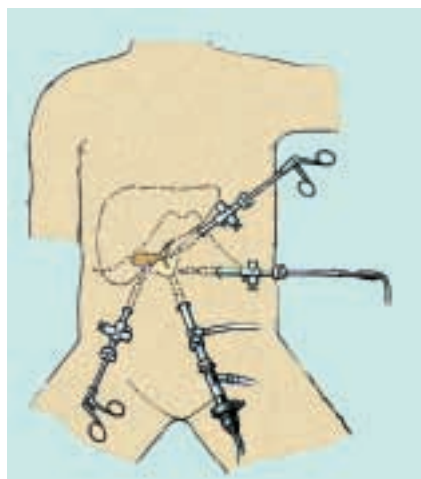


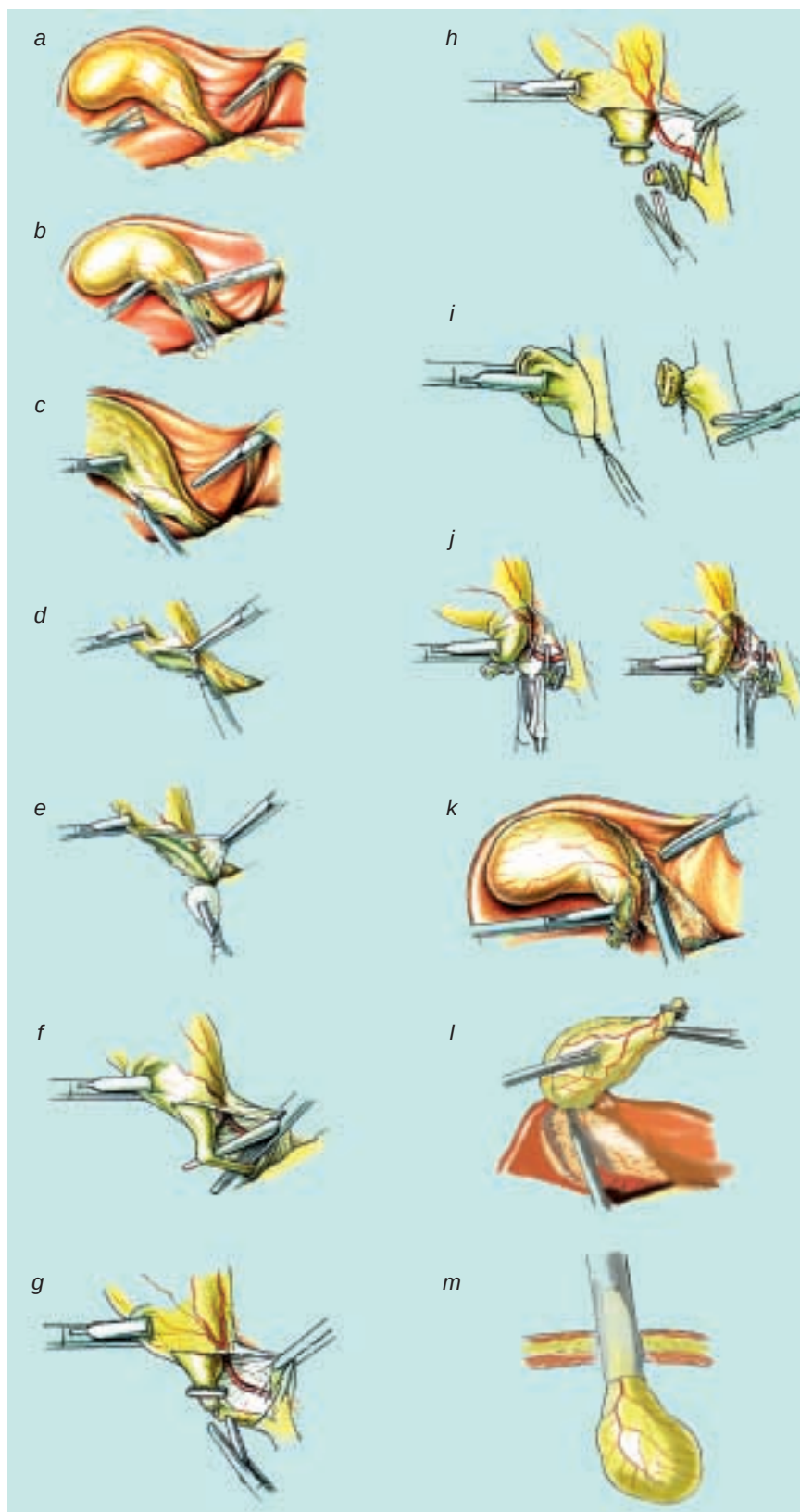


risquent d'apparaître. L'usage de la chirurgie vidéo-endoscopique est controversé dans les affections malignes, car on pense – sans en avoir la preuve – que les cellules cancéreuses risquent d'être disséminées.

Le coût de la chirurgie vidéo-endoscopique n'est pas encore estimé précisément, car de multiples facteurs, de nature opposée, interviennent. Toutefois, la réduction des durées d'hospitalisation et d'arrêt d'activité diminuent incontestablement les coûts : une intervention pratiquée par vidéo-chirurgie peut coûter jusqu'à deux fois moins cher que la même opération par chirurgie classique.

En revanche, l'installation est onéreuse : les instruments et l'installation spécifique de la vidéo-chirurgie, nommée la « colonne » (voir la figure 7) coûtent environ 250 000 francs, et il est prudent de disposer de plusieurs unités, pour pallier les pannes éventuelles. Le coût de l'entretien est élevé, et la maintenance nécessite de faire appel à des techniciens spécialisés. De plus, certaines équipes choisissent des instruments à usage unique, mais les bilans économiques des deux techniques (instruments stérilisés à usages multiples ou instruments à usage unique) ne sont pas encore bien établis.

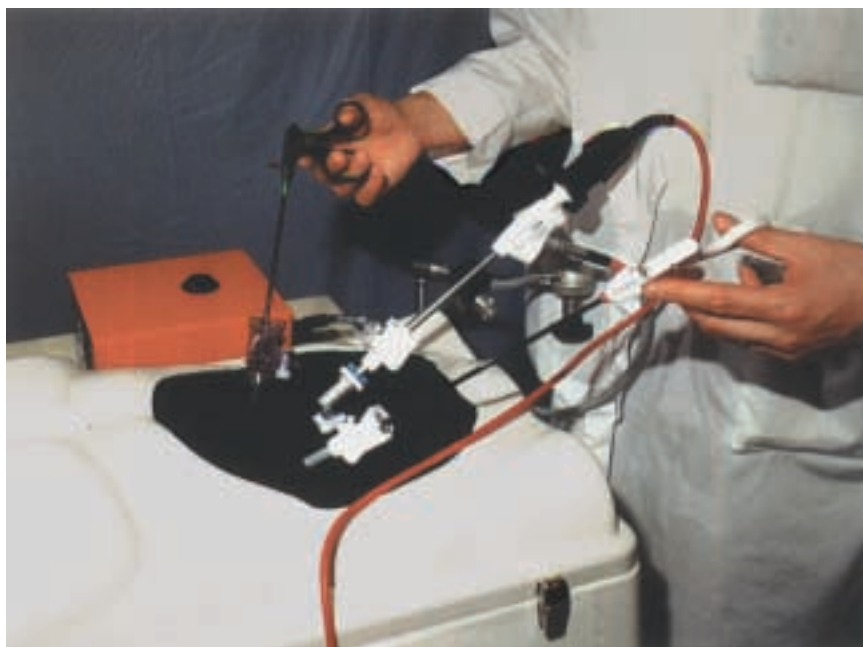
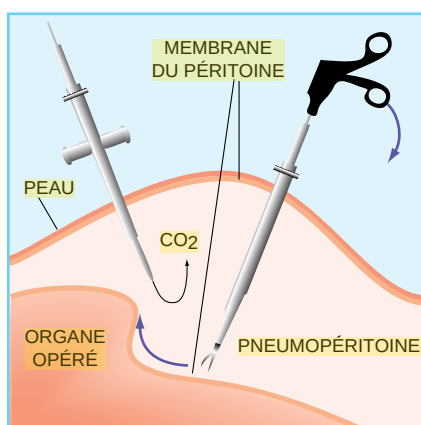
Certaines interventions durent plus longtemps, immobilisant davantage le personnel et les salles d'opération. Une heure de salle d'opération coûte 6 000 francs, soit l'équivalent de deux journées d'hospitalisation. L'évolution des techniques chirurgicales entraînera celle des centres de soins : les futurs hôpitaux offriront moins de lits d'hospitalisation, mais nécessiteront des plateaux techniques de plus en plus complexes et coûteux.



5. L'ABLATION DE LA VÉSICULE BILIAIRE, ou cholécystectomie, comprend plusieurs étapes : une fois les différents trocars introduits dans l'abdomen (en haut à gauche), la première étape consiste à dégager la vésicule au moyen de pinces (a) et à libérer l'« embouchure » (b à e). Lorsque ce canal est dégagé (f), on le ligature au moyen d'agrafes, et l'on coupe entre ces agrafes (g et h). Il faut ensuite faire un nœud autour de l'extrémité coupée qui reste en place (i). On interrompt la circulation sanguine et l'on coupe l'artère qui irrigue normalement la vésicule biliaire (j). La vésicule est désormais indépendante du reste de l'organisme, et il faut la retirer. Au moyen de pinces et de scalpels, le chirurgien dégage complètement l'organe (k et l) et l'extirpe par un des trocars (m).

La gestuelle du chirurgien

Comment devient-on vidéo-chirurgien ? L'enseignement de la chirurgie comporte un aspect théorique, assuré par les cours et par les livres, et un aspect technique artisanal, qui s'apprend par compagnonnage : le futur chirurgien commence par regarder celui qui opère, puis il l'aide, d'abord en second, puis en premier ; ensuite, il se fait assister par un chirurgien chevronné et, enfin, il opère seul, en demandant conseil en cas de difficulté. Cette période d'apprentissage dure entre quatre et cinq ans. Il en est de même pour pratiquer la chirurgie vidéo-endoscopique :



6. DES MAQUETTES servent à l'apprentissage de la vidéo-chirurgie. Un chirurgien habitué à la chirurgie classique dite ouverte, doit réapprendre tous les gestes, et s'accoutumer aux difficultés que présente la méthode : il ne voit pas directement l'organe opéré, mais une image, à deux dimensions, projetée sur un écran de télévision ; il ne peut s'aider du sens du toucher qui le renseigne en chirurgie ouverte, et il doit s'habituer à inverser ses gestes : les trocars étant mobiles autour d'un point fixe (l'endroit où ils pénètrent dans la peau), quand il veut amener l'outil vers la gauche, il doit pousser la poignée vers la droite (voir le schéma, en haut).

tout chirurgien doit désormais être capable d'opérer par les deux techniques et de passer de l'une à l'autre.

En chirurgie vidéo-endoscopique, la gestuelle n'est pas naturelle : le chirurgien ne voit directement ni les organes à traiter, ni les instruments qu'il utilise. Il suit ses gestes sur un écran sans relief, et l'axe de vision est différent de l'axe de ses mouvements. De surcroît, les gestes sont inversés : comme l'instrument pivote autour du point d'introduction du trocart dans les tissus, on doit pousser vers la gauche quand on veut que les ciseaux aillent vers la droite (voir la figure 6). Pour l'apprentissage, on utilise des « fantômes », des mannequins, et l'on s'entraîne à réaliser les gestes de la dissection, de la section, de la ligature, des sutures, des nœuds, etc. Cela est lassant, voire humiliant, pour un chirurgien habitué à faire ces gestes instinctivement et élégamment et qui redevient maladroit et pataud !

Cette formation à la chirurgie vidéo-endoscopique des chirurgiens déjà qualifiés a soulevé plusieurs difficultés. Entre 1990 et 1992, la plupart des chirurgiens ont dû se reconverter à cette discipline nouvelle, mais les équipes capables de les former étaient peu nombreuses : les délais étaient souvent

longs, et la qualité de l'enseignement parfois médiocre. Aujourd'hui, les centres de formation, tant publics que privés, sont nombreux et compétents, et la plupart des universités dispensent un enseignement à la fois théorique et pratique, sanctionné par un diplôme auquel ont accès aussi bien les internes en chirurgie que les chirurgiens déjà en activité.

Aussi bien que les pilotes de ligne s'entraînent sur des simulateurs de vol, les chirurgiens pourraient-ils s'exercer sur des simulateurs ? Non, du moins pour le moment, d'une part en raison du coût et du marché limité que représenteraient de tels simulateurs de vidéo-chirurgie et, d'autre part, en raison d'une difficulté technique difficilement surmontable : contrairement à un relief ou à une piste d'atterrissage fixes, les organes abdominaux sont mobiles et se modifient sous l'action de chaque geste chirurgical. La modélisation est difficile, car on ne peut prévoir les réactions et les mouvements des organes. Au contraire, pour les organes immobiles, tels le cerveau, l'œil, l'oreille et le système ostéo-articulaire, on peut envisager des simulateurs et une chirurgie assistée par ordinateur.

Si l'apprentissage de la gestuelle se fait sur des fantômes inertes, certains gestes, tels la création d'un pneumopéritoine ou le contrôle d'une hémorragie, doivent être réalisés sur des sujets vivants ; en dépit des questions éthiques soulevées par l'expérimentation animale, mieux vaut que le chirurgien s'entraîne sur un animal que sur l'homme !

L'expérimentation animale reste indispensable à la recherche, à la mise au point et à l'étude des conséquences de ces techniques de pointe ; les données doivent être recueillies chez un mammifère aussi proche de l'homme que possible sur le plan physiologique. L'animal le plus utilisé est le porc de 30 kilogrammes. D'ailleurs, les chirurgiens de pays tels que la Grande-Bretagne, où l'expérimentation animale est interdite, viennent apprendre les techniques de vidéo-chirurgie en France ou en Allemagne.

La vidéo-chirurgie étendra son domaine d'action à mesure que la technique progressera. Les interventions qui restent aujourd'hui du domaine de l'exploit deviendront routinières et sûres. Certains inconvénients actuels, par exemple l'utilisation de dioxyde de carbone, seront mieux maîtrisés, voire



7. LA «COLONNE» qui sert aux interventions par vidéo-chirurgie comporte une source lumineuse, un dispositif de contrôle de la pression du gaz injecté sous la paroi abdominale, un dispositif de reconstruction des images enregistrées par le télescope d'observation, un écran qui projette ces images et un magnétoscope qui les enregistre.

supprimés. Le travail du chirurgien sera facilité par l'utilisation d'instruments plus aisés à manier. Des procédés simples permettront aux chirurgiens de voir en trois dimensions : les techniques actuelles nécessitent le port de lunettes inconfortables ou un recours peu satisfaisant à l'holographie.

Chirurgie sans chirurgien ?

Les futurs dispositifs optiques amélioreront la résolution et élargiront le champ d'observation pour les trocars de faible diamètre. Des porte-caméra télécommandés réagiront à des capteurs fixés sur la tête de l'opérateur ou seront commandés par la voix : il suffira au chirurgien de tourner la tête vers la droite ou d'ordonner «droite» pour que l'instrument ainsi commandé «obéisse». La télémanipulation fait également l'objet d'un programme de recherche européen dans le cadre du projet *Eurêka* ; des micromoteurs et des microcapteurs devraient permettre d'automatiser certaines interventions.

Ainsi quelques prothèses de hanche ont déjà été posées avec davantage de

précision grâce à des ordinateurs : l'image tridimensionnelle de l'os sur lequel l'intervention doit avoir lieu est numérisée grâce à des radiographies et à des images obtenues par scanner ; l'ordinateur définit le canal à percer pour que la prothèse s'ajuste parfaitement ; grâce à des micromoteurs commandés par l'ordinateur, l'os est percé, et la prothèse est mise en place.

Reste un pas à franchir : si l'homme est assisté de machines suffisamment performantes pour le remplacer, si le chirurgien n'observe plus l'organe qu'il opère, mais une image de cet organe sur un écran de télévision, il n'est plus nécessaire qu'il soit dans la salle d'opération, ni même à proximité : il pourrait être à des milliers de kilomètres. Les systèmes de transmission des images par satellite pourraient permettre de s'affranchir de la présence directe de l'opérateur, qui officierait à distance. Toutefois, le temps de transmission de l'information (un dixième de seconde pour que l'image parvienne au chirurgien et un dixième de seconde pour que l'ordre soit transmis) risque d'être supérieur à ce que l'on tolère si, par exemple, une hémorragie se déclenche.

Enfin, le chirurgien peut décider à tout moment de recourir à la chirurgie ouverte, si bien que la vidéo-chirurgie à distance, réalisable en théorie, ne sera peut-être jamais pratiquée couramment. Les progrès de la robotique, de l'intelligence artificielle et de la télématique aideront sans doute les chirurgiens à réaliser avec sécurité des actes dont la simple évocation paraît aujourd'hui osée, mais la chirurgie sera encore longtemps pratiquée par des chirurgiens.

François DUBOIS, membre de l'Académie de chirurgie, est professeur à la Faculté et chirurgien des Hôpitaux de Paris.

F. DUBOIS, *Cholécystectomie sous cœlioscopie*, in *Nouvelle Presse Médicale*, n° 18, p. 980, 1989.

J. TESTAS et B. DELAITRE, *Chirurgie digestive par voie cœlioscopique*, éditions Maloine, 1991.

Ph. MOURET, *La cholécystectomie endoscopique à 4 ans*, Lyon Chirurgical, 87, 179, 1991.

M.A. BRUHAT et F. DUBOIS, *Cœlio-chirurgie abdomino-pelvienne*, Springer, 1992.

A. CUSHIERI, G. BUSS et J. PERISSAT, *Operative Manual of Endoscopic Surgery*, Springer-Verlag, 1992.