I.7.4-Raccordement des tiges de forage

Les tiges de forage sont reliées entre elles par des filetages standardisés. Le diamètre des tiges est plus important au niveau des raccords afin de les renforcer et de les protéger contre l'usure [22].

I.7.5-Outils de forage

Pour le foreur, l'outil de forage qui se trouve au bout de la colonne de forage, est une des clés de son activité. L'outil doit être choisi dans un catalogue aussi varié que peut l'être la lithologie rencontrée. Si un outil de type marteau peut briser une roche compacte, il sera inefficace pour creuser une argile, à la différence d'une tarière et des outils de type trilame.

Selon son diamètre, l'outil peut peser de quelques kilogrammes à plusieurs centaines de kilogrammes [23] . On distingue différents types d'outils de forage :

- *couronnes* qui sont des tiges, améliorées ou non, munies de dents ou de picots renforcés ;
- forages au *diamant* (diamant synthétique polycristallin), qui font appel à des outils de formes très variées [dont les formes de type tricône (trépan) et trilame] dont l'utilisation se restreint à l'industrie pétrolière et minière du fait du coût d'exploitation élevé. Les diamants ont la forme de pastilles noires prises dans la masse métallique de l'outil ;
- *tricônes*, outils montés par trois cônes rotatifs ou molettes (libres) munis de picots pour les terrains durs (longs picots pour les terrains très compétents[pas clair], tels les quartzites, et picots courts pour les terrains moins compétents[pas clair] tels les schistes), et de dents pour les terrains durs (calcaires) à argileux (marnes) - les dents étant plus longues lorsque le terrain est plus argileux. On trouve également des tricônes à pastilles faites de matériaux ultra-résistants (diamant et carbure de tungstène par exemple) [23] ;
- *trilames*, outils montés par trois « lames » en chevron pour les terrains les plus argileux et en gradin ou escalier pour les terrains plus durs (marnes et calcaires) ;

- *marteaux fond-de-trou* (MFT), qui sont des outils à percussion prédestinés aux sols durs et cassants.

Les *aléseurs* ne sont pas à proprement parler des outils de tête, puisqu'ils peuvent être montés en complément de l'outil principal. Le but des aléseurs est d'agrandir un trou, ou simplement d'en racler les bords et parfois de compacter le fond du forage. On distingue donc les aléseurs compacteurs, en forme de pointe, ouverts à lames ou cylindriques, étagés, etc [23].

Fig.I.5 : Tricône

Fig.I.6 :Trilame

I.7.6-Mât et derrick

Le mot **derrick** utilisé dans le domaine pétrolier désigne une tour en bois ou en métal soutenant le dispositif de forage d'un puits de pétrole. Le mot anglais a d'abord désigné une potence ou gibet et viendrait de Thomas Derrick **(en)**, célèbre bourreau de Tyburn, principal lieu des exécutions capitales des criminels anglais. Puis il désigne plus généralement un dispositif de levage. Au XIX^{e} siècle, en français, le terme est appliqué au cadre supportant l'appareil de forage dans une plate-forme pétrolière terrestre [24].

a-Fluide

Le fluide dans un forage est un élément clé, car il évacue les déblais qui s'accumulent au fond du puits, il stabilise les parois du puits lorsque ce dernier est encore « nu » (sans cuvelage) et enfin il peut aussi lubrifier et refroidir l'outil en activité. Le choix d'un fluide ne s'arrête pas là : les eaux souterraines (parfois potables) peuvent être contaminées par certains fluides utilisés. Pour évacuer les déblais de forage, soit le fluide doit circuler très vite (air comprimé), soit le fluide, alors liquide, doit être d'une densité et d'une viscosité contrôlées régulièrement par le foreur. L'ajustement de ces paramètres se fait par ajout de bentonite et

de polymères pour la viscosité, ainsi que de baryte, formiate de césium ou de sels de sodium ou de potassium pour la densité. Le problème de l'évacuation des *cuttings* ne dépend pas uniquement des propriétés du fluide - la pression et le débit qui lui sont imposés, la surface de la colonne d'évacuation et les pertes sont d'autres facteurs dont il faut tenir compte [25].

Les divers fluides de forage sont :

- L'air comprimé ;
- L'eau ;
- La bentonite (ou « boues bentonitiques ») ;
- Les gels de polymère - utilisés pour la fabrication des boues ou comme additifs ;
- Les mousses ;
- Le formiate de césium saturé dans l'eau est assez dense (densité d=2,3) pour que certains sédiments flottent ;
- La baryte en émulsion et les sels de sodium et de potassium augmentent aussi la densité des fluides.

b-Circulation des fluides

La circulation de l'air se fera au moyen d'un compresseur pour l'air comprimé, et de la puissance du compresseur dépendra la profondeur du forage. La boue, quant à elle, est envoyée au moyen de pompes spéciales. On appelle le fluide en **circulation directe**, celui qui descend par le train de tiges, et le fluide en **circulation inverse** celui qui descend par l'espace annulaire [26]. La circulation inverse possède plusieurs avantages :

- Si, lors de la circulation du fluide, les parois nues du forage s'éboulent, l'éboulis est repris directement par la circulation. Dans le cas contraire, l'éboulis pourrait s'accumuler plus facilement ;