

INSTANTANÉS MÉDICAUX
ENCYCLOPÉDIE
MÉDICO-CHIRURGICALE

**Techniques chirurgicales
Appareil digestif**



ENCYCLOPÉDIE
MÉDICO
CHIRURGICALE

Principes généraux de la chirurgie laparoscopique

GB Cadière
J Leroy

Résumé. – Depuis quelques années, la chirurgie laparoscopique, par ses résultats, a confirmé sa place dans le traitement chirurgical de diverses pathologies abdominales.

La stratégie et les techniques de dissection laparoscopique ne peuvent être comparées avec la laparotomie. La perception visuelle et la perception tactile sont tout à fait différentes et la dissection ainsi que les sutures sont réalisées avec de longs instruments effilés au travers d'orifices de trocars fixes.

Malgré l'évolution rapide de la chirurgie laparoscopique, cette technique repose sur des gestes et des principes opératoires simples mais élémentaires (position du patient et des opérateurs, disposition des trocars et de l'instrumentation, connaissance anatomique laparoscopique, réalisation de sutures intracorporelles et extracorporelles).

La réflexion sur la limitation des degrés de liberté pour certains gestes opératoires et les progrès technologiques ont abouti à la naissance de la chirurgie laparoscopique assistée par robotique.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

La laparoscopie modifie la vision et la manipulation des instruments, ce qui entraîne un changement de la stratégie et de la technique de dissection par rapport à la laparotomie.

Modification de la vision

Par laparotomie

Elle est directe, limitée par la longueur de l'incision et dépend du degré d'écartement des berges.

La localisation et la largeur de l'incision doivent permettre l'abord du viscère intéressé, le plus directement et avec le moins de délabrement en tenant compte des nerfs, des muscles (risques d'éventration) et des vaisseaux. Si le diagnostic n'est pas certain, l'incision doit être orientée pour pouvoir l'élargir en fonction de l'exploration diagnostique.

Guy-Bernard Cadière : Responsable de la clinique de chirurgie digestive, département de chirurgie digestive, centre hospitalier universitaire Saint-Pierre (université libre de Bruxelles), rue Haute, 322, 1000 Bruxelles, Belgique, Professeur associé des universités françaises, centre hospitalier universitaire, 31054 Toulouse cedex, France. Joël Leroy : Professeur, Co-Directeur de l'IRCAD et de l'EITS, Hôpital Civil-Hôpitaux Universitaires 67091 Strasbourg cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Cadière GB et Leroy J. Principes généraux de la chirurgie laparoscopique. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Appareil digestif, 40-050, 1999, 9 p.

L'espace de vision augmente si les écarteurs exercent une traction plus importante, mais cela implique une contrainte continue sur les parois, entraînant des souffrances pariétales (susceptibles de provoquer nécroses ou douleurs résiduelles) et des répercussions cardiopulmonaires.

La perception du site est tridimensionnelle et l'orientation du Scialytique® crée une ombre qui accentue cet effet.

Par laparoscopie

Elle est indirecte et matérialisée par un écran de télévision.

Elle dépend de l'emplacement du trocar permettant l'introduction du système optique, de l'angle d'inclinaison de l'extrémité du laparoscope (0°/30°/45°), de la largeur du champ de vision du système optique (90 à 100°) et de la qualité du système optique, de la caméra, du processeur et de l'écran. Le champ opératoire est visualisé sous l'axe choisi, de près ou de loin, selon le déplacement de l'extrémité de l'optique. Approcher le système optique permet d'agrandir l'image matérialisée par un écran de télévision.

L'espace de vision est créé par le pneumopéritoine.

La perception est bidimensionnelle, effet renforcé par un éclairage dans l'axe de la vision.

Manipulations des instruments

Par laparotomie

La main opposée à la main dominante (main gauche pour les droitiers) exerce des tractions sur les organes à disséquer de manière à présenter de façon appropriée un organe ou un plan de clivage à la main dominante

(main droite des droitiers) ; cette main dominante manipule les ciseaux permettant la dissection. Il est essentiel de différencier la main qui expose, de celle qui ne fait qu'actionner des instruments.

La main gauche des droitiers exerce une palpation atraumatique que permet la sensation tactile, elle est susceptible de présenter un plan de clivage lorsqu'une moindre résistance est ressentie. Elle peut à l'occasion se glisser dans un espace sans traumatiser les organes avoisinants.

Les degrés de liberté des mouvements sont limités par la mobilité des doigts, des poignets, du coude et des épaules.

Ces mouvements ne sont limités que par l'endroit de l'incision, la taille de l'ouverture et l'espace laissé par le refoulement des organes voisins.

Par laparoscopie

La main gauche comme la main droite est armée d'un instrument, elle perd l'essentiel de ses fonctions d'exposition.

On perd la sensation tactile, même s'il peut exister une perception des résistances transmises par le manche de l'instrument.

On manipule les organes avec des instruments rigides et effilés sous contrôle d'une vision bidimensionnelle.

Il est risqué d'exercer une traction appuyée sur les organes sans les blesser.

Il est beaucoup plus difficile de « créer » un plan de clivage qui ne corresponde pas à un plan anatomique préexistant de moindre résistance.

En revanche, le pneumopéritoine peut révéler un plan de clivage anatomique en s'y insinuant.

Les degrés de liberté des instruments sont déterminés par la fixité des points de pénétration des trocarts, sommets d'un cône dans lequel des mouvements d'entrée/sortie et de rotation restent possibles. La disposition des trocarts par rapport à l'organe ciblé est donc déterminante.

Implications pour la laparoscopie

Comme on ne peut chercher « à l'aveugle » un plan de clivage, avec un doigt atraumatique, une sensation tactile et en s'aidant d'une traction, la dissection doit partir d'un point visible par le laparoscope jusqu'à un autre point visible. Il faut parfaitement connaître et suivre les plans de clivage préexistants.

Les feuillets péritonéaux qui attachent les organes doivent souvent être sectionnés avant de mobiliser ceux-ci, puisqu'on ne peut exercer sans risques une traction appuyée avec des instruments rigides, effilés et transmettant mal les sensations tactiles.

Une connaissance approfondie de l'anatomie appliquée à la laparoscopie est donc indispensable. Cette anatomie insiste particulièrement sur les différents feuillets péritonéaux, les plans de clivage et les espaces limités par les fascias. Elle est vue sous un angle différent selon la position du système optique et la largeur et l'inclinaison de son champ.

Les contraintes de manipulation des instruments impliquent un choix judicieux des points de pénétration, une modification de la gestuelle et parfois des stratégies de dissection.

Conclusion

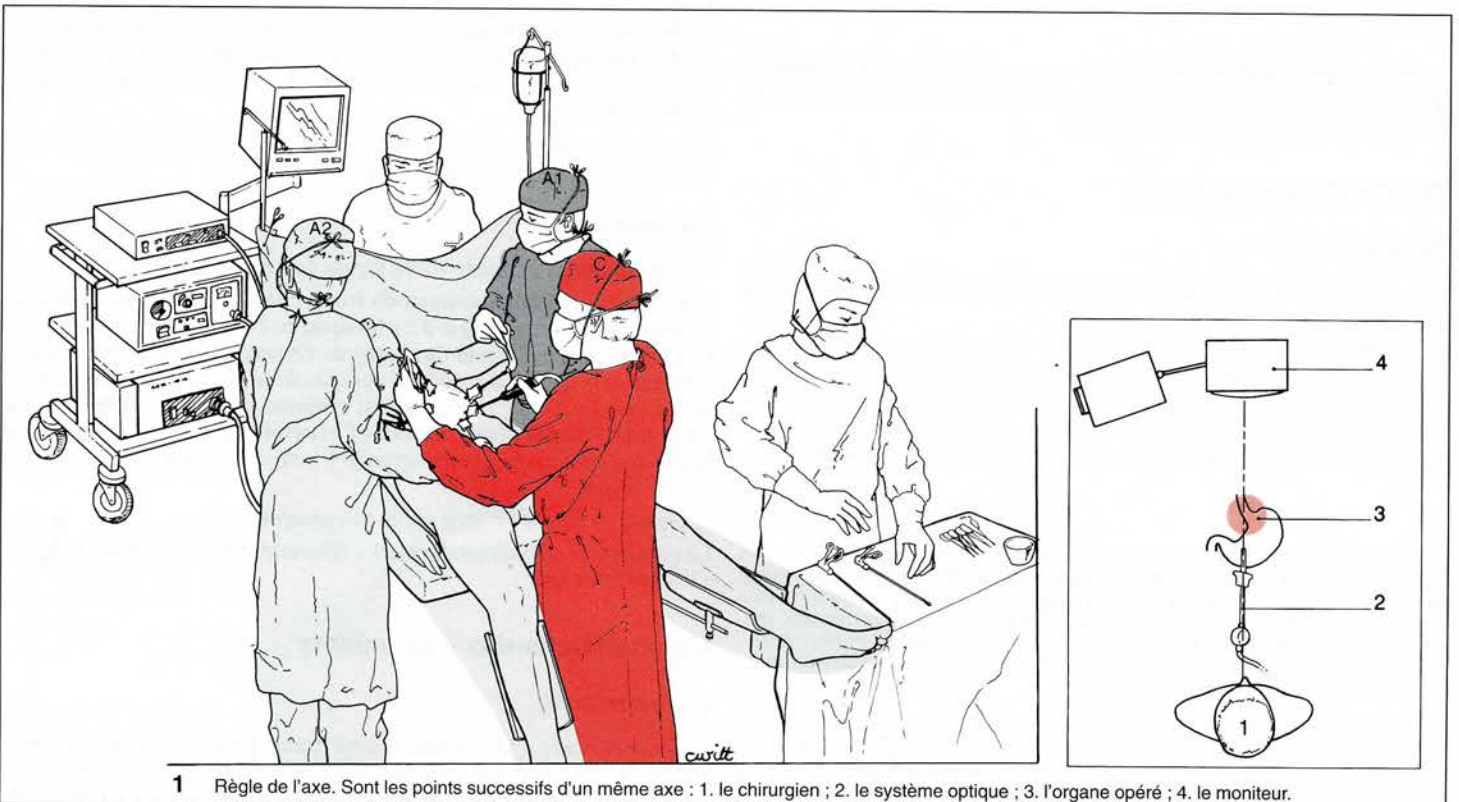
La laparoscopie impose la connaissance d'une « anatomie laparoscopique », et l'apprentissage de nouvelles stratégies et techniques de dissection qui tiennent compte de la manipulation d'instruments traumatiques sans sensation tactile avec moins de degrés de liberté, et sous un angle de vision différent. Seul le principe de l'intervention reste le même.

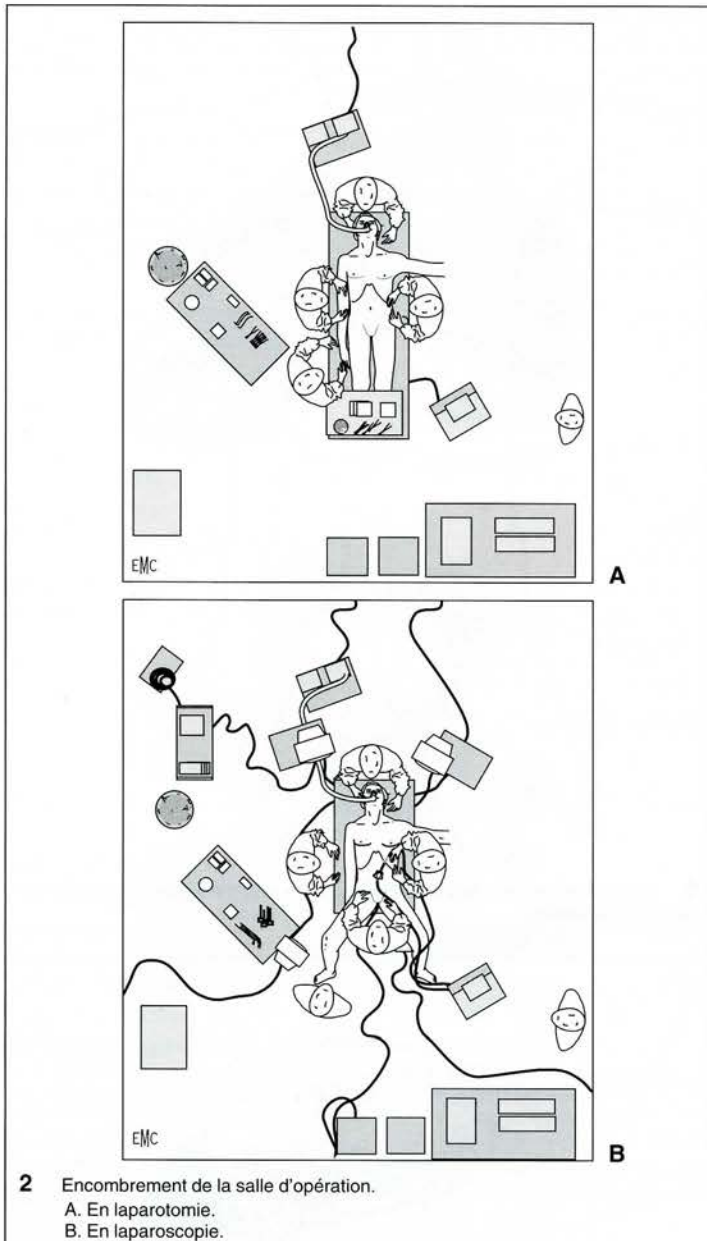
Techniques

Installation de l'opéré

La place de l'écran de télévision dépend de la position du chirurgien et de l'organe opéré. C'est la règle de l'axe (fig 1).

L'installation tient compte de l'encombrement du matériel laparoscopique : colonne d'imagerie, écran, insufflateur... Si l'intervention nécessite une dissection sur deux sites distants, il faut éviter tout encombrement empêchant la mobilité de la colonne pour satisfaire la règle de l'axe (ainsi, dans la colectomie, il y a parfois deux sites : le pelvis et l'angle splénique ; tout le côté gauche du patient doit être libre de tout tuyau ou fil pour permettre le déplacement du moniteur de la jambe gauche vers l'épaule gauche du patient) (fig 2).





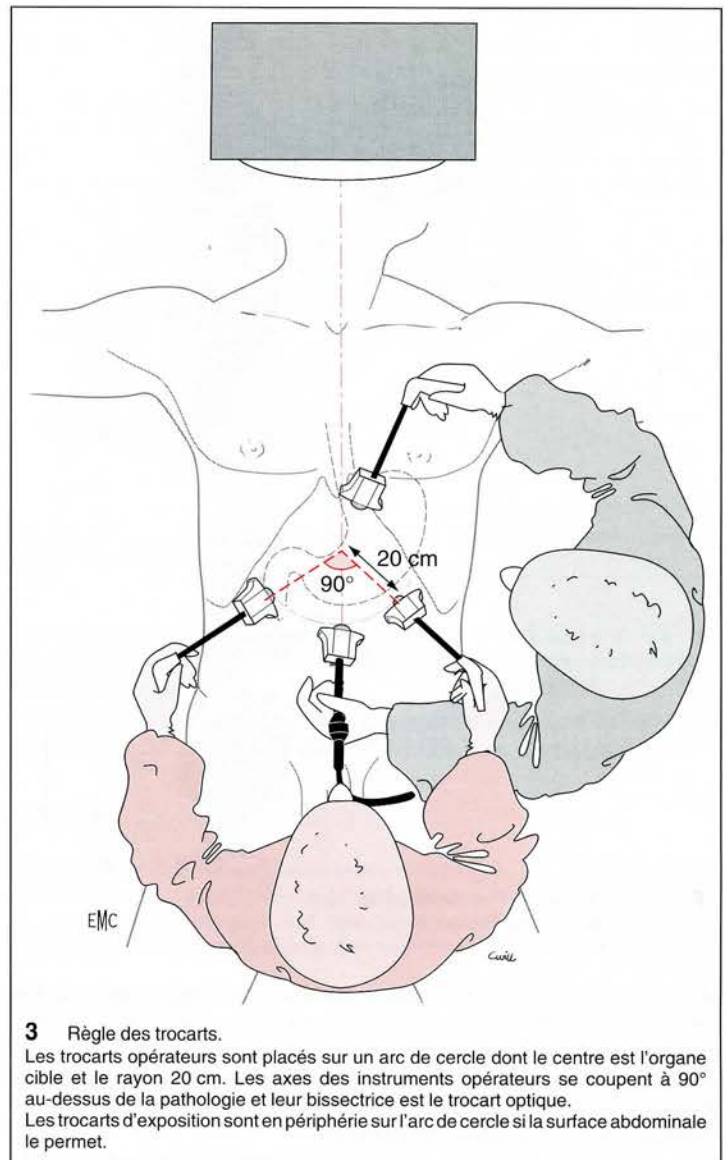
2 Encombrement de la salle d'opération.
A. En laparotomie.
B. En laparoscopie.

Disposition des trocarts et de l'instrumentation

La largeur de l'accès à la zone cible est plus liée à la disposition qu'à la taille des trocarts. Les trocarts doivent avoir le diamètre le plus petit possible. Le traumatisme, source de douleurs ou d'éventration, et les risques de blesser des vaisseaux pariétaux sont beaucoup moins importants si on utilise des trocarts de 5 mm au lieu de 10 mm. De plus, la mobilité des instruments est accrue au travers de petits trocarts (car on exerce moins de pression sur l'orifice de trocart), particulièrement chez le patient obèse. La miniaturisation continue des instruments (clips hémostatiques de 5 mm, pinces de 2,8 mm) va permettre l'emploi de trocarts de plus en plus fins.

La longueur des trocarts peut être importante. Plutôt courte s'il permet l'introduction d'un instrument articulé, plutôt longue si l'on désire protéger une structure anatomique qui se trouve en dehors du champ de vision (protection du ligament suspenseur du foie par le trocart sous-costal droit lors d'une chirurgie antireflux) ou lorsque le patient est obèse (trocart optique dans la chirurgie de l'obésité). Le trocart est transparent ou sombre pour éviter d'absorber ou de réfléchir la lumière du système optique. L'encombrement extérieur doit être minimal (éviter les trocarts à piston).

Les trocarts sont disposés en arc de cercle dont le centre est l'organe cible et le rayon de 20 à 25 cm. Sur cet arc de cercle les trocarts doivent avoir une distance d'au moins 8 cm entre eux, pour permettre une gestuelle externe facile. On distingue le trocart optique, les trocarts d'exposition et les trocarts opérateurs.



3 Règle des trocarts.

Les trocarts opérateurs sont placés sur un arc de cercle dont le centre est l'organe cible et le rayon 20 cm. Les axes des instruments opérateurs se coupent à 90° au-dessus de la pathologie et leur bissectrice est le trocart optique. Les trocarts d'exposition sont en périphérie sur l'arc de cercle si la surface abdominale le permet.

Le trocart optique est situé sur la bissectrice de l'angle formé par les deux trocarts opérateurs et l'organe cible.

Les deux trocarts opérateurs sont placés de telle manière que leur angle d'intersection au niveau de la pathologie est proche de 90°. Donc plus la cible est profonde, plus l'écartement des trocarts devra être important.

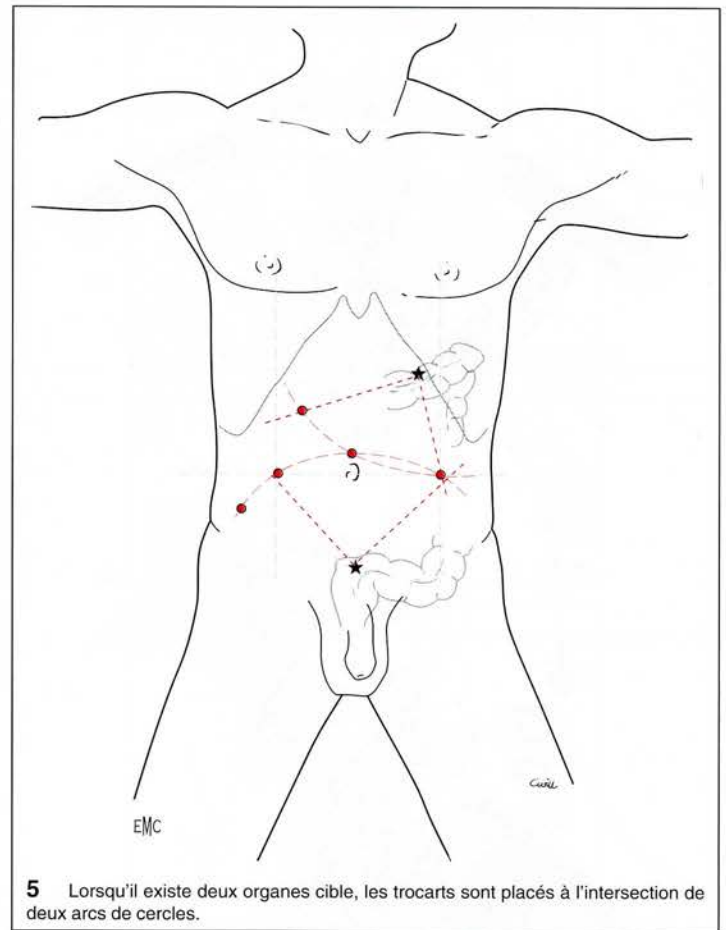
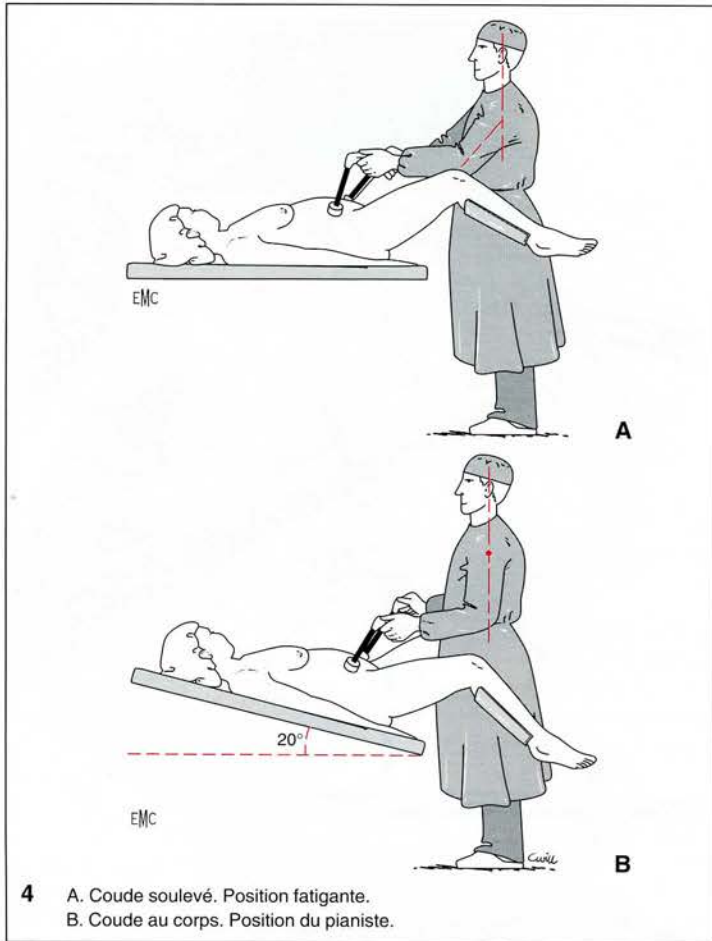
Les trocarts d'exposition sont en périphérie. C'est la règle des trocarts (fig 3).

Cette disposition tient compte des conditions ergonomiques du chirurgien et des assistants. Les assistants tiennent le système optique et écartent les organes voisins, tandis que le chirurgien opère à deux mains sur un site opératoire entièrement exposé. Le chirurgien doit avoir les coudes disposés comme s'il jouait du piano. Un coude trop relevé expose à des fatigues supplémentaires. Cette position dépend de la disposition des trocarts opérateurs et de l'inclinaison de la table (fig 4).

Ces règles de disposition sont en général faciles à respecter ; cependant certaines contraintes supplémentaires peuvent survenir.

– Lorsque le patient a des antécédents de chirurgie abdominale : le trocart optique doit être placé à distance des cicatrices, soit par l'introduction à ciel ouvert, soit par un mécanisme coupant permettant l'introduction sous contrôle du Visiport® d'un système optique. Les autres trocarts sont placés sous le contrôle de la vision après exploration laparoscopique. Leurs dispositions dépendent des adhérences et de la localisation du trocart optique.

– Lorsque le champ opératoire est large, comme dans la chirurgie colique où les zones cibles sont multipliées, on doit disposer les trocarts sur différents arcs de cercle. Il faut alors choisir des positions de trocart qui satisferont les deux zones opératoires à l'intersection de ces arcs de



cercle, pour éviter la multiplication des trocars et tenir compte du fait que ces trocars peuvent être, selon les zones cibles, tour à tour opérateur, optique ou écarteur (fig 5).

– Lorsque la surface abdominale de positionnement est limitée : le V thoracique peut être très fermé et imposer de déplacer les trocars pour éviter des difficultés gestuelles externes.

Le choix des trocars et leur parfaite disposition est atteint lorsque le chirurgien a l'impression, au cours de son geste chirurgical, de pénétrer dans la cavité abdominale à travers une paroi devenue virtuelle, sans contrainte.

Exposition

L'espace de vision est créé par le pneumopéritoine qui exerce une pression sur la paroi et les viscères.

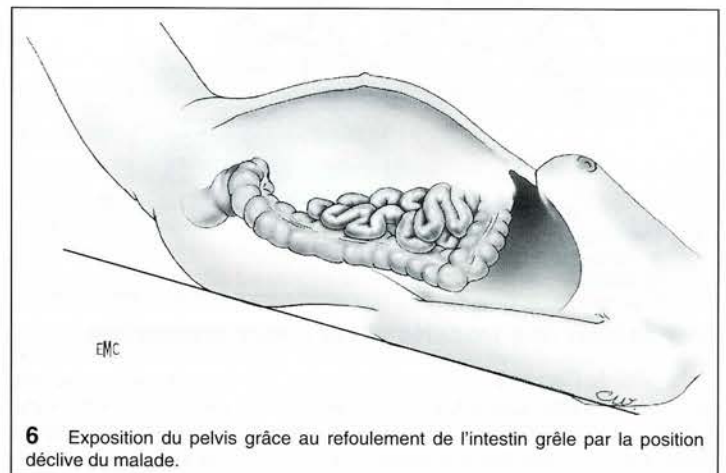
Le refoulement du côlon transverse, de l'intestin grêle et de l'épiploon qui les recouvre est assuré par la position du malade (déclive, proclive, décubitus latéral) et la pression exercée par le pneumopéritoine (fig 6).

Pour optimiser le volume de cette cavité, la flexion trop importante des jambes doit être évitée ainsi que le billot.

L'écartement des organes voisins est réalisé par des instruments qui offrent une surface maximale. Ce sont les assistants qui écartent, grâce au trocart écarteur en périphérie qui ne gêne ni la vision ni le geste opératoire, sous contrôle de la vision. Une fois positionnés, ces instruments ne bougent plus. Le chirurgien opère des deux mains sans participer à l'exposition.

L'exposition peut se faire par suspension à la paroi abdominale de certains organes à l'aide de fils transpariétaux. L'exposition de la vésicule et de la voie biliaire principale est améliorée par la fixation du ligament suspenseur du foie à la paroi par un fil transfixiant. L'exposition du petit bassin chez la jeune femme peut être réalisée par la suspension de l'utérus à la paroi par un fil amené à mi-distance de l'ombilic et du pelvis afin d'ouvrir le cul-de-sac de Douglas (fig 7).

L'exposition d'un site nécessite parfois la section de fascias d'attache de certains organes, préalablement à toute mobilisation, parce qu'il est



difficile d'exercer une traction avec des instruments rigides et effilés (par exemple, exposition de l'œsophage abdominal ou exposition du hile splénique) (fig 8A, B).

La vue dépend du positionnement du laparoscope et de ses caractéristiques (inclinaison et champ) (exemple : exposition du plan de clivage du fascia de Toldt gauche) (fig 9).

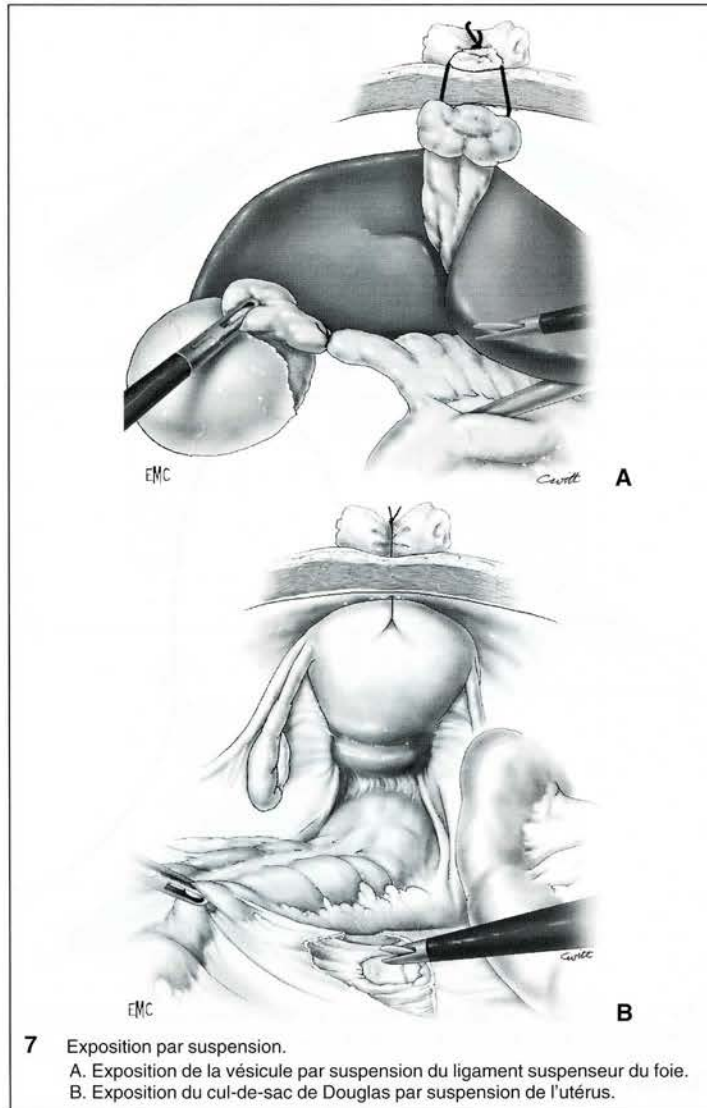
Les pinces utilisées pour améliorer l'exposition sont potentiellement traumatiques et sortent souvent du champ de vision. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser une optique à champ large et d'imposer, une fois le site exposé, de ne plus bouger que les deux trocars opérateurs (mains droite et gauche du chirurgien).

Dissection

Elle est réalisée par le chirurgien par une gestuelle à deux mains.

La main gauche met sous tension la structure qui est sectionnée par la main droite.

La section est réalisée aux ciseaux, au crochet coagulateur ou au dissecteur à ultrasons.

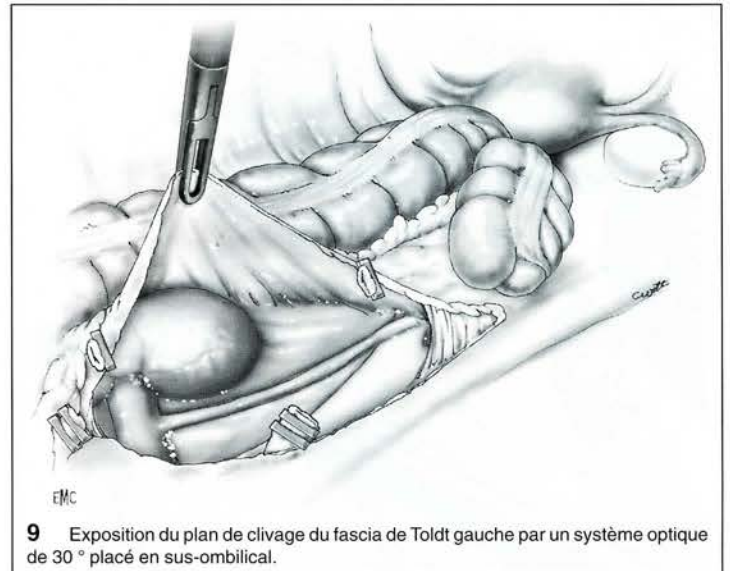


La section va d'un point anatomique visible à un autre point visible et nécessite une parfaite connaissance de l'anatomie laparoscopique qui insiste surtout sur le plan de clivage, les fascias, les attaches péritonéales vues sous l'angle de vision du système optique.

Le pneumopéritoine favorise parfois la découverte d'un plan de clivage.

Hémostases

Lorsqu'un vaisseau saigne, il faut en un premier temps le clamper dans une pince et éviter l'utilisation immédiate de l'aspiration qui réduit le pneumopéritoine et donc l'espace de vision et l'exposition. Il faut



ensuite squelettiser le vaisseau avant de placer le moindre clip. Un clip placé à l'aveugle est souvent inefficace et gêne la mise en place correcte d'un clip ultérieur.

Les hémostases sont réalisées par coagulation monopolaire ou bipolaire, ultracision, mise en place de clips, de ligatures, ou d'agrafage.

Sutures

Elles peuvent être réalisées à la pince mécanique, à l'aide d'un porte-aiguille ou avec un appareillage spécifique, en surjet ou en points séparés. Les nœuds peuvent être réalisés en intracorporel ou en extracorporel avec un pousse-nœud.

Suture mécanique

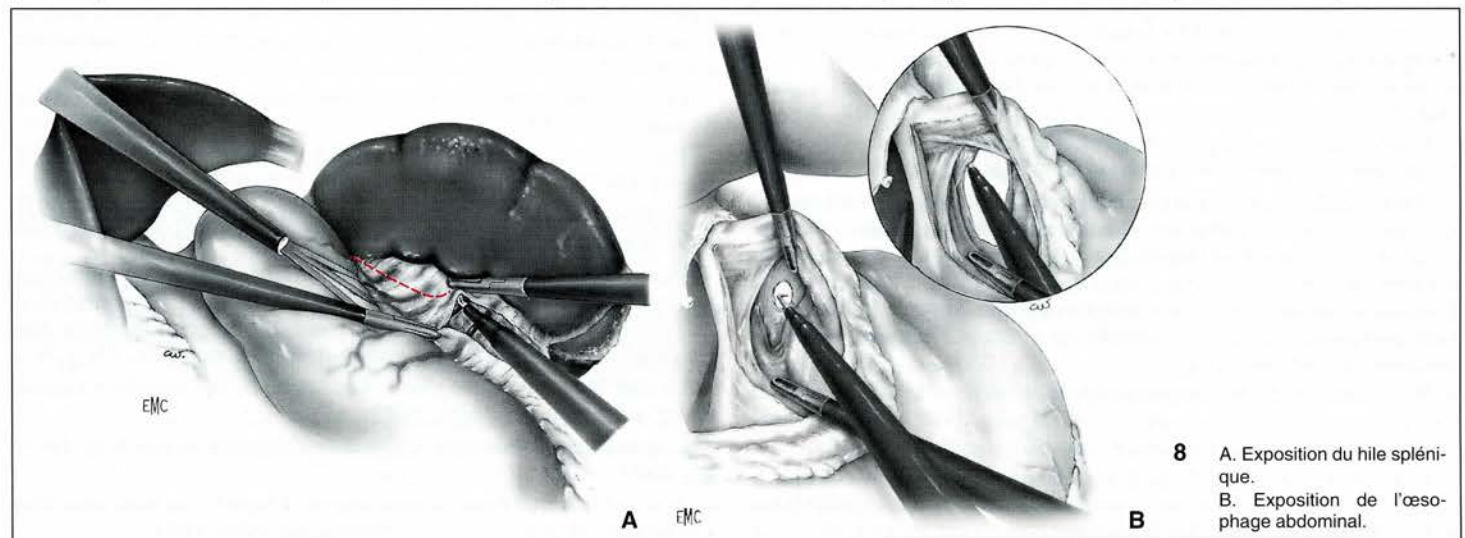
Plusieurs sutures sont possibles avec différentes pinces mécaniques (sutures linéaires ou circulaires), l'épaisseur des tissus imposant l'utilisation de différentes formes de cartouche (fig 10).

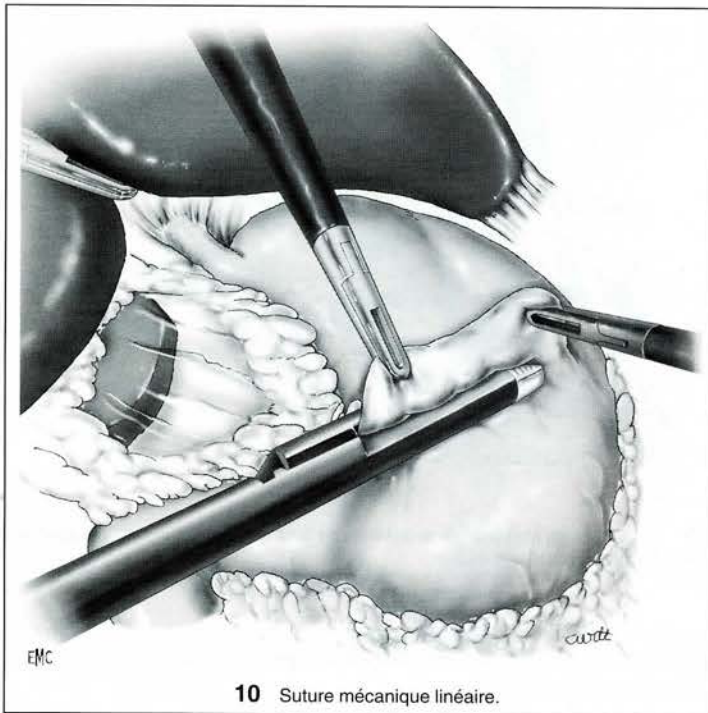
Ligature réalisée en intracorporel

Matériel nécessaire

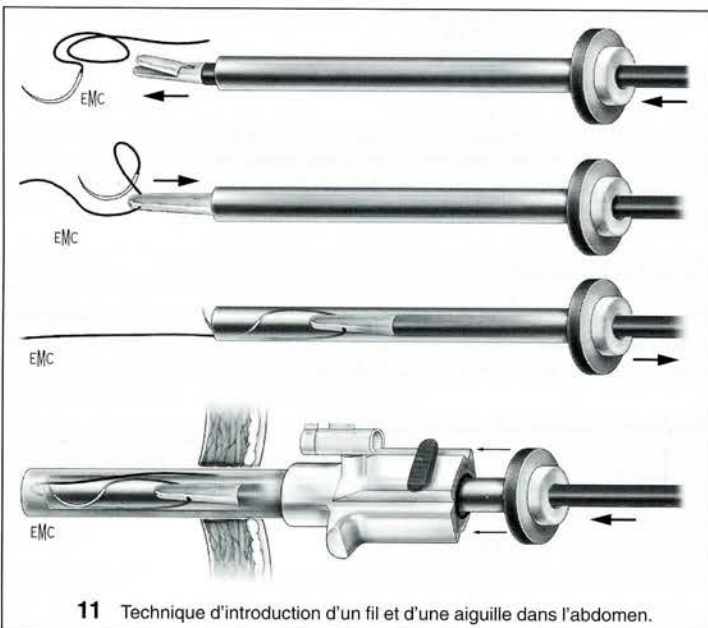
- Un fil tressé ou monofil.
- Une aiguille à courbure normale.
- Un porte-aiguille à poignée palmaire dans l'axe.
- Une pince à préhension fine.

Le fil doit avoir une longueur de 10 cm. Il doit être plus long s'il s'agit d'une suture qui rapproche des structures (valve de Nissen).





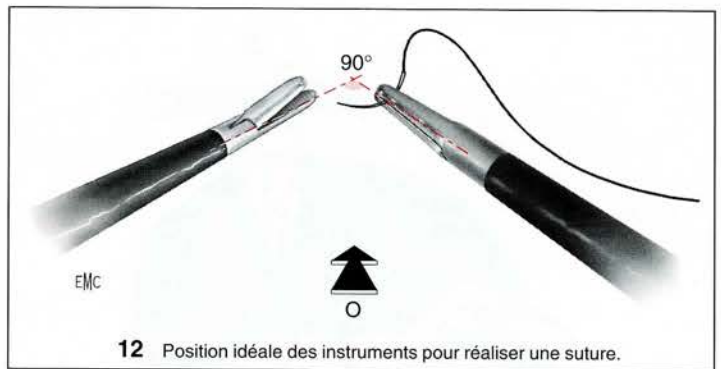
10 Sutur mécanique linéaire.



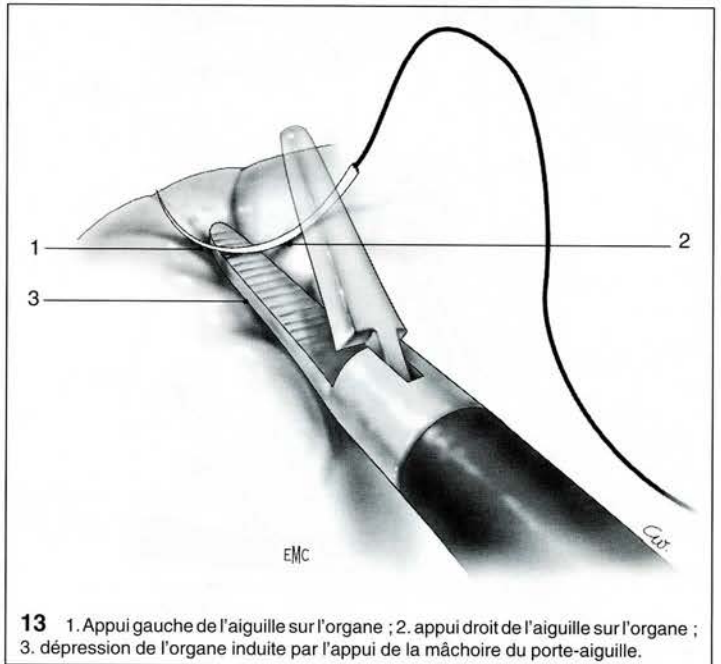
11 Technique d'introduction d'un fil et d'une aiguille dans l'abdomen.

Exécution

- Le fil est saisi à 1 cm de l'aiguille par le porte-aiguille passé dans un réducteur métallique de 10 à 5 mm. Le porte-aiguille ramène le fil et l'aiguille dans le réducteur et celui-ci est passé dans le trocart de 10 mm. Cette méthode empêche la valve du trocart d'être déchirée par l'aiguille (fig 11).
- Le porte-aiguille et la pince à préhension fine forment un angle de 90° . Le système optique est la bissectrice de l'angle (fig 12).
- Bien positionner l'aiguille dans le porte-aiguille pose parfois quelques problèmes. On peut résoudre ceux-ci de la manière suivante : on pose l'aiguille sur un organe en position horizontale. Une mâchoire du porte-aiguille vient sous l'aiguille en s'appuyant légèrement sur l'organe avant de fermer ses mâchoires sur elle. Grâce à la dépression faite par la mâchoire du porte-aiguille sur l'organe, l'aiguille se présente perpendiculairement (fig 13).
- Réalisation du nœud : la pince à préhension saisit le fil à 4 cm de sa sortie et pousse le fil en se rapprochant du point de sa sortie créant une boucle dans le plan perpendiculaire au champ de vision (fig 14).
- Le porte-aiguille saisit le haut de la boucle et amène celle-ci vers le système optique. La pince à préhension reste fixe, le porte-aiguille passe dans la boucle et va chercher le chef opposé.



12 Position idéale des instruments pour réaliser une suture.



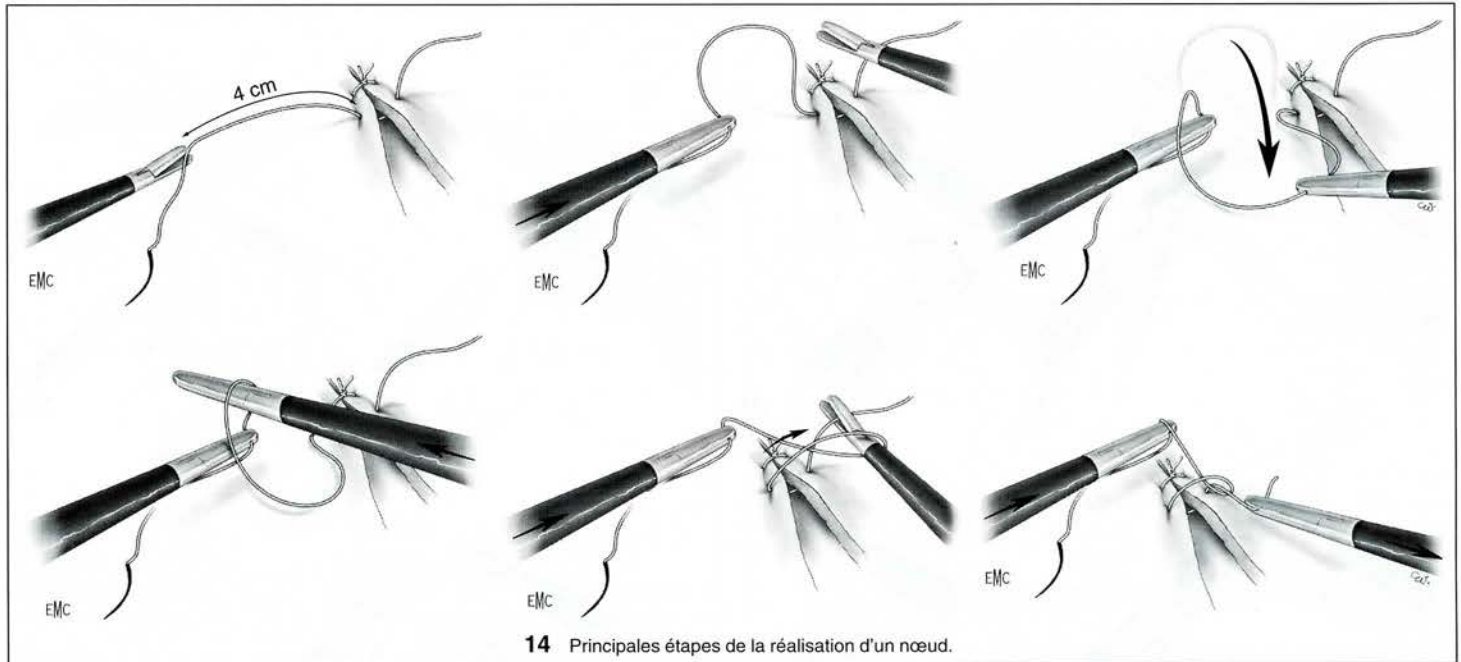
13 1. Appui gauche de l'aiguille sur l'organe ; 2. appui droit de l'aiguille sur l'organe ; 3. dépression de l'organe induite par l'appui de la mâchoire du porte-aiguille.

Ligature réalisée en extracorporel

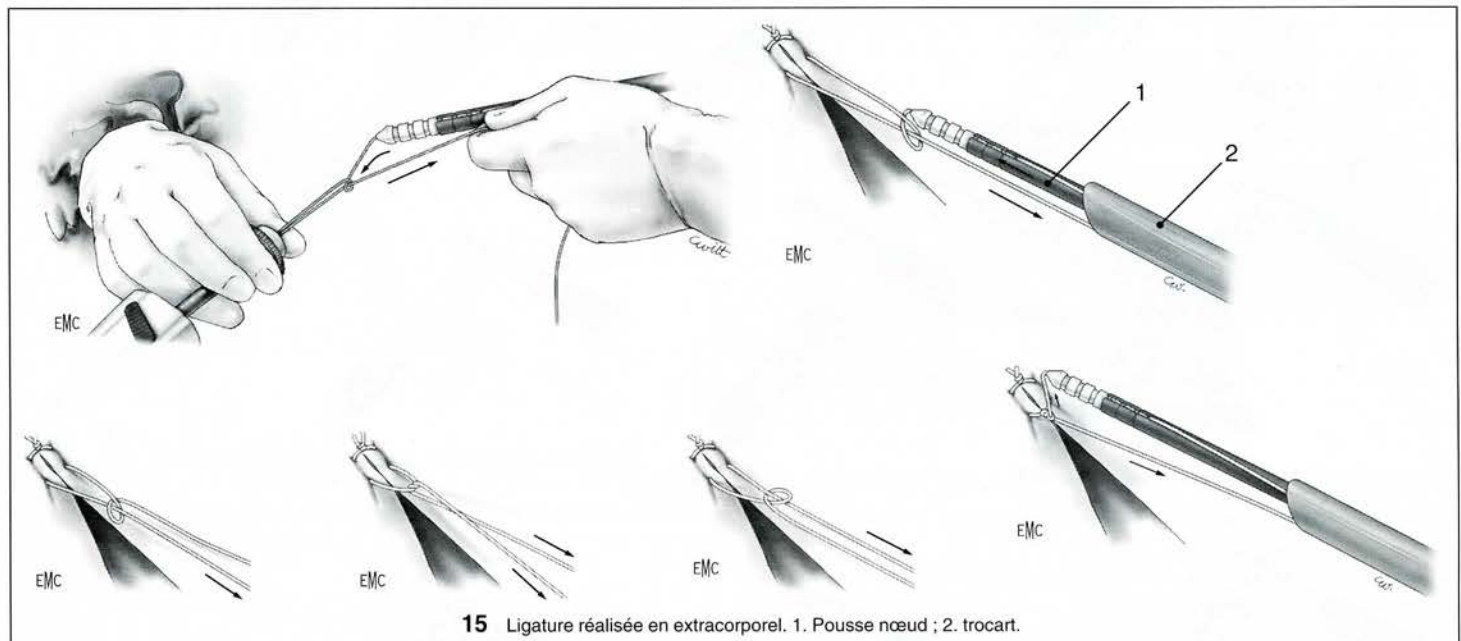
Les nœuds peuvent être réalisés en extracorporel et poussés avec un pousse-nœud. Tous les types de nœuds peuvent être réalisés. Le plus simple est la demi-clé poussée : une première demi-clé est réalisée. Elle est descendue en coulisant habituellement sur le brin qui n'est pas porteur du pousse-fil. La demi-clé est ajustée, puis une deuxième clé est réalisée. Elle coulisera sur le même brin et peut être réalisée dans le même sens que la première ou en sens opposé. La troisième demi-clé doit être impérativement descendue sur le brin opposé aux deux premières (fig 15).

Ligature réalisée par la machine à coudre (endostitch)

- Le tissu à suturer est saisi par une pince à préhension et présenté à l'endostitch. Les mors de l'instrument sont placés de part et d'autre du tissu. L'instrument est ouvert et le tissu est chargé par l'aiguille de l'endostitch (fig 16A1).
- En refermant les mors de l'instrument, l'aiguille est passée d'un mors à l'autre (fig 16A2).
- En relâchant le manche, l'aiguille traverse le tissu présenté (fig 16A3).
- Lorsque l'on referme le manche, l'aiguille repasse dans le premier mors et la manœuvre est répétée.
- Pour maintenir l'approximation des tissus chargés, un nœud peut facilement être effectué avec l'endostitch (fig 16A4). Le chef libre du fil est pris par une pince à préhension. L'autre chef, toujours maintenu dans l'aiguille de l'endostitch, est passé au-dessus du mors libre (fig 16B1).
- Le chef libre est ensuite placé entre les mors, et l'aiguille est passée dans l'autre mors (fig 16B2, 16B3).
- L'instrument est ensuite retiré et ce faisant un nœud a été formé (fig 16B4, 16B5).
- Afin de former un nœud en sens inverse, l'aiguille est maintenue dans l'autre mors et la manœuvre est répétée (fig 16B6, 16B7).



14 Principales étapes de la réalisation d'un nœud.



15 Ligature réalisée en extracorporel. 1. Pousse nœud ; 2. trocart.

– Afin de serrer le nœud, l'endostitch est fermé et la pince à préhension tenue fermement. Un double nœud plat est ainsi formé (fig 16B8, 16B9).

Extraction des pièces d'exérèse

Leur site est choisi selon les possibilités d'extraction, les risques d'éventration et éventuellement les contraintes esthétiques. Elles dépendent beaucoup moins de l'organe visé que des paramètres précédents. En cas d'exérèse de pièce néoplasique, une jupe de protection de la paroi doit être introduite à cheval sur la paroi.

Chirurgie laparoscopique du futur

Les nouvelles technologies visent à redonner au chirurgien une vision tridimensionnelle, une sensation tactile et de meilleures conditions ergonomiques en améliorant deux systèmes : le système afférent qui comporte les images perçues par le chirurgien et la sensation tactile, le système efférent qui concerne les instruments chirurgicaux. Ces améliorations vont changer complètement les principes généraux de la laparoscopie.

Système afférent

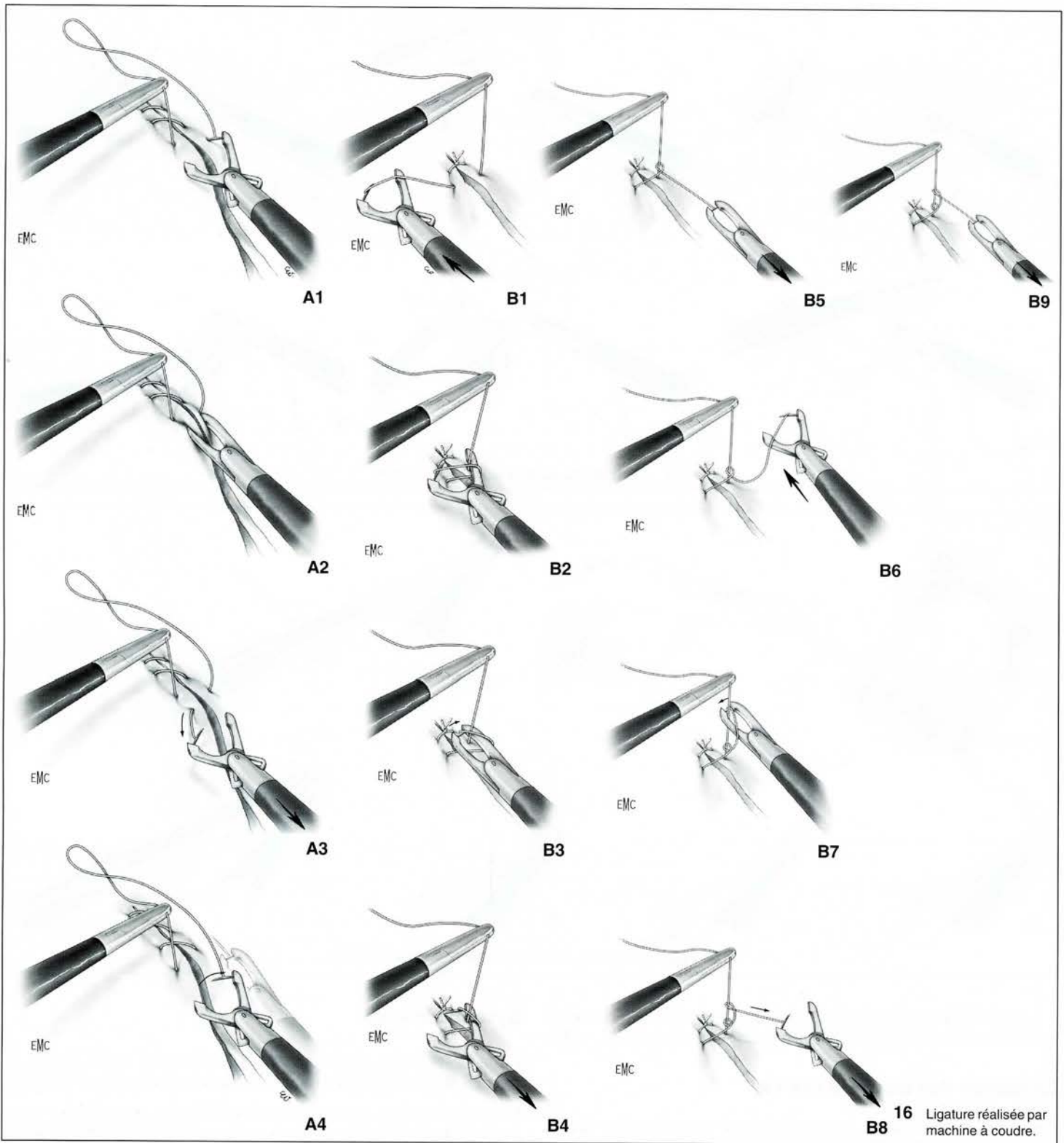
Jusqu'à présent, les problèmes du système afférent sont la qualité de l'image, son aspect bidimensionnel et l'absence de sensation tactile.

Une première étape consiste à améliorer l'image optique grâce à une caméra à haute définition. Cette image peut également être dédoublée de manière à recréer une troisième dimension par effet stéréotaxique.

Comme l'afférence visuelle provient d'un écran vidéo, des informations supplémentaires sous forme de textes ou d'images peuvent être superposées ou mélangées à l'image optique et ceci en temps réel sur l'écran.

Une image tridimensionnelle construite par CT-scan ou résonance magnétique nucléaire (RMN) peut par exemple être projetée sous forme d'holographe dans une paire de lunettes stéréo et être ainsi superposée et comparée par le chirurgien à l'image réelle qu'il regarde dans son écran vidéo.

Une sensation tactile peut être procurée au chirurgien par un système de capteurs placé au bout de l'instrument. Ceux-ci sont sensibles au changement de pression statique ou dynamique.



Système efférent

Ce système concerne essentiellement les instruments chirurgicaux.

En chirurgie ouverte, la dextérité du chirurgien repose sur une variété pratiquement illimitée d'actions, permise par la mobilité des doigts, du poignet, du coude et de l'épaule (fig 17).

En chirurgie laparoscopique en revanche, le fait que de longs instruments soient utilisés à travers une ouverture fixe de la paroi limite les degrés de liberté à quatre : entrer et sortir, rotation autour d'un axe, droite/gauche et haut/bas. Cette fixité du trocart met souvent le chirurgien dans une position inconfortable et l'empêche de mener à bien certains actes chirurgicaux avec la même aisance qu'en chirurgie ouverte (fig 18).

Pour résoudre ces inconvénients, une première amélioration consiste à installer une articulation supplémentaire à l'intérieur de l'abdomen, c'est-à-dire à l'extrémité de l'instrument. On récupère alors tous les degrés de liberté (fig 19).

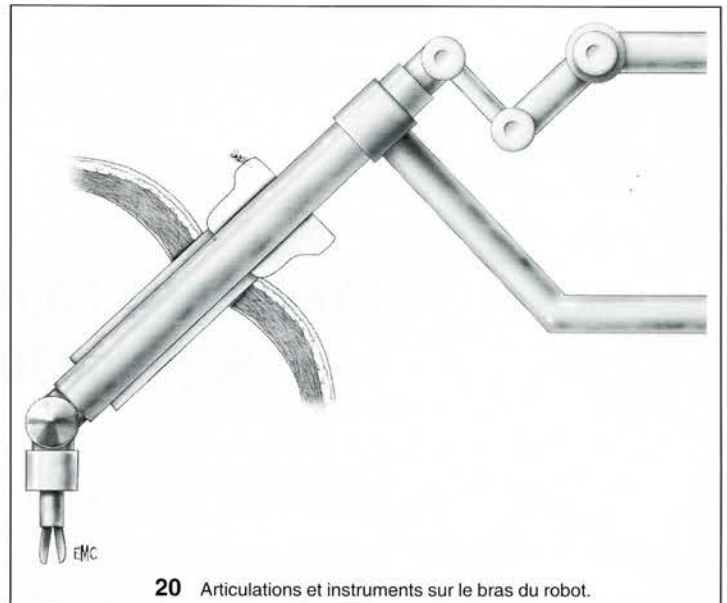
À partir du moment où il existe une articulation à l'intérieur et à l'extérieur de l'abdomen, de part et d'autre d'un point fixe, il est naturel de penser à la robotique qui permet la manipulation des instruments à distance du patient dans une position ergonomique satisfaisante (fig 20).

L'organisation du bloc opératoire du futur sera donc la suivante (fig 21) :

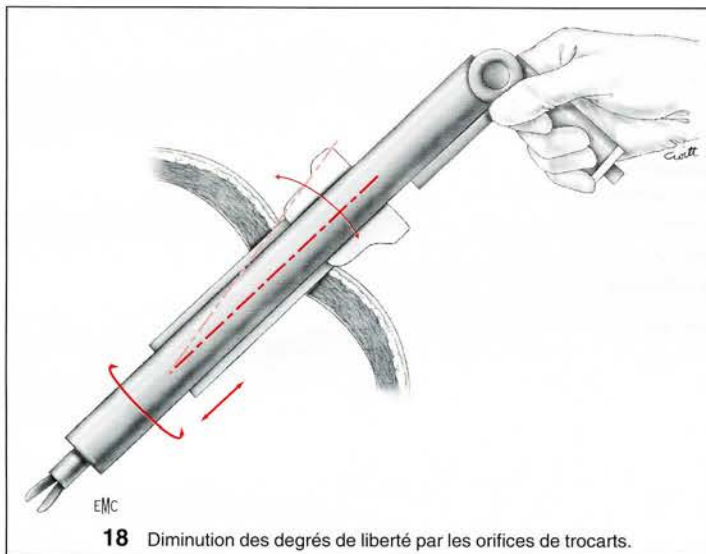
– des instruments chirurgicaux avec des capteurs de pression pour reproduire la sensation tactile sont articulés, soutenus et actionnés par un robot ;



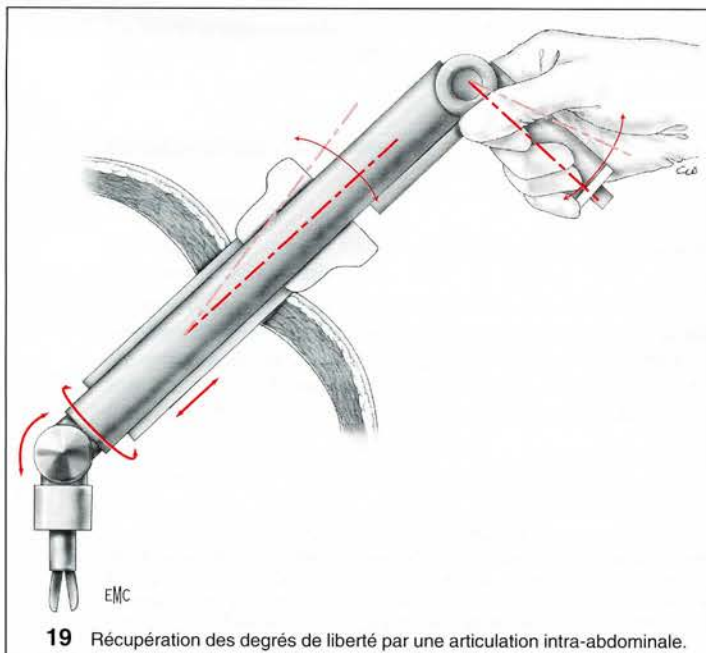
17 Degré de liberté de la laparotomie.



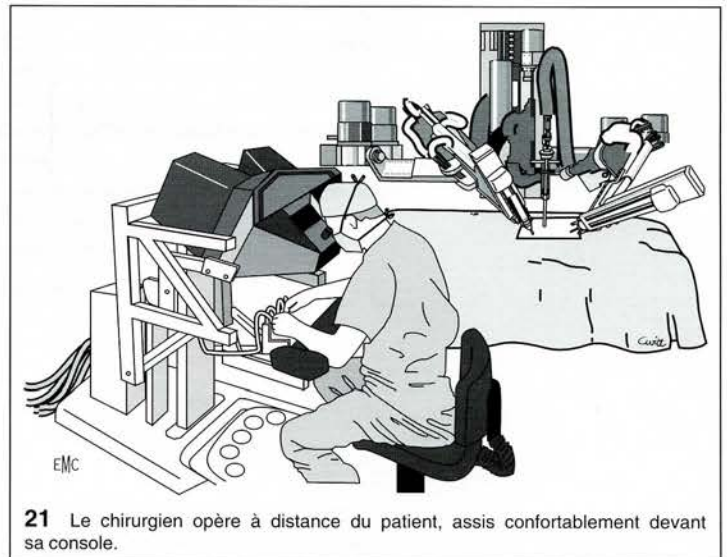
20 Articulations et instruments sur le bras du robot.



18 Diminution des degrés de liberté par les orifices de trocars.



19 Récupération des degrés de liberté par une articulation intra-abdominale.



21 Le chirurgien opère à distance du patient, assis confortablement devant sa console.

– sur l'écran, le chirurgien visualise non seulement l'image optique transmise par la caméra, mais également des images reconstruites à partir de l'imagerie (CT-scan, RMN...) et qui permettent par exemple de visualiser une métastase au sein du parenchyme hépatique ou la superposition de l'uretère pendant une colectomie ;

– l'acte chirurgical pourra également être simulé et visualisé sur l'écran avant d'être réalisé. Lorsque l'acte « idéal » est intégré, un interface informatisé va pouvoir contrôler le geste réel en limitant par exemple l'amplitude de ce geste de manière à ne pas léser une structure critique identifiée lors de la simulation. Cet interface peut également corriger les tremblements physiologiques, en tenant compte des frictions du tissu et en miniaturisant le mouvement de la main du chirurgien. Tout cela pour aboutir à un acte chirurgical le plus harmonieux possible. Le chirurgien est donc dans une position ergonomique parfaite, il n'y a plus de limitation de degré de liberté. Ses informations visuelles et tactiles sont optimales et l'ordinateur améliore la précision et la sécurité de son geste.

L'existence de cet interface électronique dans la vision et l'instrumentation introduit la téléchirurgie permettant de se faire opérer à distance, par un expert, à partir de n'importe quel endroit dans le monde !