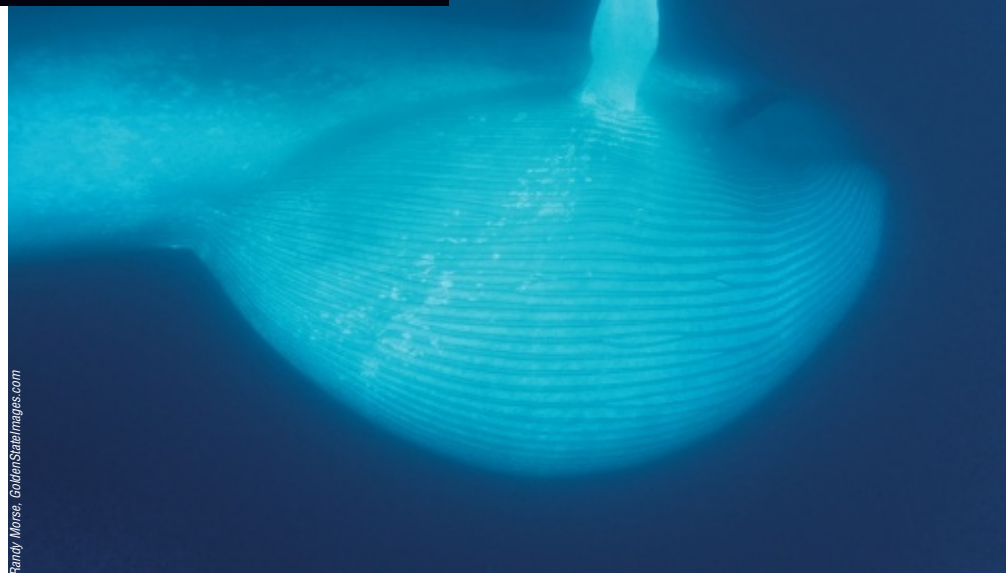


Randy Morse. GoldenStateImages.com



cle sous-jacent se relâche. La formidable capacité d'engouffrement de ces baleines dépend ainsi de la morphologie exceptionnelle et du comportement mécanique de la graisse ventrale à sillons.

La première percée majeure concernant la biomécanique de l'engouffrement a été réalisée à la fin des années 1980 par Lisa Orton, de l'Université Duke, à Durham, et P. Brodie.

Ces chercheurs ont récupéré des échantillons frais de graisse ventrale à sillons d'une station de chasse à la baleine de Hvalfjörður, en Islande. À l'aide de tests mécaniques, ils ont découvert que la graisse ventrale à sillons et les couches musculaires associées peuvent s'étendre de manière réversible jusqu'à plusieurs fois leur longueur au repos. Ils ont attribué cette extensibilité extraordinaire aux grandes quantités d'élastine, une protéine élastique spécialisée, présentes dans le tissu, et au fait que celui-ci se déplie comme un parachute lorsque le muscle sous-jacent se relâche.

Mesurer la vitesse de nage

Quand la baleine accélère et abaisse ses mandibules, une pression hydrodynamique est créée dans la cavité buccale et sur son plancher. En théorie, cette pression peut à elle seule engendrer une force suffisante pour distendre la graisse ventrale à sillons et gonfler la cavité buccale, à condition que la vitesse de nage soit suffisamment élevée. L'engouffrement serait alors purement passif.

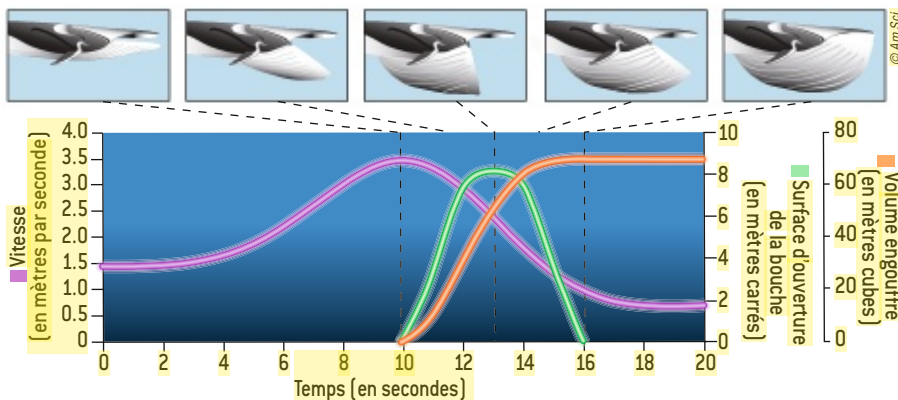
La force nécessaire pour étirer la graisse ventrale à sillons constitue donc un indice de la vitesse à laquelle une baleine doit nager pour que l'entrée d'eau soit massive et qu'un maximum de proies soient capturées. En assimilant la cavité buccale à un cylindre à parois minces, L. Orton et P. Brodie ont calculé qu'une vitesse de trois mètres par seconde suffirait pour remplir

complètement la cavité buccale d'un rorqual commun. Cette prévision concorde avec les observations de surface. Mais jusque récemment, il n'existait aucun moyen de mesurer avec précision la vitesse de nage d'un rorqual en chasse.

Tout a changé lorsque Bill Burgess, de la Société Greeneridge Sciences, à Santa Barbara, a mis au point une balise numérique à haute résolution que l'on peut fixer temporairement sur le dos de baleines lorsqu'elles font surface pour respirer (voir la figure 5). Ces balises, équipées de ventouses de fixation et d'un dispositif de flottaison permettant de les retirer, contiennent divers capteurs, dont un hydrophone, un transducteur de pression et un accéléromètre.

Les données collectées fournissent un aperçu du comportement sous-marin des cétacés : l'orientation du corps, les moments où ils nagent et ceux où ils glissent, et la profondeur de plongée. La mise en place de ces balises, à l'aide d'une longue perche en fibre de verre, n'est cependant pas aisée ; elle nécessite des années d'expérience en mer et un travail coordonné entre un navire de base et un bateau plus petit chargé de la fixation.

3. UNE JEUNE BALEINE BLEUE vient d'engouffrer une masse d'eau riche en krill. Sa cavité buccale est alors gonflée (ci-dessus). Au repos, sa langue (en haut à gauche, a, en rouge) est enroulée le long du plancher buccal (a, en bleu) et le cavum ventrale, un espace intramusculaire, (pointillés jaunes) est « comprimé ». Quand la baleine engloutit de l'eau, sa langue déformable s'invagine à travers le cavum ventrale, et le sac buccal ainsi formé commence à s'étendre et à se remplir d'eau de mer (b, en bleu). À l'ouverture maximale de la bouche, la langue est retournée et s'aplatit pour former une grande partie de la paroi du sac buccal ; le plancher buccal se distend également (c et d). Le volume de la cavité buccale devient alors maximal (e). La baleine chasse ensuite l'eau à travers ses fanons en la pressant de sa langue et de ses mâchoires.



4. LES DONNÉES FOURNIES par des balises électroniques fixées sur des baleines émergeant pour respirer ont permis de détailler les étapes de l'alimentation par engouffrement. Après avoir plongé à une profondeur de plusieurs centaines de mètres, le cétacé accélère dans un banc de krill (ligne violette), ouvre sa bouche (ligne verte), provoquant une grande force de traînée et une décélération. La cavité buccale se remplit d'eau (ligne orange), puis la baleine referme sa bouche, commence à filtrer l'eau et à se préparer pour la capture suivante.

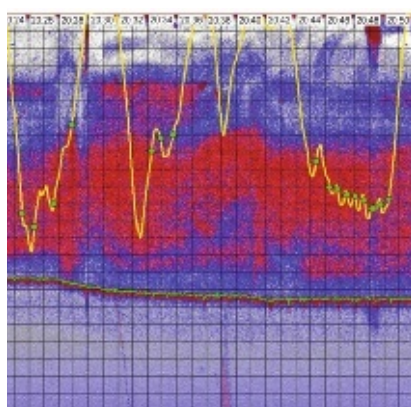
Ces opérations ont été dirigées par John Calambokidis et Greg Schorr, du *Cascadia Research Collective*, une organisation à but non lucratif d'Olympia, dans l'État de Washington, et Erin Oleson, de l'Institution d'océanographie Scripps, en Californie. Menées chaque été depuis 2002 au large des côtes californiennes et du Mexique, elles ont montré que les baleines plongent chaque jour à plusieurs reprises, dans certains cas jusqu'à 300 mètres de profondeur. Au plus profond de chaque plongée, se produit une série d'ondulations, accompagnées de mouvements de nage actifs et d'une diminution concomitante du bruit d'écoulement de l'eau, ce qui indique une réduction rapide de la vitesse.



5. FIXER UNE BALISE ÉLECTRONIQUE sur une baleine en surface n'est pas facile. Ici, une équipe de l'organisation non gouvernementale *Cascadia Research* place une balise sur un rorqual bleu grâce à une longue perche en fibre de verre. Le dispositif de flottaison rouge facilitera sa récupération quand les ventouses de la balise se détacheront du rorqual.

Une nage brusquement freinée

Ces données sont des indices d'engouffrements se produisant en profondeur. Elles ont été validées par un autre type de balise à ventouses : la *Crittercam* du *National Geographic*, conçue et développée par Greg Marshall. La caméra vidéo de cette balise est équipée d'un dispositif à infrarouge, qui filme dans l'obscurité au cours des plongées, et d'un enregistreur du temps et de la profondeur. La vidéo montre la baleine nageant en profondeur à travers des bancs denses de krill. La mandibule de la baleine s'abaisse, puis le bruit d'écoulement diminue, et la graisse ventrale à sillons s'étire. Tout cela fournit une confirmation visuelle du comportement que nous avons interprété à partir des données des balises numériques.



6. LES DONNÉES ÉLECTRONIQUES fournies par une balise fixée à une baleine à bosse montrent que celle-ci a plongé jusqu'à 140 mètres (lignes jaunes, chaque carré représentant 10 mètres) pour se nourrir de krill (en bleu : densité moyenne de proies ; en rouge : densité élevée). Cette baleine a réalisé une série d'accélération (points verts) avant de faire surface pour respirer, chaque plongée durant une dizaine de minutes.

Après des analyses plus poussées, nous avons remarqué que nous pouvions utiliser l'intensité du bruit d'écoulement enregistré par l'hydrophone pour calculer la vitesse de nage du rorqual à chaque fois qu'il se met en chasse. Ce « compteur de vitesse à bruit d'écoulement » a révélé à quel point les changements de vitesse sont rapides lorsque la baleine s'approche de ses proies. La vitesse maximale enregistrée pour les rorquals communs était de trois mètres par seconde, précisément celle qu'avaient calculée L. Orton et P. Brodie.

Les enregistrements ont également révélé qu'une décélération rapide du corps se produit, alors même que la baleine continue à nager activement ; cela indique que la baleine subit une puissante traînée lorsqu'elle ouvre largement la bouche – la traînée étant la résultante des forces s'exerçant dans la direction opposée à la progression de l'animal. De l'importance du freinage, on peut déduire non seulement la traînée subie, mais aussi la quantité d'eau engloutie par la baleine (voir la figure 4).

La taille et la forme des mandibules influent sur la taille et le gonflement de la cavité buccale, donc sur la quantité d'eau engloutie et, par conséquent, déterminent l'importance de la traînée. Afin de combiner les mesures morphologiques avec les données de mouvements obtenues grâce aux balises, Nick Pyenson, de l'Institution Smithsonian, Robert Shadwick, de l'Université de Colombie Britannique, et moi-même avons entrepris de mesurer le plus grand nombre possible de spécimens conservés dans des muséums (voir la figure 7).

Nous avons ainsi pu estimer la quantité d'eau engloutie par un rorqual commun à chaque capture de proies. Quand la gueule est ouverte au maximum, la cavité buccale se remplit à une vitesse d'environ 20 mètres cubes par seconde. À la fin d'une capture de six secondes, la masse d'eau accumulée est d'environ 60 tonnes, nouvelle confirmation de la prévision de P. Brodie. Le volume d'eau engouffrée a une masse comparable à celle d'un car scolaire, quantité colossale comparée au rorqual commun lui-même, qui pèse environ 45 tonnes.

En engloutissant un volume d'eau de masse supérieure à celle de son propre corps, la baleine subit une énorme traînée contre laquelle elle doit lutter en dépensant beaucoup d'énergie. Par rapport aux situations de nage normale, la traînée est