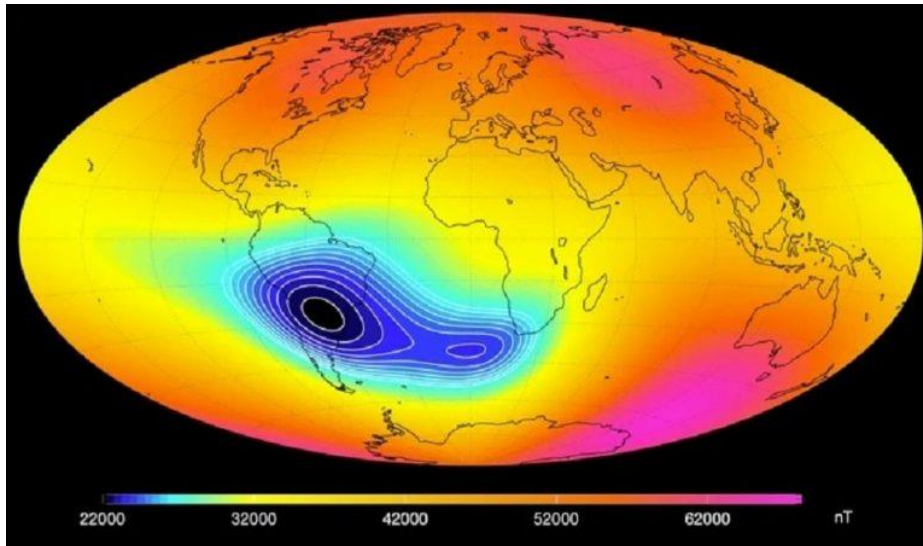
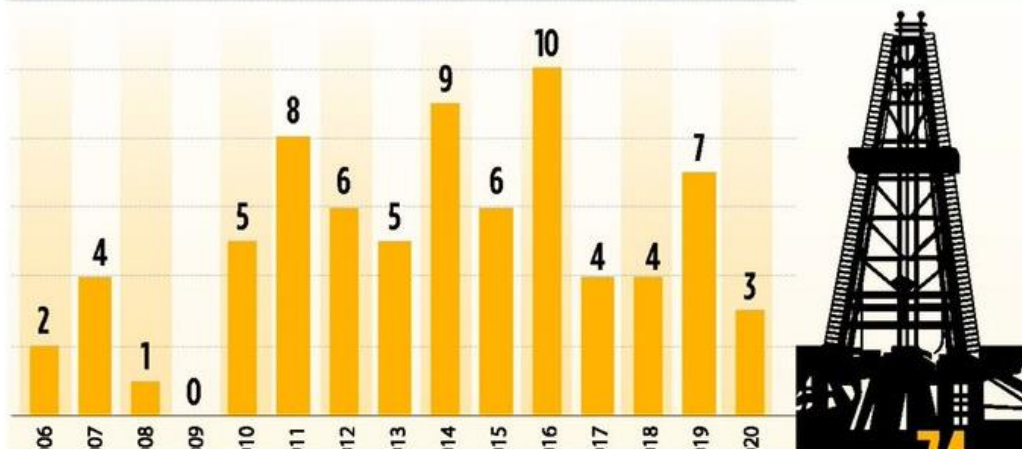


Anomalie magnétique de l'Atlantique Sud



► Desde 2004 hasta este año, los pozos explorados son 74, de los cuales ninguno resultó positivo. El más reciente en ser descubierto fue el campo Incahuasi-Aquí, en 2004, según datos de la Secretaría de Energía e Hidrocarburos de la Gobernación de Santa Cruz.



NOM PRENOM	DATE	ACTION
Michel L Friedman (DESTOM LH 67/11)	2020/12/15	CRÉATION Rév01
Michel L Friedman (DESTOM LH 67/11)	2022/05/27	AMÉLIORATION Rév02



Indice	Qualification	Page
0.	Introduction	3
1.	L'AMAS ou Anomalie Magnétique de l'Atlantique Sud	3
1.1.	Définition	3
1.2.	Explication du phénomène	4
1.3.	Conséquences	4
1.3.1.	Aérospatial	4
1.3.2.	Sud du Brésil	
1.3.3.	Le champ magnétique terrestre : une tendance à la baisse	5
1.4	Les pôles magnétiques se déplacent-ils de plus en plus vite, vers une inversion du champ magnétique terrestre ?	6
1.4.1.	Pôle magnétique nord	6
1.4.2.	Pôle magnétique sud	7
1.4.3.	Les conséquences d'une inversion du champ magnétique	7
2.	Pourquoi les GPS et les boussoles s'égarer	8
3.	Des questions légitimes	9
3.1.	Japon	9
3.2.	Etats-Unis	9
3.3.	Quels risques ? Sans évoquer le cas « extrême » d'une inversion des pôles	9
4.	Le RSS-RMN	10
4.1.	Comment fonctionne la technologie RSS-RMN ?	10
4.1.1.	Explications techniques RSS-RMN	10
4.1.2.	Comment fonctionne la technologie RSS-RMN ?	10
4.2.	Différentes étapes	10
4.2.1.	Étape 1	10
4.2.2.	Étape 2	11
4.2.3.	Étape 3	11
4.3.	Avantages de l'approche RMN	11
4.4.	L'approche d'exploration intégrée permet :	11
4.5.	Comment pouvez-vous utiliser cet outil ?	11
4.5.1	Nouveaux Projets Green Fields	11
4.5.2.	Champs anciens Brown Fields	12
4.6	Certifications de réserves de pétrole et de gaz	12
4.6.1.	Définitions des réserves	12
4.6.2.	Techniques d'estimation	
4.7.	Qui utilise le certificat de réservation	16
4.7.1.	Autorité ou gouvernement	16
4.7.2	Réserver des certifications pour un E&P	16
4.7.2.1.	Méthodologie	16
4.8.	Catégories de réservation russes	16
5.	Conclusions	16



Acronymes

- **RSS** est le processus de résonance d'images spatiales dans un réacteur nucléaire,
- **La RMN** est le processus de résonance dans le champ pétrolier

0-Introduction

Toute une partie de cet article paru dans la presse de La Paz

https://www.paginasiete.bo/economia/2020/12/10/de-los-74-pozos-explorados-desde-2006-ninguno-tuvo-exito-277564.html?_twitter_impression=true

- En lisant l'article de la page sept, une question principale vient à l'esprit : comment en 16 ans, avec plus de 74 puits forés, n'ont-ils pas fait de découverte ? Cela ne correspond à aucune statistique mondiale et, à titre de référence, le taux de réussite pour trouver des hydrocarbures est de un à trois. La référence est simple et peut être trouvée <https://www.planete-energies.com/en/medias/close/exploration-multi-stage-process>
- **Coûts supportés par les entreprises** « Il faut au moins 3 à 4 millions d'euros pour forer un puits d'exploration à terre, et dix fois plus en offshore. Le moyenne succès taux es juste un sur trois . »
- Je ne sais pas qui étaient les opérateurs sismiques, mais ils sont qualifiés et je ne comprends pas pourquoi un résultat théorique donné comme positif par sismique sur le terrain ne donne même pas un résultat positif après forage d'un puits, qu'en 16 ans et 74 puits ?
- Je ne pense pas que ce soit de la malchance, je ne pense pas que ce soit l'incompétence des sociétés de sismique et de forage, ni le manque de gestion de projet de la part des équipes des compagnies pétrolières qui gèrent ledit projet.
- J'ai réfléchi à cette histoire de puits négatifs. C'est pourquoi, en vérifiant les données auprès de l'agence spatiale européenne, j'ai découvert l' **anomalie magnétique de l'Atlantique Sud** (dont la Bolivie est l'épicentre mondial). L'anomalie réside dans le fait que le champ magnétique terrestre a une valeur particulière dans cette région de la surface terrestre, c'est-à-dire la partie sud du continent sud-américain et l'Afrique australe.
- C'est une condition typique de la Bolivie, ils connaissent très peu les champs magnétiques et l'AMAS. J'ai eu la chance d'avoir comme professeur de géologie/géophysique dans mon école d'ingénieur, un chercheur du Globe Geophysics Institute. Il nous a parlé de ce phénomène dans les années 70, de la tectonique, de la 3D, d'éventuels gisements de pétrole sous les couches géologiques salines de Guyane française.
- L'anomalie (magnétique) de l'Atlantique Sud est bien connue, il serait intéressant de savoir si ce phénomène peut influencer la sismique avant le puits d'exploration. En enquêtant davantage sur les conséquences de l'anomalie (magnétique) de l'Atlantique Sud, ce phénomène est préjudiciable à tous les équipements satellitaires qui passent au-dessus de cette zone.
<https://www.businessinsider.fr/la-nasa-surveille-une-anomalie-dans-le-champ-magnetique-terrestre-qui-menace-les-satellites-et-liss-185279>
- Éteindre les instruments à bord des satellites signifie que les dispositifs sismiques au sol reçoivent beaucoup d'interférences et il se peut que leurs données ne soient pas fiables. C'est une hypothèse. Autre source https://www.lavenir.net/cnt/dmf20200529_01478906/assiste-t-on-aux-premiers-signes-d-un-phenomene-rare-que-la-terre-na-plus-connu-depuis-700-000-ans





1. L'AMAS ou Anomalie Magnétique de l'Atlantique Sud

1.1. Définition

L'anomalie de l'Atlantique Sud fait référence à une région du monde dans laquelle l'intensité du champ magnétique terrestre est considérablement réduite par rapport à son intensité moyenne sur le reste du globe. Les processus à l'origine de cette diminution d'intensité restent inconnus. Cependant, les géophysiciens suivent son évolution depuis plusieurs décennies, et de récentes données satellitaires montrent qu'elle est sur le point de se diviser en deux. (Amérique du Sud et Afrique australe)

De nouvelles données satellitaires de l'Agence spatiale européenne (ESA) révèlent que la mystérieuse anomalie **affaiblissant le champ magnétique terrestre continue d'évoluer**, et les observations les plus récentes montrent que plusieurs de ces phénomènes pourraient apparaître simultanément. L'anomalie de l'Atlantique Sud est une vaste zone d'intensité magnétique réduite dans le champ magnétique terrestre, s'étendant de l'Amérique du Sud au sud-ouest de l'Afrique. Et en Namibie où j'ai foré 4 puits et au total il y a eu plus de 20 puits d'exploration offshore, en vérité on n'a jamais trouvé de pétrole et c'est la même situation qu'en Bolivie.

Puisque le champ magnétique de notre planète agit comme une sorte de bouclier, protégeant la Terre des vents solaires et du rayonnement cosmique, **tout en déterminant l'emplacement des pôles magnétiques**, toute réduction de son intensité est un événement important que nous devons surveiller de près car ces changements pourraient ont à terme des implications majeures pour notre planète et nos activités de recherche pétrolière puisque nous utilisons le GPS.

1.2. Explication du phénomène

Cette anomalie s'explique par le fait que la partie interne de la ceinture de Van Allen est la plus proche de la surface terrestre dans cette région. Les lobes de la ceinture de Van Allen sont disposés symétriquement par rapport à l'axe magnétique terrestre, qui est décalé d'environ 11 degrés et 450 kilomètres par rapport à l'axe de rotation de la Terre. En raison de ce changement d'angle et de position, la ceinture de Van Allen est la plus proche de la Terre dans l'Atlantique sud et la plus éloignée dans le Pacifique nord¹. Pour une altitude donnée, le niveau de rayonnement venant de l'espace est plus élevé dans l'Atlantique Sud que dans d'autres parties du monde².

1.3. Conséquences

Le champ magnétique total de la Terre. AMAS est représenté par la partie bleue et sombre du Brésil. Les lignes de champ ayant à cet endroit approximativement la forme d'une tête de canard, la zone est également connue, dans les pays hispanophones, sous le nom d'El Pato.

Animation de la variation séculaire de l'intensité géomagnétique totale au cours des 400 dernières années.

<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/anime/index.html>

1.3.1. Aérospatial

L'AMAS peut perturber les satellites et autres engins spatiaux, y compris ceux en orbite à quelques centaines de kilomètres d'altitude avec une inclinaison comprise entre 35° et 60°. Les satellites suivant ces orbites traversent régulièrement l'AMAS, s'exposant à des niveaux élevés de rayonnement pendant plusieurs minutes. La Station spatiale internationale, dont l'inclinaison est de 51,6°, a reçu un revêtement



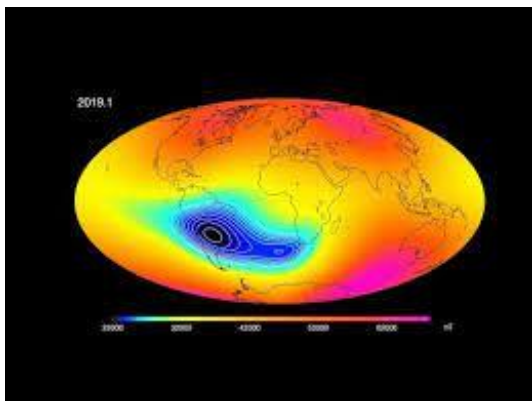


spécial pour résister à ce rayonnement. Plusieurs satellites en orbite, dont le télescope spatial Hubble et le détecteur de rayons cosmiques AMS-02, ne font aucune observation lors de leur passage au-dessus de cette région, car le risque de dommage est trop grand. L'AMAS se déplace vers l'ouest d'environ 0,3 degré par an. Cette valeur est très proche de la différence de vitesse de rotation entre le noyau et la surface de la Terre, entre 0,3 et 0,5° par an.

1.3.2. Sud du Brésil

Compte tenu des propriétés de l'AMAS, des courants géomagnétiques induits peuvent être produits dans le sud du Brésil, à travers de grandes infrastructures métalliques telles que les chemins de fer, les lignes électriques à haute puissance, le réseau de distribution d'eau ou d'autres grandes structures mécaniques. En cas de tempête géomagnétique importante, ces courants peuvent endommager les structures. Plusieurs instituts de recherche à travers le monde développent des modèles de l'ionosphère et de la magnétosphère dans le but de prédire la conductivité globale et le champ magnétique de la Terre. Les données nécessaires peuvent être acquises par mesure satellite pour alerter les autorités locales à temps.

Au sud du Brésil, la ville de Paula Freitas, dans l'État du Paraná, dispose d'un laboratoire de géomagnétisme qui fait partie de l'Institut de l'aéronautique et de l'espace (pt) (IAE), en relation avec le Commandement de technologie aérospatiale Gera (pt) (CTA), sur le site du Campus de Recherche Géophysique Maire Edsel de Freitas Coutinho, Accord UNIBEM - IAE (pt). Le rôle principal de cet institut est l'étude de l'AMAS et de ses effets aux niveaux régional et mondial. Actuellement (2007), elle est sous le contrôle des Facultés 'Spiritistes' Intégrées (pt) (UNIBEM). Le centre de recherche est situé tout près de l'épicentre de l'anomalie.



1.3.3. Le champ magnétique terrestre : une tendance à la baisse

Pour le moment, il n'y a pas de quoi s'inquiéter. L'ESA note que les effets les plus importants se limitent en grande partie aux dysfonctionnements techniques à bord des satellites et des engins spatiaux, qui peuvent être exposés à un nombre accru de particules chargées en orbite terrestre basse lorsqu'elles traversent l'anomalie depuis l'Atlantique Sud vers le ciel au-dessus du Sud. L'Amérique et l'océan **Atlantique Sud**.

Il ne faut cependant pas ignorer l'ampleur de l'anomalie. Au cours des deux derniers siècles, le champ magnétique terrestre a perdu environ 9 % de son intensité en moyenne, selon l'ESA, combinée à une diminution de l'intensité minimale du champ dans l'anomalie de l'Atlantique Sud, d'environ 24 000 nano teslas à 22 000 nano teslas en les 50 dernières années.





Cette vidéo <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/anime/index.html> montre l'évolution de l'Anomalie Atlantique sur plusieurs siècles. Suivez-le violet/fuchsia pour voir l'évolution dans le temps, Si vous souhaitez avoir un panel pour chaque siècle vous pouvez :

La raison exacte pour laquelle cela se produit reste un mystère.

Une hypothèse serait que le champ magnétique terrestre soit généré par des courants électriques produits par une masse tourbillonnante de fer liquide dans le noyau externe de notre planète, mais, bien que ce phénomène semble stable à un instant donné, sur de grandes échelles de temps, il n'a jamais ça l'est vraiment.

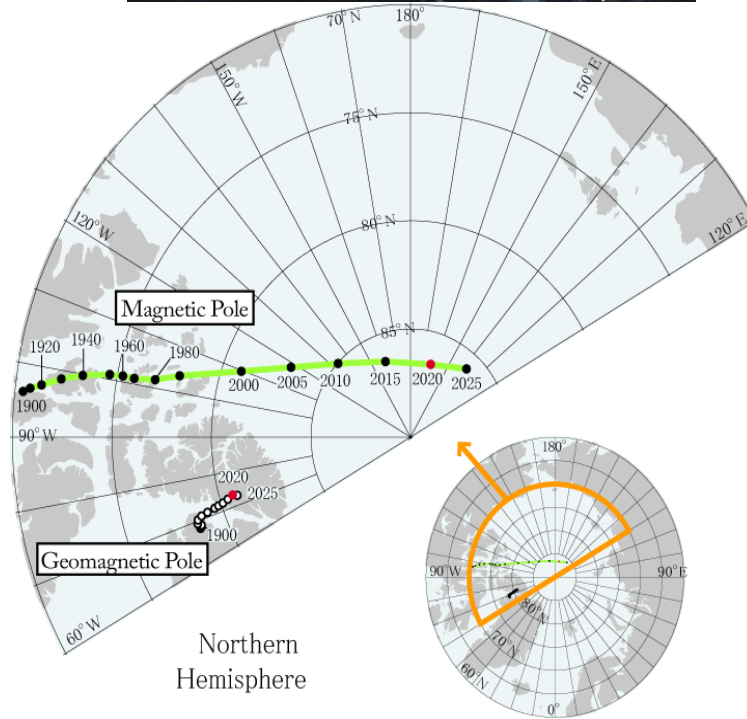
Des études ont montré que le champ magnétique terrestre est constamment en flux et que tous les quelques centaines de milliers d'années, **le champ magnétique terrestre change, les pôles magnétiques nord et sud changeant de place.**

1.4 Les pôles magnétiques se déplacent-ils de plus en plus vite, vers une inversion du champ magnétique terrestre ?

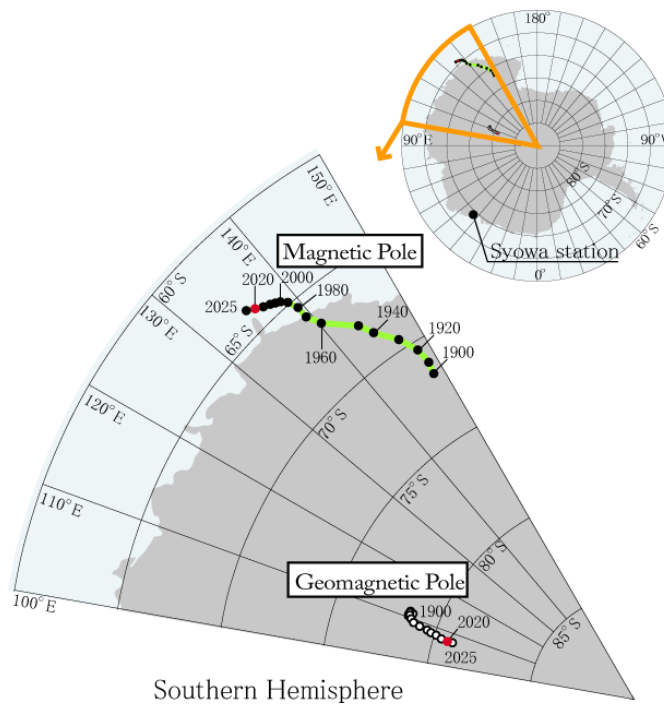
1.4.1. Pôle magnétique nord

- Depuis une trentaine d'années, le pôle Nord magnétique se déplace de plus en plus vite, sortant du Canada vers la Sibérie.
- Ce changement soudain pourrait annoncer l'inversion des pôles magnétiques alors que le champ magnétique terrestre continue de s'affaiblir.
- Quoiqu'il en soit, les scientifiques doivent réviser de plus en plus le modèle magnétique terrestre qui sert de base aux systèmes de navigation modernes.
- Mesuré pour la première fois en 1831 par l'explorateur James Clark Ross dans l'Arctique canadien, le champ magnétique est instable à l'échelle des temps géologiques.
- En fait, l'une de ses caractéristiques les plus surprenantes, révélée par les études paléomagnétiques, est l'inversion aléatoire des pôles magnétiques.
- En d'autres termes, le nord et le sud magnétiques, qui sont respectivement proches du nord et du sud géographiques, s'inversent à un rythme chaotique d'environ quatre événements par million d'années, soit une fois tous les 250 000 ans.





1.4.2. Pôle magnétique sud



1.4.3. Les conséquences d'une inversion du champ magnétique

Le champ magnétique terrestre trouve son origine dans le lent refroidissement de l'intérieur du noyau externe de notre planète où se trouve un océan de fer liquide surchauffé et tourbillonnant qui crée des



mouvements de convection, entre 2 900 km et 5 150 kilomètres sous nos pieds. D'autres facteurs interviennent comme les roches magnétisées de la croûte terrestre et l'écoulement des océans, notamment au travers des marées, que ce soit en surface ou dans les profondeurs.

Les mouvements de convection dans le noyau externe génèrent un effet dynamo appelé géodésique, qui convertit une fraction de l'énergie libérée par le refroidissement en énergie électromagnétique. Ce champ magnétique forme la magnétosphère entre 800 et 1 000 km d'altitude. Il agit comme un bouclier qui protège la vie sur Terre des excès du vent solaire. La dernière inversion du champ magnétique s'est produite il y a environ 773 000 ans. Si ces investissements ne s'accompagnaient pas, a priori, de crises biologiques majeures, une nouvelle inclinaison du champ magnétique serait un véritable défi voire une catastrophe pour notre civilisation dépendante de la technologie. En fait, les systèmes électroniques, informatiques et de navigation seraient complètement perturbés/désorientés et donc l'ensemble de l'économie et des transports mondiaux.

a. Voici quelques conséquences :

- interruptions des systèmes de télécommunications : satellites, câbles sous-marins...
- dégradation ou interruption des services de positionnement par satellite, par exemple GPS ou Galileo ;
- l'augmentation des radiations reçues par les passagers des avions et les astronautes ;
- courants induits dans les canalisations, accélérant leur usure ;
- courants parasites dans les réseaux électriques, pouvant provoquer des coupures de courant sur de vastes zones.
- Le pôle nord magnétique se déplace de plus en plus vite

b. Faits

- Au milieu des années 1990, le pôle Nord magnétique se déplaçait de plus en plus vite, passant d'environ 15 kilomètres à environ 55 kilomètres par an.
- Le pôle magnétique Sud se déplace constamment et rapidement. Voir la carte des déplacements

Des hypothèses sont présentées : des impulsions géomagnétiques, comme celle de 2016, qui pourraient être attribuées à des ondes « hydromagnétiques » provenant des profondeurs du cœur de notre planète et à la présence d'un jet de fer liquide à grande vitesse sous le Canada.

Une étude dirigée par Phil Livermore, de l'Université de Leeds (Angleterre), publiée dans la revue Nature Geoscience, début mai 2020, avance une nouvelle hypothèse. Le déplacement du pôle Nord magnétique pourrait s'expliquer par une « confrontation » entre deux zones du champ magnétique terrestre, l'une sous le Canada et l'autre sous la Sibérie. "Nous avons découvert que la position du pôle magnétique Nord est contrôlée par deux parcelles de champ magnétique. Elles agissent comme un effet de tir à la corde qui contrôle l'emplacement du pôle", a déclaré Livermore à la BBC.

Ainsi, selon les chercheurs, la zone magnétique sibérienne est soudainement devenue plus puissante que la zone canadienne, attirant le pôle Nord, qui change fortement par rapport à sa position historique au Canada.





2. Pourquoi les GPS et les boussoles s'égarent

Les variations du champ magnétique terrestre nécessitent un recalibrage du GPS et des boussoles.

Si l'on prend des mesures régulières au même endroit : le nord ou le sud magnétique se déplace. Encore plus vite et plus vite. Il y a quelques décennies, elle était ancrée dans l'Arctique, au nord du Canada. Depuis, il descend vers la Sibérie. Initialement à une moyenne de 10 kilomètres par an ; mais le rythme s'est accéléré, pour dépasser les 55 kilomètres par an. Faut-il s'inquiéter ? Y a-t-il un risque de panne de nos instruments de navigation ?

Ce phénomène avait été anticipé par les scientifiques. Tous les cinq ans, **les créateurs du Monde Magnétique Model (WMM), qui est une représentation à grande échelle du champ magnétique, publie un ensemble de recommandations pour recalibrer le GPS, les boussoles et les systèmes de cartographie. Et pour cause. Le vrai nord, le pôle Nord, reste fixe. En revanche, le nord magnétique, capté par l'aiguille d'une boussole, peut se déplacer.**

C'est pourquoi le modèle WMM a été développé. En principe, l'organisme le revoit tous les cinq ans, à partir de stations d'observation réparties dans le monde entier. Mais, face à l'accélération de la dérive, un nouveau modèle a été sorti en amont pour limiter les évolutions avec les instruments de mesure. Les scientifiques prévoient désormais un léger ralentissement. De 55 kilomètres par an, on devrait descendre à 40,

Toutefois, si cette dérive se poursuit, les pôles pourraient finir par s'inverser. Le phénomène s'est déjà produit à plusieurs reprises dans l'histoire de la planète. Lors de cette transition, le champ magnétique terrestre perd de son intensité et expose dangereusement les êtres vivants au rayonnement solaire. Soyons toutefois assurés qu'un tel changement prendrait entre cinq mille et dix mille ans. Il est donc peu probable qu'une civilisation humaine en fasse l'expérience.

3. Des questions légitimes

Les méthodes magnétiques et électromagnétiques constituent la base de la sismique moderne et les questions sont plutôt de nature AQ/CQ.

1. "Ce phénomène a été intégré par les entreprises sismiques au moment où elles ont commencé à récupérer les données pendant la phase de collecte des données, c'est-à-dire à régler les appareils d'une station totale pendant la phase de topographie."

Je ne crois pas que, si 74 puits s'avèrent négatifs en 16 ans, cela soit dû à un problème de malchance ou à l'incapacité des personnes impliquées dans ces travaux d'exploration.

De mon point de vue, il y a quelque chose de plus global, c'est un point que je connaissais grâce à ma spécialisation en gestion et recherche en eaux profondes il y a plus de 35 ans, mais je n'ai pas l'autorité ni les connaissances pour affirmer que dans le domaine pétrolier et avec des sociétés de services sismiques. Je ne sais pas si au niveau QC/QA, mais les outils existent pour faire des corrections.





3.1. Japon

- Centre mondial de données sur le géomagnétisme, Kyoto <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index.html>
- Qu'est-ce que le champ magnétique terrestre ? <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/wdc/Sec2.html>
- Champ modèle en un point par IGRF <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/point/index.html>

3.2. Etats-Unis

- informations générales <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/back.shtml>
- calculeurs en ligne <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/calculators.shtml>
- logiciel <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/soft.shtml>

3.3. Quels risques ? Sans évoquer le cas « extrême » d'une inversion des pôles, quels sont aujourd'hui les risques d'un affaiblissement du champ magnétique terrestre ?

- « À l'échelle de la surface, l'anomalie de l'Atlantique Sud ne présente aucune raison de s'alarmer, répond l'Agence spatiale européenne. Cependant, les satellites et autres engins spatiaux volant dans la région sont plus susceptibles de rencontrer des problèmes techniques (utilisez Microsoft Edge pour traduire)
- <https://www.aviso.altimetry.fr/fr/actualites/image-du-mois/2007/oct-2007-lanomalie-de-latlantique-sud-vue-par-oris.html#:~:text=L'anomalie%20de%20l'Atlantique%20Sud%20est%20un%20ph%C3%A9nom%C3%A8ne%20qui,plus%20proche%20de%200la%20surface>.
- <https://cnrtl.fr/definition/tellurique>
- <https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/observation-terre-anomalie-magnetique-atlantique-sud-annonce-t-elle-inversion-magnetique-imminente-81179/>
- <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/5709-corot-cerne-les-contours-de-lanomalie-de-latlantique-sud.php>
- <https://coriolis.uqar.ca/lanomalie-magnetique-de-latlantique-sud/>
- <https://www.fredzone.org/une-theorie-au-sujet-de-lanomalie-de-latlantique-sud-988>

4. Le RSS-RMN

C'est pourquoi la méthodologie RSS-RMN serait intéressante pour essayer « la méthode de détection à distance hydrocarbures directement (RSS) ». Nous déclenchons une résonance (une réponse directe à ce que nous recherchons) de la substance que nous recherchons dans les images spatiales du réacteur (RSS). Nous obtenons les images de la NASA ou de Roscosmos.

En d'autres termes, c'est la seule façon de faire une étude sismique en Bolivie pour le simple fait que les anomalies magnétiques ne nous affectent pas car nous travaillons à distance.

4.1. Comment fonctionne la technologie RSS-NMR ?

4.1.1. Explications techniques RSS-RMN

"Quelle est la différence entre les méthodes à distance existantes dans diverses entreprises et notre méthode à distance (Stage1 Diagnostics) ?"

A titre de comparaison, prenons la technologie sismique utilisée par toutes les sociétés d'exploration pétrolière. Les machines sismiques génèrent un signal de haute puissance dirigé vers le sol. D'une part, ce signal puissant ne véhicule aucune information et d'autre part, il se dissipe dans toutes les directions et doit donc être très puissant pour atteindre les profondeurs. Lorsqu'il atteint la limite des deux milieux





souterrains, il est réfléchi et collecté par des récepteurs en surface. (Le signe sans visage ne pénètre pas dans la substance, c'est une anomalie). Et puis une longue interprétation des données est nécessaire. Nous discutons avec de nombreux interprètes qui ont des opinions différentes sur le même objet. C'est-à-dire qu'une sorte d'anomalie est révélée. Ce qui peut être ou non un dépôt. Seuls des forages peuvent confirmer la présence du gisement. Les statistiques indiquent que seuls 3 ou 4 puits ont atteint la cible. L'efficacité de la sismique ne dépasse pas 30 à 35 %. La principale propriété de la sismique est la réflexion.

4.1.2. Comment fonctionne la technologie RSS-RMN ?

La résonance magnétique nucléaire (RMN) est le phénomène dans lequel les noyaux d'un champ magnétique statique sont perturbés par un faible champ magnétique oscillant ; Ils répondent en produisant un signal électromagnétique à une fréquence particulière du champ magnétique de leur noyau. Une caractéristique clé de la RMN est que la fréquence de résonance d'une substance simple particulière est directement proportionnelle à la force du champ magnétique appliqué. C'est cette caractéristique qui est exploitée dans les techniques d'imagerie ; Si un échantillon est placé dans un champ magnétique, les fréquences de résonance des noyaux de l'échantillon dépendent de l'endroit où ils se trouvent dans le champ. Les champs magnétiques radiofréquences pénètrent à la fois dans les roches tendres et dures, permettant de cartographier les anomalies à plus haute résolution et peuvent être facilement utilisés avec un navire, un avion, un hélicoptère ou un camion pour l'exploration.

4.2. Différentes étapes

4.2.1. Niveau 1

Traitement spécial et interprétation d'images satellites analogiques. L'étape comprend les éléments suivants :

- Traitement du matériel d'image avec des nano- gelées ingénieuses et des solutions pour amplifier et mettre en évidence les anomalies spectrales associées aux accumulations de pétrole/dépôts minéraux
- Traitement d'image amélioré dans un réacteur nucléaire à petite échelle,
- Tracer les limites préliminaires de l'accumulation d'hydrocarbures/gisements minéraux sur la carte de la zone d'intérêt.

4.2.2. Étape 2

Les fréquences de résonance des atomes de la molécule de référence sont imposées/modulées sur la fréquence porteuse par un générateur haute fréquence. Les champs électromagnétiques à haute fréquence, caractéristiques des éléments de l'échantillon de référence, sont induits au-dessus de l'échantillon par leurs fréquences de résonance. Chaque champ électromagnétique caractéristique est enregistré séquentiellement par un dispositif de réception sensible réglé pour enregistrer les fréquences de résonance des atomes de l'échantillon de référence, garantissant ainsi une identification plausible des accumulations de pétrole/dépôts minéraux.

4.2.3 Étape 3

Compilation des résultats et rédaction du rapport

4.3. Avantages de l'approche RMN

- Augmentation substantielle des chances de succès,





- Réduire les risques et les incertitudes,
- Très rentable et très peu coûteux
- Se concentrer uniquement sur la superficie d'exploration, pour la délimitation des prospects et le forage/tranchée, avec sismique spécifique, si nécessaire

Grâce à une expertise ingénieuse en matière de télédétection et à des travaux de terrain corroborants dérivés de la théorie de la résonance magnétique nucléaire (RMN), des anomalies commercialement pertinentes sont identifiées, délimitées et vérifiées géologiquement. Des connaissances préalables utiles sont fournies sur la viabilité économique de la zone cultivée ; également, une recommandation sur la meilleure zone pour une sismique spécifique (si poursuivie) ou un forage.

En appliquant trois disciplines intégrées de connaissances exclusives en matière de télédétection, de travaux de terrain RMN scientifiquement justifiés et de la dernière authentification des résultats par G&G, il génère un ensemble d'outils puissants et innovants aussi perturbateurs qu'efficaces.

4.4. L'approche d'exploration intégrée permet :

- o augmenter considérablement les chances de succès,
- o réduire le coût de l'exploration en acquérant moins de données sismiques que la normale et en augmentant les chances de ne pas avoir de trous secs,
- o identifier les zones à l'intérieur de la surface d'exploration où une sismique détaillée ou des forages/tranchées doivent être planifiés,
- o estimer les ressources et leurs valeurs pour prendre la décision de poursuivre la superficie cultivée ou d'y renoncer, etc.,
- o prioriser les clients potentiels en fonction de leur COS, de leurs ressources estimées, de leurs aspects économiques, etc., au début de la durée de vie utile du champ,
- o esquisser un programme d'exploration réaliste

4.5. Comment pouvez-vous utiliser cet outil ?

4.5.1 Nouveaux champs

OU. une exploration rapide de vastes zones pour délimiter des zones d'intérêt (où une sismique pourrait être utile), pour réduire le coût d'une sismique systématique sur 100% du nouveau champ alors que seulement 15% ont réellement une probabilité de découvrir un réservoir.

II. exploration rapide des blocs inclus dans un cycle d'enchères ou de licences pour déterminer

- si certains blocs sont intéressants
- si le coût de l'exploration sismique traditionnelle est acceptable

4.5.2. vieux champs

I. En cas de fusion ou d'acquisition d'un autre bloc ou de l'ensemble d'une entité E&P, c'est le seul moyen de déterminer le potentiel réel des actifs à acquérir.

II. La réexploration des gisements matures présente un grand intérêt car cette action permet d'éviter un nouveau cycle de projet. La vérité est que démarrer un Greenfields ou un nouveau projet signifie que cela générera des dépenses extraordinaires pour l'E&P, beaucoup de temps pour le personnel qualifié, beaucoup de paperasse.

S'il faut comparer :





- Un projet Greenfields , c'est dépenser beaucoup d'énergie humaine et beaucoup d'argent, sans avoir la certitude de découvrir quelque chose.
- Rénover ou réexplorer un champ mature est un moyen plus simple d'augmenter sa production . Il ne s'agit dans ce cas que d'une modification du réseau de production.

4.6 Certifications des réserves pétrolières et gazières

4.6.1. Définitions des réserves

- **Réservations prouvées**

Les réserves prouvées sont les réserves qui présentent une certitude raisonnable (généralement une certitude d'au moins 90 %) d'être extractibles dans les conditions économiques et politiques existantes, avec la technologie existante. Les spécialistes de l'industrie l'appellent « P90 » (c'est-à-dire qu'il y a une certitude à 90 % que cela est réalisable). Les réserves prouvées dans l'industrie sont appelées « 1P ».

Les réserves prouvées sont subdivisées en « **prouvées développées** » (PD de l'anglais « prouvé ») (développé ") et "**prouvé non développé**" (PUD de l'anglais " prouvé sous-développé ») .

- A. Les réserves **PD** sont des réserves qui peuvent être extraites de puits et de forages existants, ou de réservoirs supplémentaires avec un minimum d'investissements supplémentaires effectués sur les Opex .
- B. Les réserves **de PUD** nécessitent des investissements en capital supplémentaires (par exemple, le forage de nouveaux puits) pour extraire le pétrole. Ces investissements sont décidés et font partie des Capex .

- **Réservations non prouvées**

Les réserves non prouvées sont basées sur des données géologiques et/ou techniques similaires à celles utilisées dans les estimations des réserves prouvées, mais des incertitudes techniques, contractuelles ou réglementaires empêchent que ces réserves soient classées comme prouvées. Les réserves non prouvées peuvent être utilisées en interne par les compagnies pétrolières et les agences gouvernementales à des fins de planification future, mais ne sont pas systématiquement compilées.

Ils sont sous-classés en probables et possibles.

- A. **Les réserves probables**

Ils sont attribués à des accumulations connues et revendiquent un niveau de certitude de récupération de 50 %. Les spécialistes du secteur les appellent « P50 » (c'est-à-dire qu'ils sont sûrs à 50 % d'être produits). La somme des réserves prouvées et probables est également connue dans l'industrie sous le nom de « 2P » (prouvée plus probable).

- B. **Réservations possibles**





Il s'agit d'accumulations connues de pétrole dont il est moins certain qu'elles puissent être extraites que de réserves probables. Ce terme est souvent utilisé pour désigner les réserves dont on estime qu'elles ont au moins 10 % de certitude d'être extractibles (« P10 »).

Les critères de classification des réserves comme étant possibles incluent diverses interprétations de la géologie,

- réserves non extractibles aux prix actuels du marché, incertitude concernant les flux de remplacement des réserves (par exemple, en provenance des zones pétrolières adjacentes et cela se voit avec le RSS-NMR)
- réserves projetées sur la base des méthodes de récupération futures.

Le volume total de la somme des réserves prouvées, probables et possibles est appelé « 3P » (prouvé plus probable plus possible).

4.6.2. Techniques d'estimation

La quantité de pétrole dans un réservoir souterrain est appelée « **pétrole en place** » (OIP) . Seule une fraction de ce pétrole peut être récupérée d'un réservoir. Cette fraction est appelée « **facteur de récupération** ». La partie récupérable est considérée comme une réserve. La partie qui n'est pas récupérable n'est pas incluse à moins et jusqu'à ce que des méthodes soient mises en œuvre pour la visualiser et la produire.

- **Méthode volumétrique**

Les méthodes volumétriques tentent de déterminer la quantité de pétrole présente sur le site à partir d'estimations de la taille du réservoir et des propriétés physiques de ses roches et fluides. Grâce au RSS-NMR, on obtient une image 4D qui permet de déterminer les volumes.

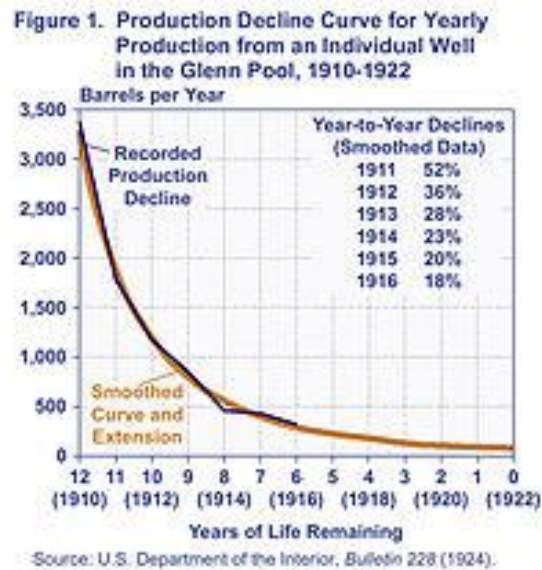
Grâce à la modélisation obtenue par RSS-NMR, un facteur de récupération est défini, basé sur des hypothèses et la connaissance de champs pétroliers présentant des caractéristiques similaires.

L'OIP est multiplié par le facteur de récupération pour finalement obtenir la taille de la réserve. Les facteurs de récupération actuels des champs pétroliers dans différentes parties du monde se situent entre 10 et 60 % ; certains dépassent 80 %.

Cette grande variabilité est en grande partie due à la diversité du fluide et aux caractéristiques des différentes formations géologiques.

Cette méthode est particulièrement utile au début de la vie du réservoir, avant qu'il ne soit exploité de manière significative.



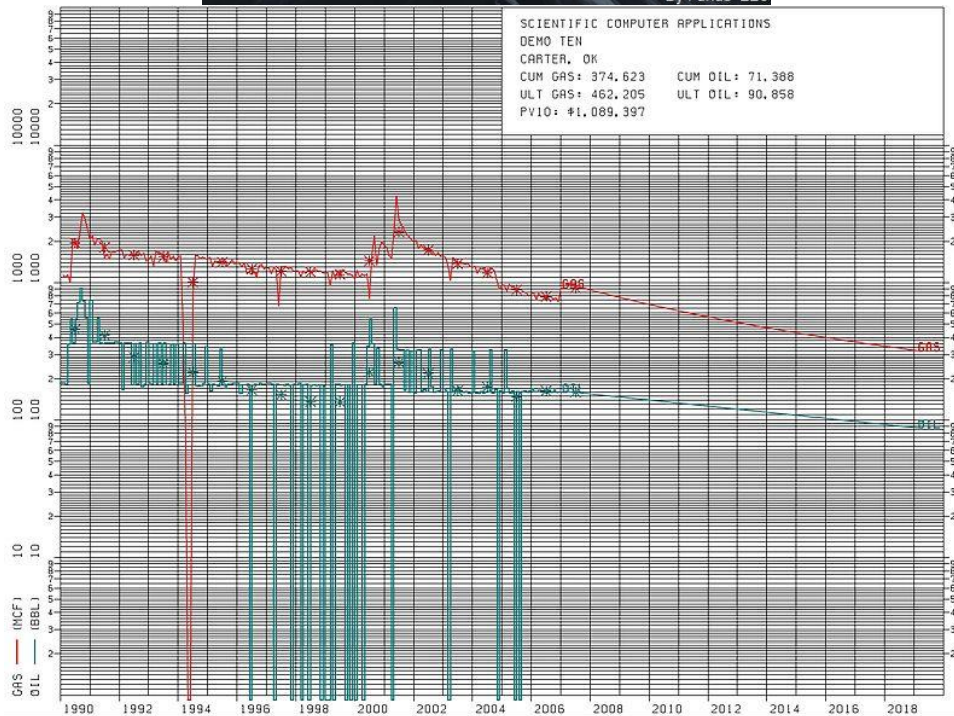


Méthode du bilan matière

La méthode du bilan matière pour un champ pétrolier utilise une équation reliant les volumes de pétrole, d'eau et de gaz produits à partir d'un réservoir et la variation de la pression du réservoir pour calculer la quantité de pétrole restante. On suppose qu'à mesure que les fluides sont retirés du réservoir, la pression du réservoir change en fonction du volume restant de pétrole et de gaz.

La méthode nécessite une analyse approfondie de la pression, du volume et de la température et un historique précis de la pression du champ. Une certaine production (généralement 5 à 10 % de la récupération finale) est requise, à moins qu'un historique de pression fiable puisse être utilisé à partir d'un champ présentant des caractéristiques de roche et de fluide similaires.

Méthode de la courbe de baisse de production



- Courbe de baisse de production générée par un logiciel d'analyse, utilisée dans l'étude économique du pétrole pour estimer l'épuisement d'un réservoir de pétrole et de gaz.
- L'axe Y est une échelle logarithmique, indiquant le taux d'épuisement du pétrole (ligne verte) et de l'épuisement du gaz (ligne rouge).
- L'axe X est une échelle linéaire qui indique le passage du temps en années.
- La ligne rouge en haut montre la courbe de désintégration des gaz, qui est une courbe hyperbolique descendante. Le gaz est mesuré en MCF (en milliers de pieds cubes dans ce cas).
- La ligne bleue du bas représente la courbe de décroissance du pétrole, qui est une courbe de décroissance exponentielle. Le pétrole est mesuré en BBL (Barrels of Oil).
- Les informations correspondent aux ventes réelles réalisées et non à la production pompée. Les diminutions jusqu'à zéro indiquent qu'il n'y a eu aucune vente ce mois-là, probablement parce que la production du puits n'était pas suffisante pour remplir un réservoir et que le camion-citerne n'était donc pas là pour collecter le pétrole brut.
- La légende en haut à droite indique le CUM, qui est la quantité totale cumulée de gaz ou de pétrole extraite.
- ULT est la valeur finale récupérée projetée pour le puits à la fin de sa durée de vie utile. Pv10 est la valeur actuelle nette actualisée à un taux de 10 % par an, qui est la valeur future de ce qui reste de



pétrole extractible jusqu'à la fin du bail restant , calculée pour ce puits de pétrole à 1 089 millions de dollars américains.

- La méthode de la courbe de décroissance de la production utilise les données de production pour ajuster une courbe de décroissance et estimer la production pétrolière future.
- Les trois formes les plus courantes de courbes de désintégration sont exponentielles, hyperboliques et harmoniques. On suppose que la production diminuera selon une courbe douce, et par conséquent certaines réserves doivent être constituées pour les arrêts de puits pour des raisons de maintenance et de restrictions de production.

Note

La courbe peut être exprimée par une équation mathématique ou en la dessinant sur un graphique pour estimer la production future. Il présente l'avantage d'inclure (implicitement) les effets de toutes les caractéristiques du réservoir. Pour sa construction, il est nécessaire de disposer de suffisamment d'enregistrements historiques pour avoir une tendance statistiquement pertinente adaptée à la courbe, idéalement lorsque la production n'est pas limitée par des conditions réglementaires et d'autres conditions exogènes.

4.7. Qui utilise le certificat de réservation

4.7.1. Autorité ou gouvernement

La seule possibilité pour un gouvernement de contrôler ses opérateurs pétroliers et gaziers est de procéder à sa propre certification de ses réserves par des experts agréés par la NYSE Stock Exchange Commission (SEC). C'est pourquoi RSS-NMR permet de donner rapidement une image fidèle du réservoir et de son contenu.

4.7.2 Certifications de réserve pour un E&P

Une certification de réserves est un document officiel, signé et scellé par un tiers, ingénieur pétrolier ou géologue agréé, qui divulgue les réserves pétrolières, les profils de production futurs estimés et les flux de trésorerie établis strictement selon des critères. Après l'étude de construction du réseau de production du réservoir, ces débits sont confirmés.

4.7.2.1. Méthodologie

Un consultant estime les réserves de pétrole à travers le processus d'évaluation des réserves (4.6.2. *Techniques d'estimation*) . Les clients soumettent des certifications de réserves indépendantes aux sociétés d'exploration et de production, aux administrations, aux gouvernements, y compris aux autorités de régulation, ainsi qu'aux banques, cabinets d'avocats, tribunaux, fiduciaires, comptables et arbitres.

- Utilisations pour les certifications de réserve indépendantes





- Dépôts réglementaires périodiques, introductions en bourse
- Présentations aux organisations gouvernementales, ministérielles et aux compagnies pétrolières nationales
- Déclarations de commercialité
- Accords de prêt, déterminations et redéterminations des bases de prêt car une réserve est un actif
- Transactions financières possibles, y compris les acquisitions, les cessions et les fusions
- Restructurations, faillites, liquidations
- Planification fiscale et successorale
- Présentations juridiques, affidavits/pièces, témoignages d'experts
- Redéterminations et unifications
- Donner aux actionnaires une meilleure vision de l'entreprise
- Soutenir la cotation en bourse pour augmenter la valeur de l'E&P

4.8. Catégories de réservation russes

En raison des événements en Europe, il est bon de comprendre comment les réserves sont certifiées en Russie.

Pour Moscou, les catégories de réserves A, B et C1 correspondent approximativement à

- "développé et éprouvé en production"
- "développés éprouvés qui ne sont pas en production",
- "prouvé, non développé"
- La désignation ABC1 correspond aux réserves prouvées.
- La catégorie russe C2 comprend les réserves probables et possibles.

5. Conclusions

En conclusion, une ré étude du réservoir et donc des réserves en friche industrielle avec une étude RSS-RMN peut être la solution pour changer la classification des différentes réserves et pouvoir mettre de nouveaux actifs en cas d'emprunts. Cet investissement permet de financer la réhabilitation physique de la friche elle-même en soumettant une étude complète à la société de certification du réservoir.

