

# Profonde Stabilité

Des chercheurs de l'USP  
développent un projet  
inédit de plateforme  
pétrolière en haute mer

EDUARDO GERAQUE

*Publié en juin 2004*

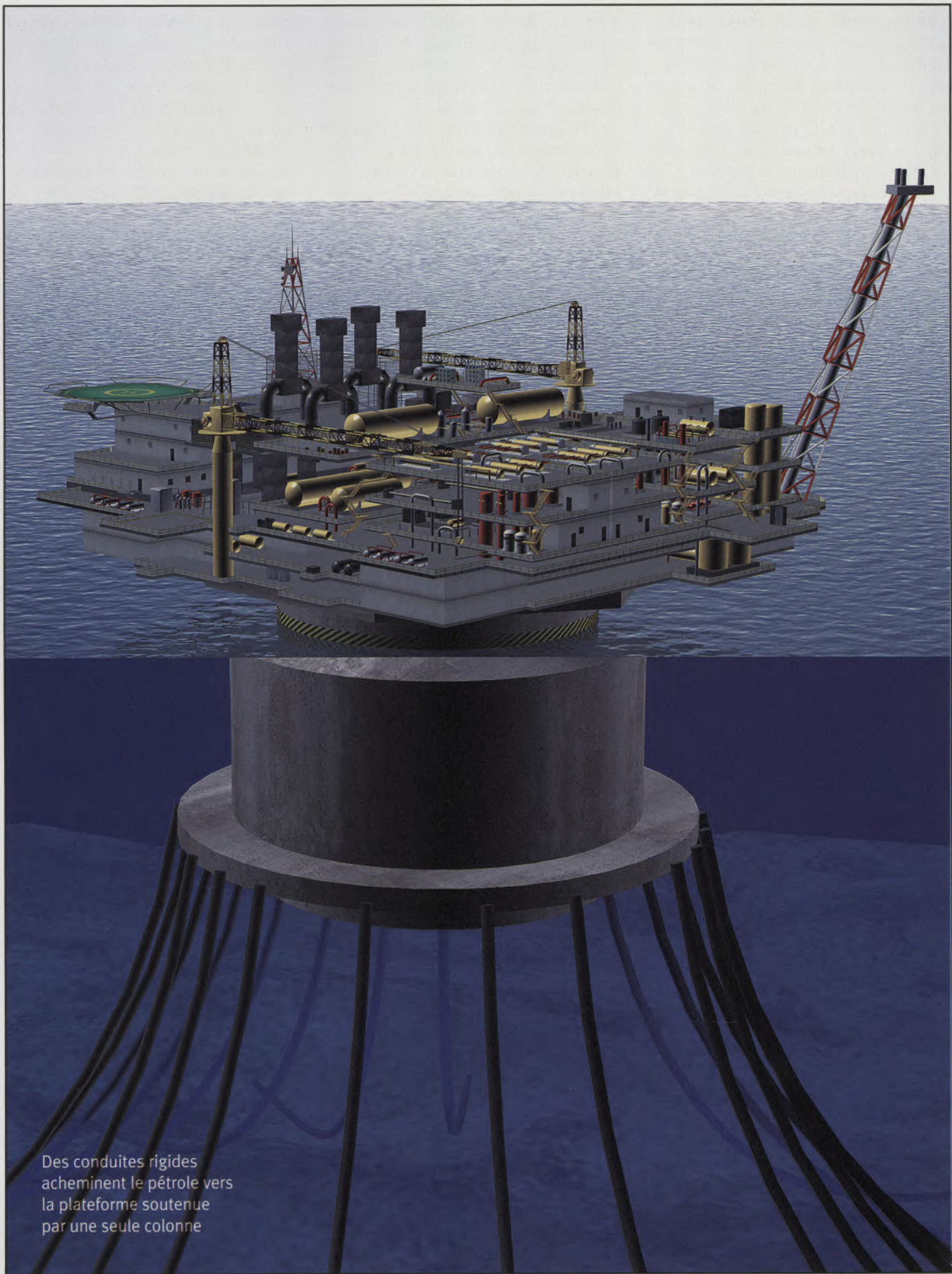
**L**es mouvements provoqués par les vagues en haute mer peuvent être néfastes aux plateformes qui extraient le pétrole à des milliers de mètres en eau profonde et ultra-profonde. Ce phénomène se produit dans le bassin de Campos qui est le plus grand champ d'exploitation pétrolière brésilien, où les vagues de l'Océan Atlantique balancent excessivement des plateformes pétrolières de toutes tailles. Ce balancement est aussi néfaste pour la stabilité du système que pour la sécurité des travailleurs qui vivent en haute mer. Les particularités océanographiques des eaux du littoral brésilien où se trouvent certaines des plus grandes plateformes de forage en eau profonde du monde, ont amené les chercheurs du Département d'Ingénierie Océanique et Naval de l'École Polytechnique (Poli) de l'Université de São Paulo (USP) à développer un projet de

plateforme innovateur. Le dessin de ce nouveau projet est surprenant car la plateforme repose sur une seule colonne et non pas sur plusieurs comme les plateformes semi-submersibles.

“Toutes les simulations réalisées sur ce système inédit indiquent des gains importants en termes de stabilité et de sécurité”, déclare l'ingénieur naval Daniel Cueva, membre de l'équipe du professeur Kazuo Nishimoto de la Poli et coordinateur de la recherche menée en partenariat avec Petrobras dans le cadre du Centre d'Excellence en Ingénierie Navale et Océanique. Ce Centre d'Excellence comprend l'USP, l'Institut de Recherches Technologiques (IPT), l'Université Fédérale de Rio de Janeiro (UFRJ) et le Centre de Recherche et de Développement de Petrobras (Cenpes). Selon le chercheur, ce projet de construction d'une plateforme possédant une unique colonne a déjà fait l'objet d'un dépôt de brevet aux États-Unis par Petrobras. L'entreprise a investi 1,2 millions de réaux dans ce projet en deux ans.

Les moyens technologiques mis en œuvre, concernant la création d'une plateforme flottante ne possédant pas de compartiment de stockage d'huile. C'est une option offerte aux plateformes classiques semi-submersibles qui sont très utilisées dans le monde entier. Dans la catégorie unités flottantes, Petrobras possède également des navires FPSO (floating, production, storage and offloading ou support flottant de production, stockage et transfert). L'autre famille de plateforme est composée de plateformes reposant sur une structure fixée au fond de l'océan.

“Le MonoBR (nom du nouveau projet de plateforme) correspond aux objectifs de Petrobras qui a choisi d'investir dans de grandes unités flottantes de production qui offrent davantage de sécurité et de meilleures caractéristiques opérationnelles”, déclare Isaías Quaresma Masetti, ingénieur du Cenpes et responsable du projet. Selon l'équipe technique, cette plateforme a déjà passé tous les tests de viabilité technique et écono-



Des conduites rigides  
acheminent le pétrole vers  
la plateforme soutenue  
par une seule colonne

mique auxquels un tel projet doit se soumettre dans le cadre de l'entreprise Petrobras. L'un des principaux problèmes résolus par le MonoBR, concerne la diminution de l'amplitude des mouvements de l'unité due à l'action des vagues, conférant une plus grande flexibilité opérationnelle au système.

Ce nouveau concept a été validé et fait d'ores et déjà partie des options disponibles suite aux évaluations techniques réalisées durant la période de développement. Quand un nouvel appel d'offre sera lancé et que les unités seront choisies en fonction des aspects liés à la sécurité, à l'opérationnel et au coût, la mono colonne pourra être une des plateformes choisies. L'entreprise qui remportera l'appel d'offre ne pourra pas interdire ou modifier le choix technologique défini préalablement par Petrobras. "Exploiter du pétrole à trois mille mètres de profondeur est, sous tous ses aspects, une activité nouvelle qui requiert une grande audace technique et une lourde responsabilité" déclare Masetti.

Le raisonnement scientifique qui a permis la création de ce projet de colonne unique est né de discussions menées sur les concepts de base de l'ingénierie navale alliés à certaines adaptations de structures déjà existantes et utilisées par l'industrie pétrolière mondiale, mais d'une manière différente. Selon les ingénieurs du projet, l'emplacement des gisements de pétrole dans l'Océan Atlantique à plus de 1 500 mètres de profondeur pose de nombreux problèmes. Les oscillations dues aux vagues ne sont pas seulement ressenties à la surface mais ont également un impact sur les conduites qui transportent l'huile du puits vers l'unité de production. Marcos Cueva, cousin de Daniel et également doctorant orienté par Nishimoto déclare qu'"aujourd'hui, un des grands objectifs de la prospection à grandes profondeurs est l'utilisation de conduites montantes rigides en acier appelées steel catenary risers (SCRs)". Selon l'ingénieur, les conduites flexibles

ou risers flexibles, sont actuellement exclues en fonction de leurs limitations technologiques à des profondeurs supérieures à 1 500 mètres et de leur coût plus élevé que les rigides.

"Le grand problème des conduites rigides est qu'elles sont à la fois soumises aux effets du courant marin et aux oscillations de l'unité flottante. Si la plateforme de surface oscille trop, nous constatons des problèmes de fatigue des conduites, ce qui n'est pas le cas pour



IMAGE: POLI/USP

Cette unique colonne maintient la plateforme stable

les conduites flexibles en raison de la nature du matériel utilisé" déclare Daniel Cueva. Pour maintenir l'amplitude des mouvements à des niveaux acceptables, les projeteurs ont décidé d'adapter un système qu'ils connaissaient déjà mais qui n'avait jamais été utilisé dans ce but. Il s'agit du moonpool (puits central) qui est une ouverture sur la plateforme très utilisée pour le déploiement d'équipements et les opérations de forage", explique Marcos. "Nous avons décidé de l'utiliser afin de diminuer l'amplitude des mouvements verticaux."

Le travail de recherche et la simulation de projets de cette nature se rapprochent davantage des conditions réelles grâce à l'inauguration à l'USP d'un bassin d'essais digitaux (TPN) (voir Pesquisa FAPESP n° 73). Outre les bassins physiques comme ceux de l'IPT et de la Coordination des programmes Universitaires et de Recherche en Ingénierie (Cope) à Rio de Janeiro, un en-

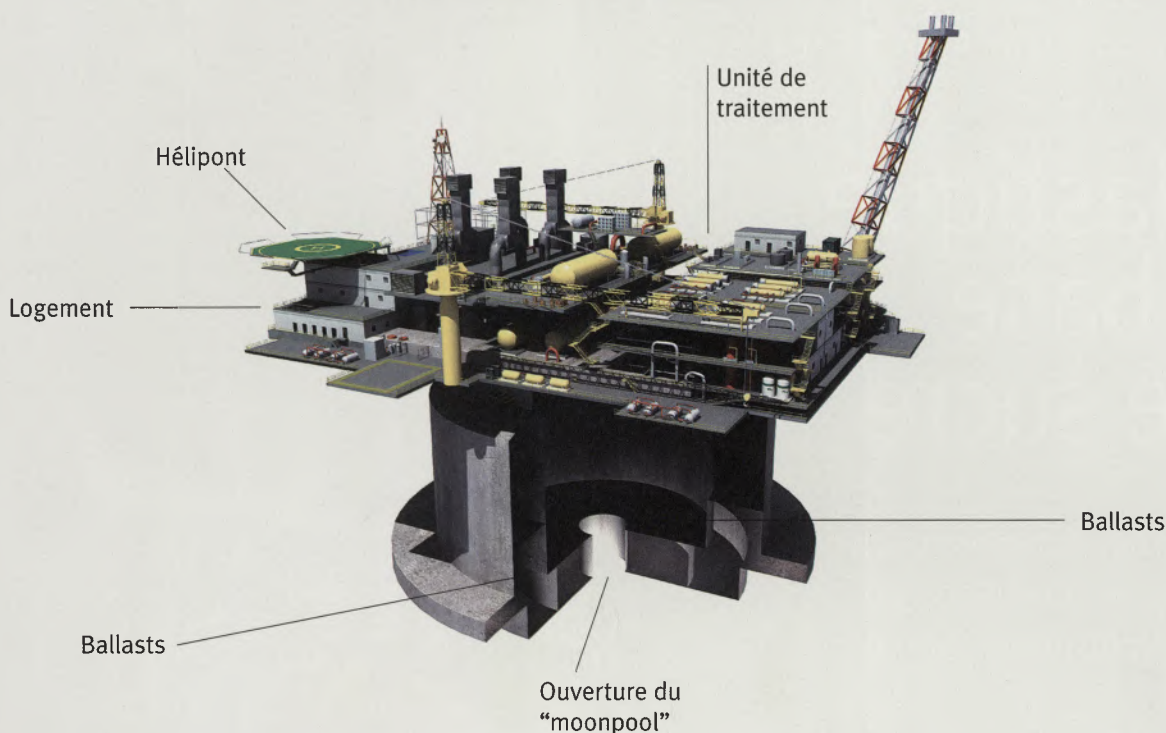
semble de 120 ordinateurs et un écran tridimensionnel travaillent en syntonie afin d'offrir aux scientifiques des conditions très proches de la réalité. Les simulations réalisées au TPN permettent aux ingénieurs d'observer tous les angles de la plateforme et de descendre à plus de 1.500 mètres de profondeur afin de savoir si les oscillations des SCR's vont au-delà du tolérable. "La fatigue de ces matériaux est toujours un souci", déclare Daniel. Grâce à cette simulation et aux autres

outils informatiques exclusivement développés pour les besoins du projet, les scientifiques affirment d'ores et déjà que le MonoBR possède un niveau de sécurité élevé. "Dans certains tests, un quart du volume de l'unité a été inondé et la plateforme n'a pas coulé", déclare Marcos.

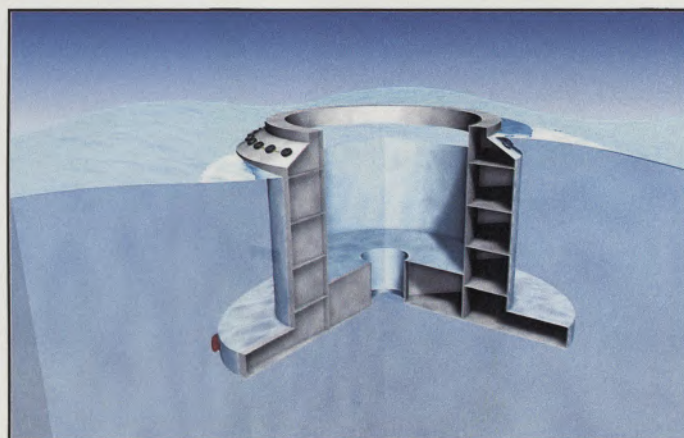
Le MonoBR n'a pas été uniquement créé à partir de tests virtuels. Le prototype a déjà été testé dans un bassin de l'IPT à São Paulo et sera également testé durant quatre semaines à Rio de Janeiro dans le bassin de la Cope, un des plus grands du monde et idéal pour l'étude des plateformes. Ce bassin mesure 40 mètres de long sur 30 mètres de large et 15 mètres de profondeur. "Si nous utilisons un prototype à l'échelle 1/100ème, par exemple, nous allons pouvoir l'examiner dans les mêmes conditions qu'une profondeur de 1 500 mètres", déclare Daniel.

Selon les chercheurs, ce processus de mise au point revêt une grande importance académique par la manière dont il a évolué au sein de l'université et en fonction de la collaboration des constructeurs de plateformes. "Nous avons réalisé une chose que l'on pourrait baptiser de projet conceptuel avancé, déclare Daniel. Normalement les projets académiques de cette nature ne dépassent pas la phase conceptuelle. "Ils n'entrent pas dans la phase du projet de base et encore moins dans l'examen détaillé qui se déroule à l'approche du processus d'appel d'offre."

## Plateforme innovatrice



L'ouverture sur la plateforme, appelée "moonpool" (*puits central*), a été utilisée pour atténuer les mouvements provoqués par les vagues



Dans le cas de la plateforme projetée pour Petrobras, les chiffres qui se dégagent des études réalisées à l'USP indiquent la dimension exacte des enjeux de l'extraction pétrolière en eau profonde. "Notre projet prévoit l'exploitation de pétrole à 1,8 mille mètres de profondeur. Le poids prévu du MonoBR est de 135 mille tonnes pour 95 mètres de largeur", déclare Daniel. Le prix estimé de cette plateforme varie entre 500 et 700 millions de dollars US, bien en deçà du prix des plateformes commerciales.

Des innovations technologiques sont également prévues dans le dessin final. "À titre d'exemple, cette plateforme possède une symétrie géométrique. Cela facilite la construction et les inspections des points critiques de la structure", déclare Marcos. Les chercheurs expliquent que la grande taille de cette plateforme n'est pas uniquement dictée par les grandes profondeurs. En effet, en fonction des caractéristiques du pétrole brésilien qui est d'une grande viscosité, l'unité de production doit être plus grande pour offrir davantage de place aux équipe-

ments lourds de forage et de production. La coursière doit donc toujours supporter des charges élevées.

D'un point de vue conceptuel, ce sont les conditions hydrodynamiques (mouvement des vagues et des courants marins) de l'océan qui ont orienté le développement de cette plateforme à colonne unique capable de supporter de telles conditions avec davantage de flexibilité.

Les chercheurs brésiliens ont choisi une même voie, dictée par les différences environnementales rencontrées dans chaque région du globe. À titre d'exemple, dans la mer du Nord les vagues, les courants, les vents et les profondeurs sont différents. Selon Daniel, les discussions menées autour d'une colonne unique sont récentes. "Tout a commencé au début des années 90. Des japonais, des norvégiens et des nord-américains examinent également cette perspective, mais notre projet est le seul qui soit réellement adapté au Brésil." •