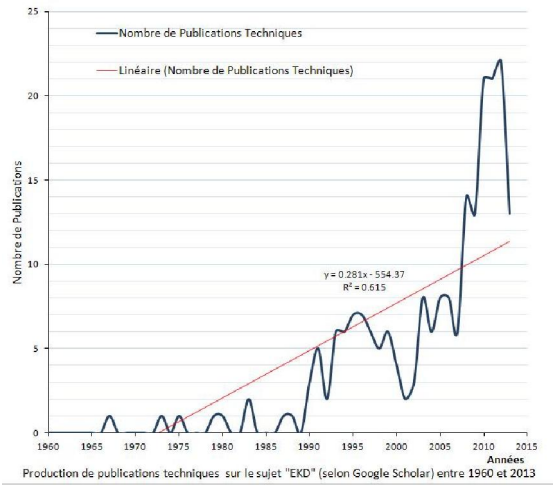


Fig. 6. Production de publications scientifiques sur le sujet « EKD » selon Google Scholar, entre 1960 et 2013

La première recherche scientifique trouvée sur le sujet « EKD » date de 1967 : Griffin, Phil. « Early Kick Detection Holds Kill Pressure Lower » SPE Mechanical Engineering Aspects of Drilling and Production Symposium. 1967.

De 1967 à 1990, les publications scientifiques sur le sujet sont rares et il n'a visiblement pas requis l'intérêt qu'il fallait.

A partir des années 90, le sujet intéressait de plus en plus la communauté scientifique et technique.

Durant la dernière décennie, notamment avec le développement des domaines tels que le Risque Management et le Q-HSE (Quality – Health Security Environment), le sujet « EKD » est devenue plus qu'une actualité, une exigence sur les chantiers de forage. Le but étant de minimiser les risques de pertes humaines et matérielles. Durant cette période, les travaux scientifiques et techniques ont eu un essor considérable.

4.3 INFORMATION « BREVETS » SUR LE SUJET « EKD »

Les brevets sont une source d'information unique et inestimable car les informations qui s'y trouvent, ne sont généralement pas publiées ailleurs. De plus, ils ont une durée limitée après laquelle ils peuvent être exploités sans droits. Ils peuvent aussi être déchus (pour non paiement des annuités par exemple) et peuvent dans ce cas, être utilisés librement. Enfin ils peuvent n'être publiés que dans certains pays et donc s'ils ne sont pas étendus dans d'autres, les exploitations de leurs résultats dans ces pays peuvent être faites librement.

L'accès aux brevets peut être manuelle par une recherche pêle-mêle dans les bases brevets ou mieux, assisté par un outil gratuit tel que Google Patent. Par contre l'utilisation d'une application d'analyse de données telle que Matheo-Patent, permet une recherche globale, téléchargement et analyse automatiques des données. Ce processus a été adopté lors de cette étude. Nous avons utilisé pour cela les outils suivants :

- Google Patent : pour la recherche de l'information brevet
- Esp@cenet : base de données Brevets Européens et Monde de l'Office Européen des Brevets ;
- WIPO : base de données des Brevets Monde et de classification IP
- Mathéo Patent : pour l'analyse qualitative de l'information Brevets.

Mathéo Patent est un logiciel simple et performant permettant d'assurer une veille technologique efficace. Il permet la recherche, l'analyse et la surveillance des brevets.

L'analyse automatique des brevets consiste à utiliser les informations contenues dans un brevet par un logiciel d'analyse afin de présenter des résultats en facilitant au maximum le travail des experts pour comprendre les évolutions, les acteurs et les sujets apparaissant dans la recherche effectuée.

On fait ainsi apparaître les corrélations nécessaires pour répondre aux questions classiques :

- Importance du sujet et évolution dans le temps ;
- Différentes technologies et applications concernées ;
- Qui fait quoi et comment (benchmarkinbg automatique des entreprises) ;
- Quelles sont les tendances de recherche et d'application par déposants, inventeurs ou groupe d'inventeurs ou par pays ;
- Quelles sont les technologies porteuses d'innovation, etc.

4.3.1 METHODOLOGIE

Notre étude a porté sur l'interrogation de la base de donnée brevet à partir des mots clés composés suivants : « Early Kick Detection », « Kick Detection », « Early Kick Detect », « Kick Detect », « Early Kick Detector », « Kick Detector », « Early Kick Detecting », « Kick Detecting », « Inflow Detection », « Inflow Detect », « Inflow Detector », « Inflow Detecting », « Détection Précoce Venue », « Détection Venue », « Détecteur Venue » dans le titre et le résumé des brevets déposés et ce depuis 1960 à 2013.

Certaines littératures anglophones utilisent « INFLOW » au lieu de « KICK » pour désigner une « VENUE ».

La recherche pour la période (1900 – 1960) a donné ZERO réponses. Nous avons conclu le sujet « EKD » n'a fait l'objet d'aucun brevet avant l'année 1960.

Une fois la recherche effectuée, nous avons constitué des groupes de brevets sur la base des mots clés portant sur des spécificités des brevets selon des classifications CIB normalisées.

4.3.2 RESULTATS

Nous avons obtenu 64 brevets réparties sur 10 familles et classés en 3 IP Class 4 digits, comme suit :

Inventeurs	***19***
Déposants	***8***
IP Class 4 digits	***3***
IP Class Full	***20***
E Class	***15***
US Class	***19***

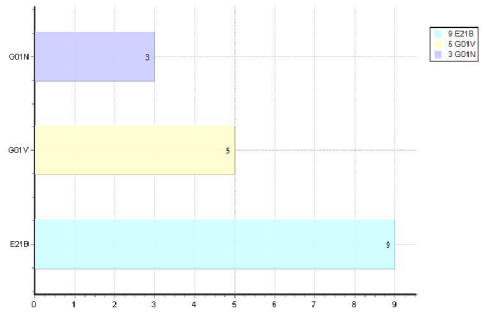


Fig. 7. Répartition des familles de brevets selon la classification CIB Class 4 digits

Les trois (03) IP Class 4 digits sont :

E21B *FORAGE DU SOL OU DE LA ROCHE*

G01N *RECHERCHE OU ANALYSE DES MATERIAUX PAR DETERMINATION DE LEURS PROPRIETES CHIMIQUES OU PHYSIQUES*

G01V *GEOPHYSIQUE; MESURE DE LA GRAVITATION; DETECTION DES MASSES OU OBJETS; MARQUES D'IDENTIFICATION*

4.3.3 HISTORIQUE DES DÉPÔTS DE BREVETS (PAR FAMILLE) SUR LE SUJET « EKD »

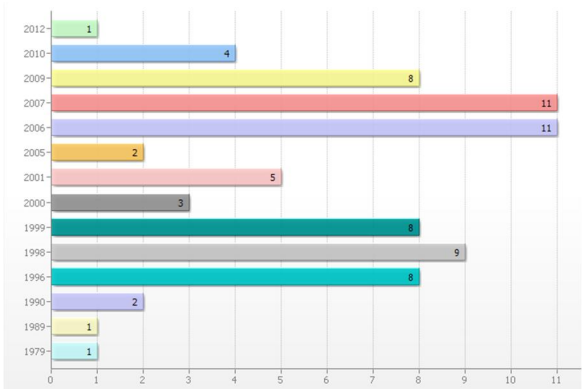


Fig. 8. Brevets en fonction des dates de Priorité (PR)

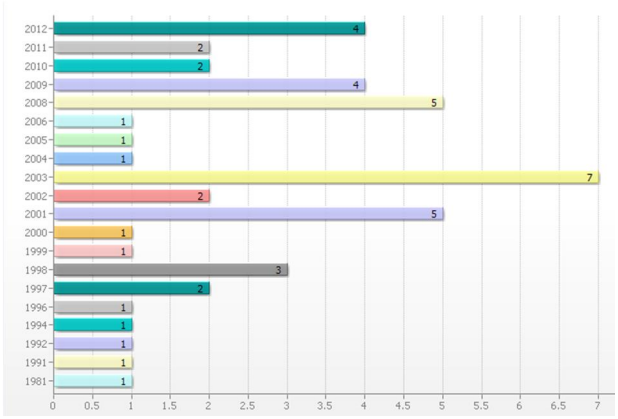


Fig. 9. Brevets en fonction des dates de publication

Le plus ancien brevet sur EKD, date de 1997 et la première publication du brevet fut en 1981.

Un (01) seul brevet sur EKD a été déposé en 2012 alors que les dernières publications sur le sujets en 2012 sont au nombre de quatre (04).

Table 1. Cette matrice montre l'évolution des dépots de brevets sur le sujet EKD entre 1979 et 2012

	1979	1989	1990	1996	1998	1999	2000	2001	2005	2006	2007	2009	2010	2012
BAKER HUGHES (us)									2	3	3	2	1	1
WESTINGHOUSE ELECTI	1													
HONEYWELL INC (US)		1												
SHELL (US)		1												
UNION OIL CO (US)							1							
ANADRILL INT SA (PA)			1	1										
SCHLUMBERGER (us)				1				1						
ELF EXPLORATON PROD					1	1								

Westinghouse était précurseur avec le dépôt du premier brevet sur un detecteur de kicks en 1979.

Entre 1989, Shell en collaboration avec Honeywell déposent le second brevet sur un autre type de détécteurs de kicks.

En 1990, Anadrill dépose son premier brevet sur EKD.

En 1996 et suite au rachat d'Anadrill par Schlumberger, le fruit de cette fusion a donné lieu à un deuxième dépôt de brevet sur EKD.

Elf en cavalier solitaire a déposé deux brevets sur deux années de suite 1998 et 1999.

Alors que le dernier brevet déposé par Schlumberger date de 2001, une activité innovation sur EKD a été reprise par Baker Hughes durant les 06 dernières années avec un dépôt total de 12 familles de brevets.

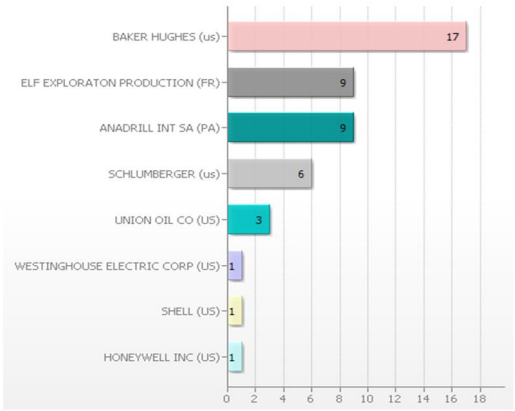


Fig. 10. Brevets par Appliquants

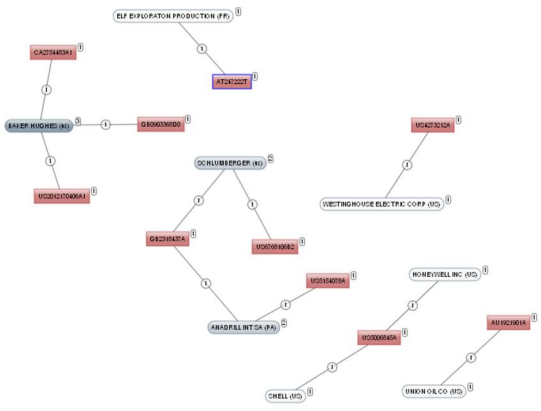


Fig. 11. Réseaux de coopération entre Appliquants

Les compagnies pétrolières s'interessent autant que les sociétés de services au sujet EKD.

Pour les sociétés de services : Baker Hughes vient en tête avec 17 brevets suivi de Schlumberger et Anadrill avec 15 brevets (Anadrill a été acquise par Schlumberger). Pour les sociétés pétrolières : Elf E&P vient en tête avec 09 brevets.

Cette domination des sociétés de services est logique parcequ'ils sont tenues de trouver des solutions techniques et technologiques pour les problèmes de KICK sur les chantiers de forage de leurs clients.

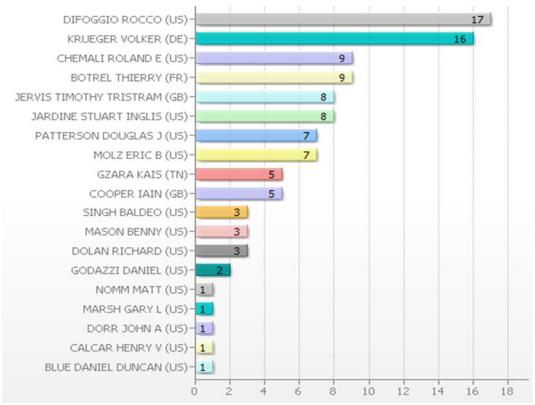


Fig. 12. Brevets par Inventeurs

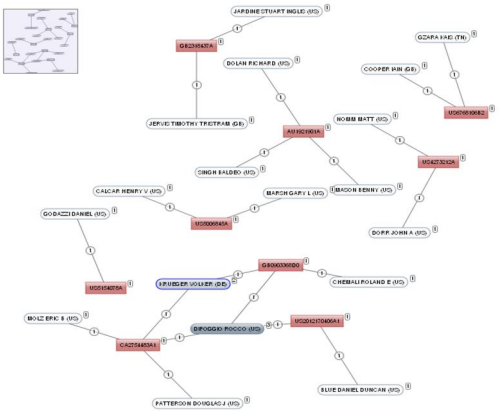


Fig. 13. Réseaux de coopération entre Inventeurs

Alors que la majorité des compagnies pétrolières et de services pétroliers focalisent leurs inventions sur les processus et procédés de detection précoce de kicks, d'autres tels que Union Oil (société pétrolière), Westinghouse et Honeywell (sociétés d'engineering) en association avec Shell, s'orientent sur les moyens de réalisation du procédé (En langage CIB, Full IP Class : E21B21/00 ce qui corespond en langage habituel à "Procédés ou appareils pour nettoyer les trous de forage par jet de fluide").

Nous avons recensé 64 brevets « EKD » partagés par 18 inventeurs. Il y a lieu de noter la présence d'un inventeur du Maghreb (Tunisie) avec un actif de 05 brevets.

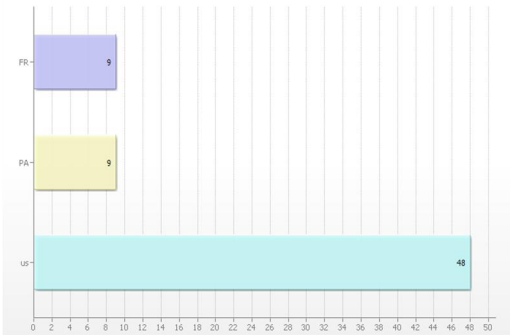


Fig. 14. Brevets par pays des Appliquants

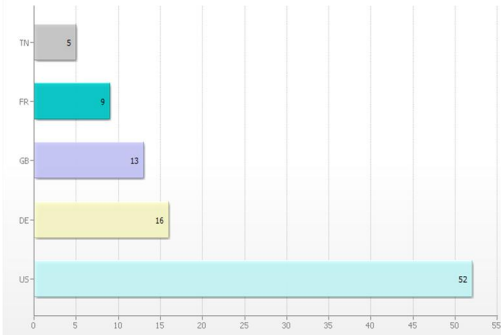
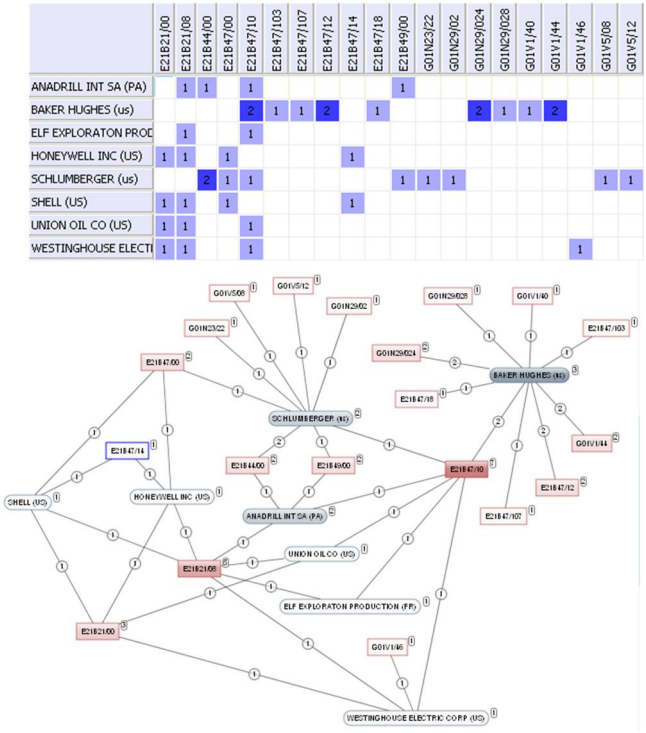


Fig. 15. Brevets par pays des Inventeurs

Les Appliquants sont réparties sur trois (03) pays : les Etats Unis d'Amérique, le Panama et la France. Avec une domination nette des USA sur l'ensemble.

Les inventeurs sont répartis sur cinq (05) pays : les Etats Unis d'Amérique, l'Allemagne, le Royaume Uni, la France et la Tunisie.

4.3.4 COOPÉRATION ENTRE INVENTEURS ET/OU APPLIQUANTS



Cette matrice permet de voir les classes CIB couvertes par les Appliquants de brevets sur le sujet « EKD ».

La concentration des brevets sur le sujet « EKD » se situe (en termes d'IP Class 4 digits) sur la classe E21B c'est-à-dire « FORAGE DU SOL OU DE LA ROCHE ».

Les Full IP Class les plus sollicités par les compagnies pétrolières et de services pétroliers sont :

- E21B47/10 : Localisation des fuites, intrusions ou mouvements du fluide.
- E21B21/08 : Commande ou surveillance de la pression ou de l'écoulement du fluide de forage, p.ex. Remplissage automatique des trous de forage, commande automatique de la pression au fond.

Curieusement, Baker Hughes et Schlumberger ne couvrent pas la classe E21B21/08. Pour la seconde, elle est complétée par sa filiale Anadrill.

Fig. 16. Réseau d'Interaction Appliquants / CIB

Les compagnies qui couvre plus de classes est Baker Hughes, suivie par Schlumberger/Anadrill.

4.4 DISCUSSION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE

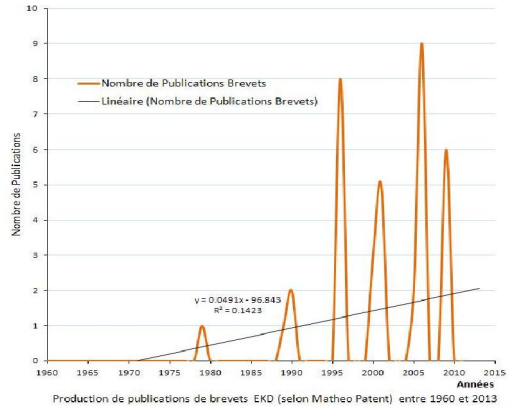


Fig. 17. Evolution des publications des Brevets « EKD » entre 1960 et 2013

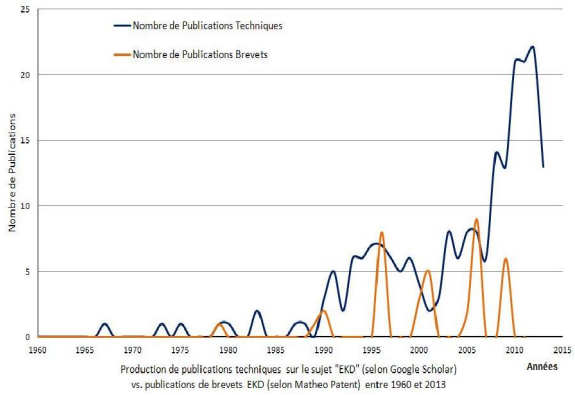


Fig. 18. Evolution des publications des Brevets « EKD » vs. publications techniques, entre 1960 et 2013

Le premier dépôt de brevet sur le sujet « EKD » date de 1979 : « Oil & Gas Well Kick Detector » par les Inventeurs : Dorr John A & Nomm Matt pour le compte de l'appliquant : Westinghouse Electric Corp.

Le deuxième brevet sur le sujet a été déposé dix (10) ans après par Honeywell & Shell.

Ce n'est qu'à partir de 1995 que les dépôts de brevets sur le sujet deviennent signifiants. Même si la tendance est en progression, elle reste moins importante que celle des publications scientifiques (coefficient de progression est de ***4,91%*** contre ***28,10%*** pour les publications scientifiques).

Cette faible progression par rapport aux publications scientifiques peut s'expliquer par les coûts exorbitants de la R&D et de l'innovation dans le domaine pétrolier mais aussi par les conditions draconiennes imposées par les offices des Brevets, notamment en matière de recherche d'antériorité de l'invention et les preuves d'innovation. Contrairement aux publications scientifiques dont les règles sont plus élaborées et plus souples.

La seconde raison et la plus plausible à notre avis, les compagnies préfèrent ne plus publier des brevets sur des sujets aussi critiques parce qu'ils constituent un avantage concurrentiel certain qu'ils n'aimeraient pas partager avec d'autre. Parce qu'un brevet publié c'est un transfert technologique assuré pour les concurrents qui peuvent s'en inspirer s'ils ne peuvent pas détourner son utilisation. Sinon comment expliquer le cas de la compagnie Weatherford qui n'a déposé aucun Brevet sur le sujet « EKD » mais qui est en tête des compagnies commerciales du TOP15 qui offre ce service à ses clients ?

Une autre preuve de la véracité de cette supposition, ces dernières années, seule la compagnie Baker Hughes (absente du TOP15), continue à déposer des Brevets sur le domaine « EKD ».

5 CONCLUSION

Cette étude démontre l'importance de l'information et son utilisation adéquate au bon moment pour la réduction des risques liées aux activités opérationnelle dans des environnements incertains et potentiellement dangereux.

Les incertitudes explicitées permettent d'orienter le travail de production de savoirs. En effet, dès lors qu'elles sont explicitées, les incertitudes constituent une ressource impressionnante pour les décideurs qui sont en position de les réduire, sans pour autant les éliminer tout-à-fait.

Une étude de cas sur la détection précoce des venues durant le forage pétrolier et gazier dit « Early Kick Detection ». Ce cas est exceptionnel parce qu'il présente réellement une situation de risque permanent dans un environnement incertain.

Nous avons utilisé pour cette étude, des outils de recherche et d'analyse de l'information tels que Google, Google Scholar, Google Patent, Mathéo Web et Mathéo Patent. Les outils utilisés exception faite de Mathéo sont gratuits et disponibles sur le Web.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Société Mathéo Software et en particulier M. Bruno Mannina, Ingénieur R&D, qui nous a permis d'utiliser les versions complètes des applications Mathéo Patent et Mathéo Web durant une semaine.

RESSOURCES À CONSULTER

- ✓ Encylopedia of Earth, est une ressource en ligne gratuite sur la Terre, ses milieux naturels et leur interaction avec la société. Les articles sont écrits dans un langage simple par des universitaires, des professionnels et d'autres experts agréés, qui collaborent et passent en revue le travail de chacun. Ils sont destinés aux étudiants, enseignants, chercheurs, professionnels ainsi que pour le grand public. Lien : www.eoearth.org
- ✓ EPO (OEB), site officiel de l'Organisation Européenne des Brevets. Lien : http://www.epo.org
- ✓ Esp@canet, base de données Brevets Européens et Monde hébergée par l'OEB. Lien : http://worldwide.espacenet.com
- ✓ Google Patent, est un moteur de recherche de Google qui indexe les brevets et demandes de brevets de l'USPTO (United States Patent and Trademark Office). Lien : http://www.google.com/patents
- ✓ Google Scholar, est un moteur de recherche de Google qui indexe les publications scientifiques et permet d'effectuer des recherches étendues portant sur des travaux universitaires sur un grand nombre de domaines et de sources : thèses, livres et articles. Ces travaux peuvent provenir des éditeurs scientifiques, des sociétés savantes, des référentiels de prépublication, des universités et d'autres organisations de recherche. Lien : http://scholar.google.com
- ✓ Mathéo Software, propose une suite logicielle (Patent, Analyzer & Web) pour les spécialistes de l'information, de l'innovation, de la R&D, de la propriété intellectuelle, des brevets, de l'intelligence économique, de la veille et de l'analyse de données. Lien : http://www.matheo-software.com
- ✓ PetroWiki, est une Encyclopédie en ligne gratuite spécialisée dans l'industrie pétrolière et gazière, publiée par SPE (Society of Petroleum Engineers). Lien : http://petrowiki.org
- ✓ WIPO (OMPI), site officiel de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle. Lien : http://www.wipo.int
- ✓ WIPO GOLD, est une ressource publique gratuite permettant d'accéder directement aux collections mondiales de données relatives à la propriété intellectuelle de l'OMPI. Lien : http://www.wipo.int/wipogold/fr/

REFERENCES

[1] Weick, K. E. & Sutcliffe, K. M., *Managing the Unexpected: resilient performance in an age of uncertainty*, Wiley, Jossey-Bass, San Francisco, 2007.

[2] Ringuet, Louis Le Prince, *Des atomes et des hommes*, Gallimard, Paris (France), Sep. 1969. ISBN: 2070351955.

[3] Quoniam L., "Brevets comme outil d'innovation, de créativité et de transfert technologique dans les pays en voie de développement," *Journée Scientifiques et Techniques de Sonatrach (JST'9),* Centre des Conventions d'Oran, Algérie, 08 avril 2013.

[4] Baaziz A. & Quoniam L., "Réduire les risques des décisions stratégiques dans les nouveaux environnements concurrentiels incertains : Cas des Entreprises Publiques Algériennes", *Journée Scientifiques et Techniques de Sonatrach (JST'9),* Centre des Conventions d'Oran, Algérie, 08 avril 2013.

[5] AO2008, "Approches de l'incertitude et son impact sur la décision", *Cahiers de la Sécurité Industrielle N° 2011-06, Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle,* Toulouse, France, 2011.
[Online] Available: http://www.FonCSI.org/fr/cahiers/ (2011)

[6] Lake L. W. & al., Petroleum Engineering Handbook, Volume II: Drilling Engineering. Society of Petroleum Engineering (SPE), 2007. ISBN: 978-1-55563-114-7

[7] PetroWiki, online Encyclopedia of the Petroleum Engineering Handbook (PEH) published by the Society of Petroleum Engineers (SPE), "Kicks", 2013.
[Online] Available: http://petrowiki.org/kicks (July 5, 2013)

[8] Nas, S., "Kick Detection and Well Control in a Closed Wellbore". IADC/SPE Managed Pressure Drilling and Underbalanced Operations Conference and Exhibition, Denver, Colorado, USA, 5–6 April 2011.

[9] OSC., National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, "Macondo: The Gulf Oil Disaster. Chief Counsel's Report – Chapter 4.7: Kick Detection", 2011.
[Online] Available: http://www.oilspillcommission.gov/chief-counsels-report (July 5, 2013)

[10] Wikipedia, online free & open Encyclopedia, "Oil well control", 2013.
[Online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/oil_well_control (July 5, 2013)