

écailles de la carapace des tortues – qui pendent de leur mâchoire supérieure. Les baleines à fanons consomment de grandes quantités de proies, et certaines peuvent atteindre des tailles énormes – elles sont parmi les plus grands animaux qui ont jamais vécu, pouvant atteindre 30 mètres de longueur. Le mode d'alimentation par engouffrement est particulièrement inhabituel non seulement par la masse d'eau engloutie, mais aussi en raison de la biomécanique qui le rend possible.

De la souplesse dans les mâchoires

Nos premiers aperçus sur ce mode d'alimentation particulier sont venus des travaux des cétologues nord-américains August Pivorunas, Richard Lambertsen et Paul Brodie. Leurs recherches se sont focalisées sur les structures anatomiques en action, dont une série complexe d'adaptations morphologiques de la tête, de la bouche et de la gorge.

La tête des baleines engouffreuses apparaît plus reptilienne que mammalienne; sa forme satisfait des contraintes contradictoi-

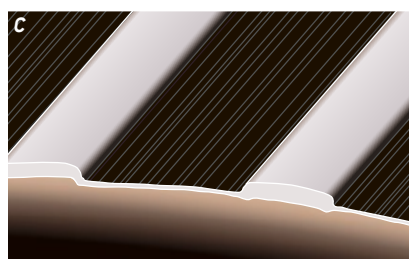
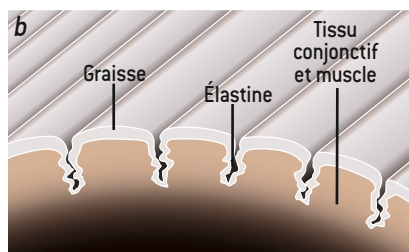
res: l'engloutissement et la locomotion. D'un côté, on a une large bouche dilatable apte à engouffrer un énorme volume d'eau, de l'autre un corps capable de conserver une forme aérodynamique et de soutenir une nage efficace, en particulier au cours de longues plongées et migrations.

Chez les baleines les plus grandes, le crâne et les deux mâchoires inférieures (ou mandibules) sont massifs: ils constituent presque 25 pour cent de la totalité du corps. Les mandibules sont reliées à la base du crâne par de très grands coussinets articulaires constitués d'une matrice dense et élastique de fibres et de cartilage imprégnés d'huile. Ce type d'articulation est propre au mégaptère et aux rorquals, et peut-être aussi à la baleine grise (*Eschrichtius robustus*), qui se nourrit de coquillages et crustacés vivant dans la vase. Ces articulations, attaches flexibles entre le crâne et les mandibules, permettent aux mâchoires de s'ouvrir presque à 90 degrés afin d'engouffrer la plus grande quantité d'eau possible.

Chez certains mammifères, le point de jonction des mandibules à l'avant, la symphyse mandibulaire, est osseux et

rigide. En revanche, celui des baleines engouffreuses a une composition fibrocartilagineuse qui le rend souple. Grâce à cette troisième articulation flexible, les deux mandibules incurvées peuvent pivoter ensemble vers l'extérieur et augmenter l'ouverture de la cavité buccale. La rotation mandibulaire est régulièrement observée chez la baleine à bosse et les rorquals lorsqu'ils s'alimentent en surface, et aussi chez des individus morts quand les muscles qui maintiennent la mandibule en place se relâchent.

Ainsi, l'articulation particulière de la mâchoire inférieure des baleines engouffreuses leur permet d'augmenter le flux d'eau entrant dans la cavité buccale. Un mécanisme des plus inhabituels facilite ce flux: la langue, flasque et déformable, car composée en grande partie de tissu graisseux élastique, peut s'invaginer dans un espace intramusculaire, le *cavum ventrale*, situé entre la face inférieure de la langue et les parois de la cavité buccale. De la sorte, elle recule vers le nombril pour former un grand sac qui se gonfle d'eau de mer engloutie (voir la figure 3).

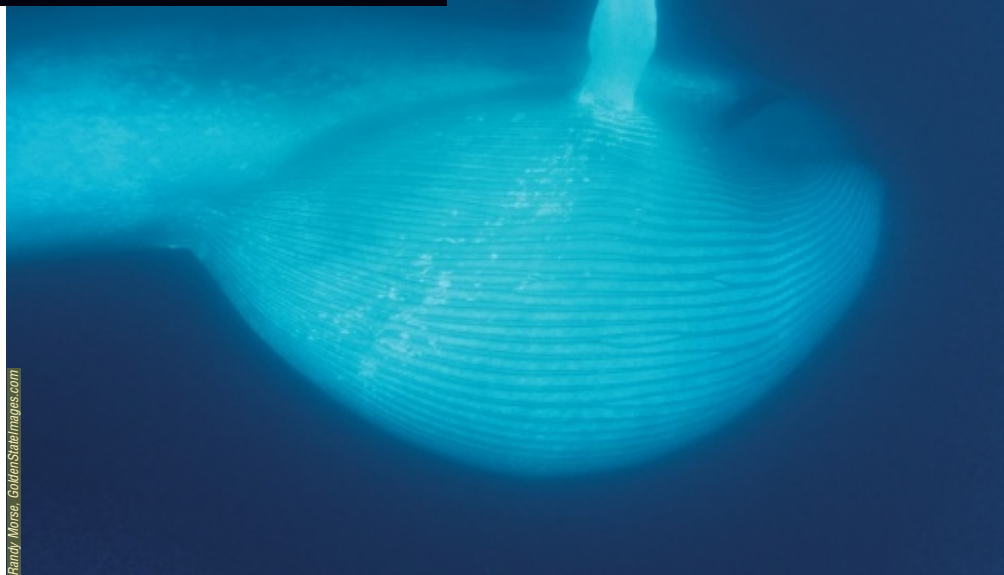
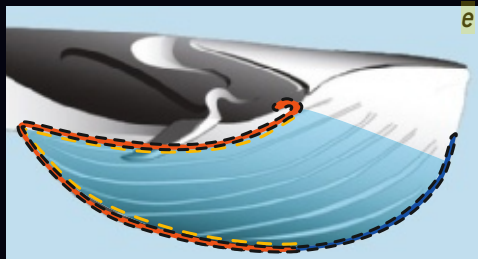
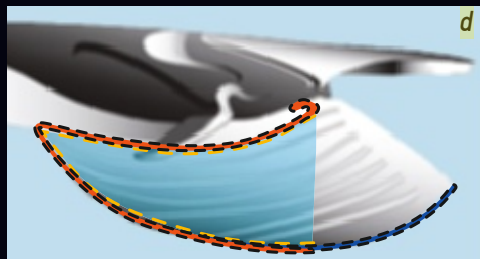


2. LA GRAISSE VENTRALE À SILLONS située sous la cavité buccale d'un rorqual rend cette dernière très extensible. Des lames fermes (a, blanches) sont reliées à de profonds sillons constitués de tissu élastique (a, noirs). La graisse à sillons est constituée de muscle, d'élastine et de graisse (b, en coupe). Des tests mécaniques ont montré qu'elle peut s'étirer de deux fois sa dimension au niveau des sillons élastiques (c).

Une graisse très extensible

Cette distension extrême de la cavité buccale exerce une pression sur les parois du corps qui, chez les cétacés, sont composées de graisse ferme et de tissu conjonctif. Le mégaptère et les rorquals ont dans leur graisse ventrale une série de sillons longitudinaux, ou sillons gulaires, qui s'étendent du museau jusqu'au nombril; le nom «rorqual» vient du terme norvégien *røykval*, qui signifie «baleine à sillons». Cette graisse ventrale à sillons est constituée de lames de texture ferme séparées par des sillons profonds de tissu élastique (voir la figure 2).

Observée en coupe, cette graisse a une architecture en accordéon qui peut facilement se déployer dès que le mus-



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.