

Le cancer colorectal dans le monde et en France

Le cancer colorectal est une des principales causes de décès par cancer dans le monde (figure 1), avec une incidence estimée à 1 370 600 nouveau cas en 2012. Il est fatal dans la moitié des cas (693 000 décès estimés en 2012) [Soc15]. Dans les pays développés, c'est un des cancers les plus fréquents et meurtriers (les autres les plus fréquents sont le cancer du sein et le cancer des poumons), avec 736 900 nouveaux cas déclarés en 2012.

En France, le cancer colorectal est le cancer le plus fréquent derrière le cancer du sein et de la prostate (40 000 nouveaux cas par an). L'incidence de ce cancer n'a fait qu'augmenter durant ces 20 dernières années. Il est la deuxième cause de mortalité par cancer juste après celui du poumon. En 2015, selon l'Institut National du Cancer, le cancer colorectal a provoqué 17 500 décès, soit 1 décès toutes les demi-heures. Cependant, si le cancer est détecté suffisamment tôt, il peut se guérir dans 9 cas sur 10. D'où l'importance du dépistage précoce car c'est le moyen le plus efficace pour lutter contre cette maladie.

Mais qu'est-ce que le cancer colorectal ?

Anatomiquement parlant, le cancer colorectal, comme son nom l'indique, apparaît dans le côlon et le rectum (qui forment en partie le gros intestin). Il est intéressant de noter que ces deux éléments peuvent encore se diviser en 5 éléments, en particulier pour le côlon qui se sépare en 4 sections distinctes (figure 2) :

- Le côlon ascendant (ou droit)
- Le côlon transverse
- Le côlon descendant (ou gauche)
- Le côlon sigmoïde

En effet, selon sa localisation, le cancer colorectal peut prendre différentes formes. Cette maladie se développe lentement, sur une période d'environ 10 à 20 ans. Dans la plupart des cas, ce sont des tumeurs bénignes qui apparaissent dans le côlon, qu'on appelle polypes (figure 4), très fréquentes, et qui pour certaines de ces lésions, représentent le stade précoce du cancer colorectal.

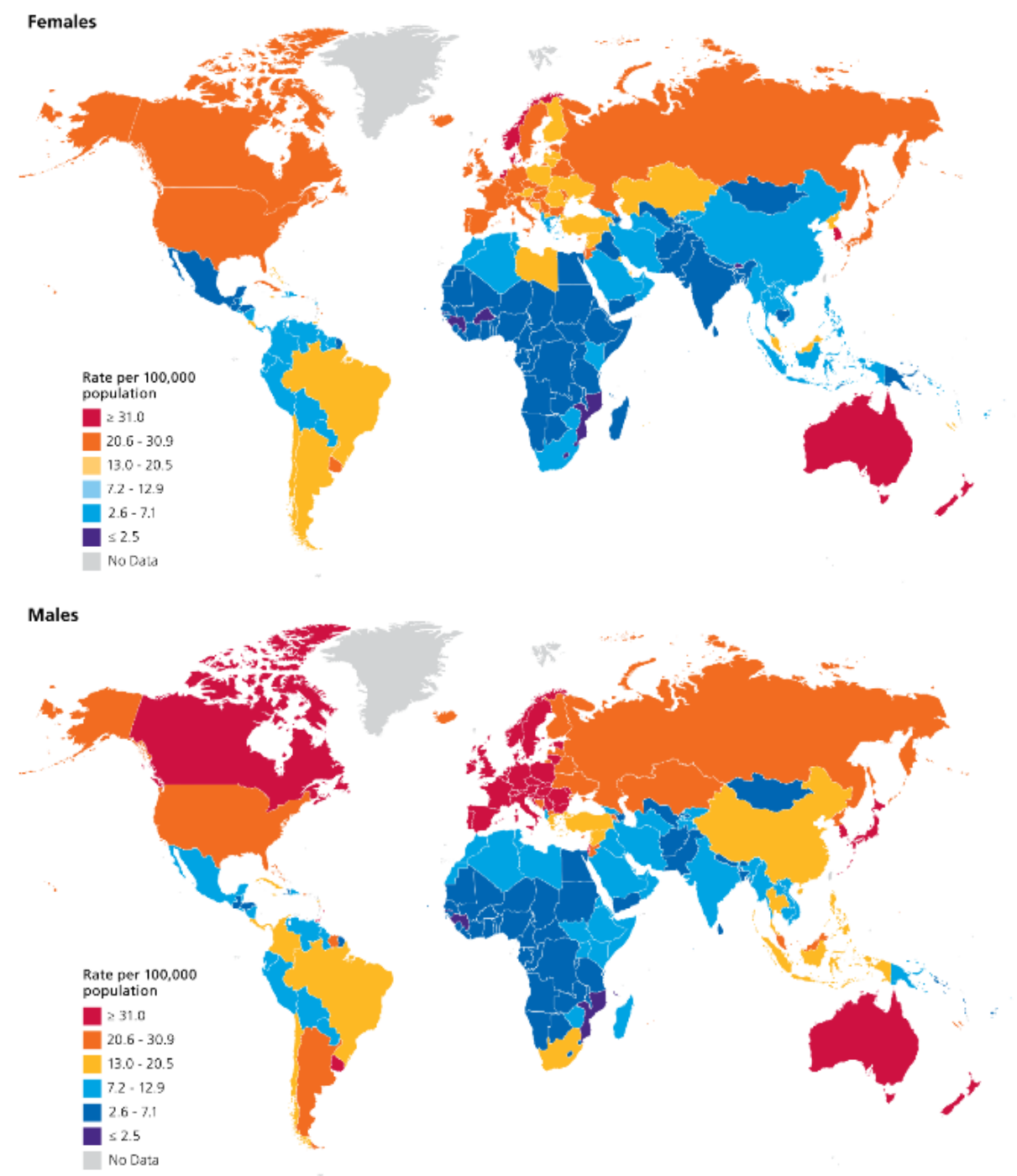


FIGURE 1 – Incidence du cancer colorectal dans le monde [Soc15]

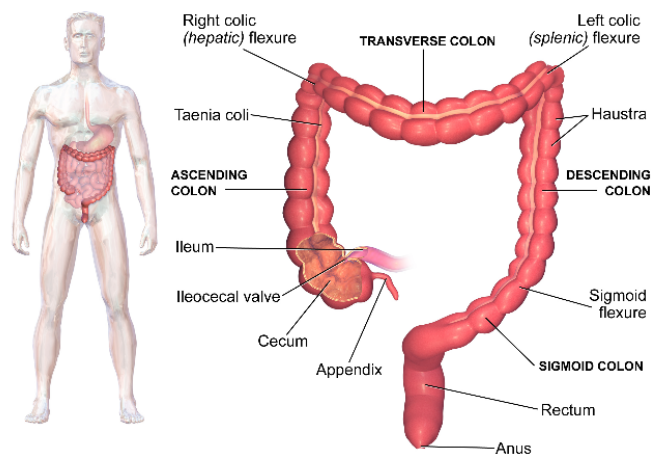


FIGURE 2 – Illustration du côlon humain (Source : Wikimedia Commons)

Ces polypes peuvent être de différents types :

- pédiculés (lésion rattachée à la paroi du côlon par un pied, comme un champignon) (figure 3.a)
- sessiles (lésion prenant la forme du sommet d'une colline posé sur la paroi) (figure 3.b)
- plans (lésion presque imperceptible en endoscopie standard) (figures 3.c, 3.d, 3.e, 3.f)

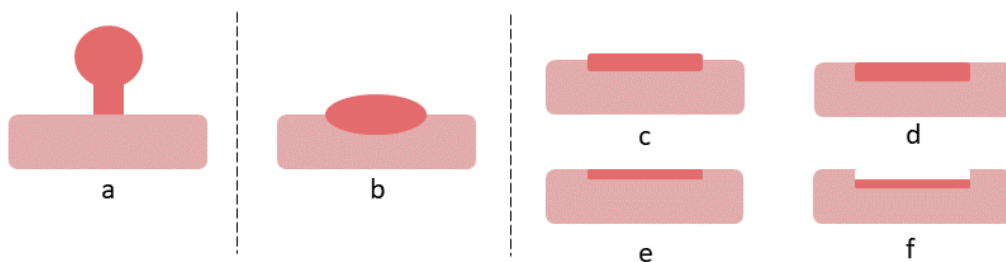


FIGURE 3 – Classification morphologique des polypes

Ces polypes peuvent être de nature bénigne ou maligne. Lorsqu'on détecte chez un patient plus d'une dizaine de polypes, on parle alors de polyposé. Du point de vue histologique (qui permet d'explorer la structure du polype et d'en trouver sa dangerosité), il existe quatre variétés de polypes :

- Les polypes adénomateux : il s'agit de polypes qui peuvent se développer en cancer (la figure 5 montre l'évolution d'un polype adénomateux en tumeur).

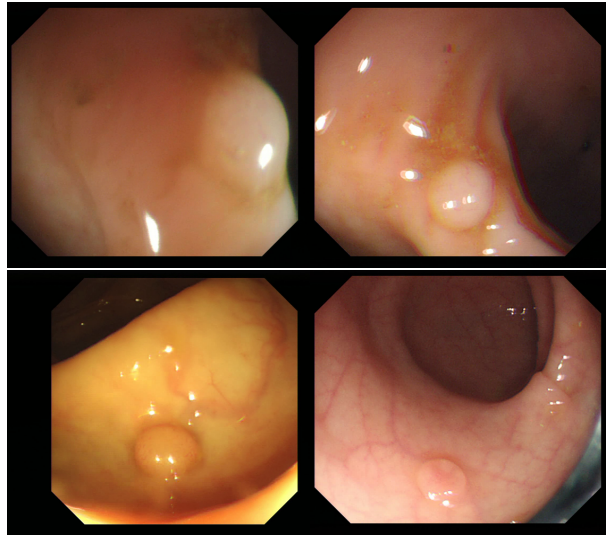


FIGURE 4 – Illustration concernant la forme des polypes

- Les polypes hyperplasiques : il s'agit de polypes qui apparaissent naturellement et qui ne dégénèrent pas nécessairement en adénomes. Cependant, un nombre élevé de ces lésions peut traduire une grande probabilité de développer des polypes adénomateux.
- Les polypes juvéniles : il s'agit de polypes qui sont des kystes d'origine inflammatoire.
- Les pseudo-polypes inflammatoires : il s'agit de polypes qui résultent d'une cicatrisation due à l'ulcération du côlon ou de la maladie de Crohn.

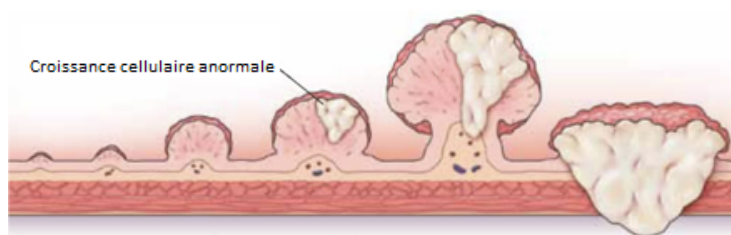


FIGURE 5 – Illustration de l'évolution d'un polype vers une tumeur (Source : Atlanta Center for Gastroenterology)

Le cancer colorectal a de plus grandes probabilités d'apparaître chez l'humain dès l'âge de 50 ans. C'est pour cela que dans la plupart des pays développés et plus particulièrement en France, les personnes de plus de 50 ans sont encouragées à passer un test de dépistage.

Le dépistage du cancer colorectal

En France, le cancer colorectal est dépisté en plusieurs étapes. La première consiste à réaliser un test immunologique (depuis 2015) qui permet de rechercher des traces de sang dans les selles du patient. Ce test analyse la présence de sang résultant de micro-saignements dus à la possible présence de polypes. Si le test est positif (4% des cas d'après l'Assurance Maladie), un examen plus poussé est demandé : la vidéo coloscopie, qui est la référence clinique en matière de détection et d'ablation des polypes. Dans certains cas particuliers (antécédents familiaux, syndrome de Lynch, polypose adénomateuse familiale, maladies inflammatoires), on demande aux personnes de faire plus fréquemment cet examen.

La coloscopie (figure 6) est basée sur l'utilisation d'un coloscope constitué d'une source de lumière au xénon, un système optique (fibre optique ou caméra vidéo) et avec un (ou plusieurs) canal opérateur. Ce canal permet au médecin d'insuffler de l'air, de nettoyer le côlon ou d'envoyer de l'eau. Ils permettent aussi d'insérer des clips pour effectuer des prélèvements de la muqueuse (biopsies) ou d'utiliser des instruments chirurgicaux. Quand un polype est retiré, il est automatiquement envoyé en laboratoire d'histopathologie pour en faire l'étude au niveau cellulaire.

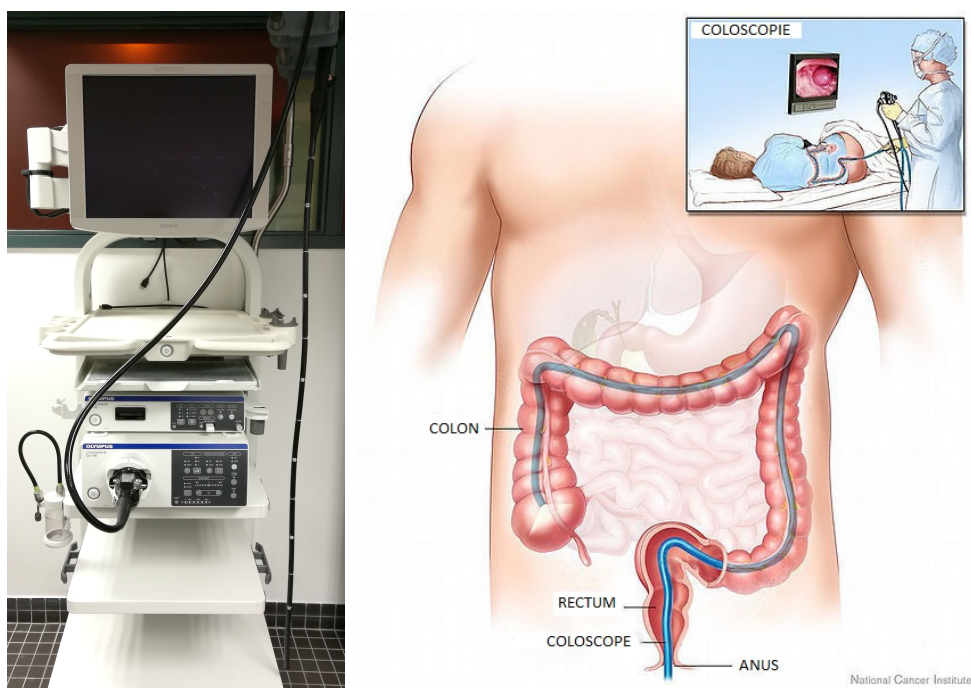


FIGURE 6 – Illustration de la coloscopie, à gauche une colonne d'endoscopie digestive, à droite une illustration de l'examen (Source : National Cancer Institute)

A l'autre extrémité du coloscope, on trouve une unité de traitement avec la source de lumière, un ordinateur et une console de visionnage. Cette unité permet au médecin de voir ce qu'il fait en temps réel et d'enregistrer éventuellement une partie des examens.

L'imageur fonctionne donc en temps réel afin de fournir l'image au médecin le plus vite possible dans le but de ne pas avoir de décalage entre ce qui est vu et ce qu'il fait à un instant t .

L'examen lui-même se déroule sous anesthésie générale après avoir préparé le côlon (grâce à une alimentation pauvre en résidus plusieurs jours avant l'examen et en buvant une solution, le polyéthylèneglycol, la veille). En pratique, on suit le protocole suivant : le coloscope est inséré par l'anus puis est doucement glissé jusqu'à l'intestin, le coloscope étant géré par le gastroenterologiste avec un système de leviers. Puis il insuffle de l'air pour éloigner les parois et avancer avec prudence. Le but est d'atteindre le cecum, à la limite de la valve ileocecale (figure 2). La visualisation de la paroi du côlon sera effectuée lors du retrait du coloscope. Durant cette visualisation, le médecin cherche des polypes. A chaque fois qu'un polype est détecté, le médecin va le retirer en utilisant la méthode ESD (Endoscopic Submucosal Dissection ou dissection sous-muqueuse) décrite sur la figure 7 si la taille du polype le permet sans danger pour le patient.

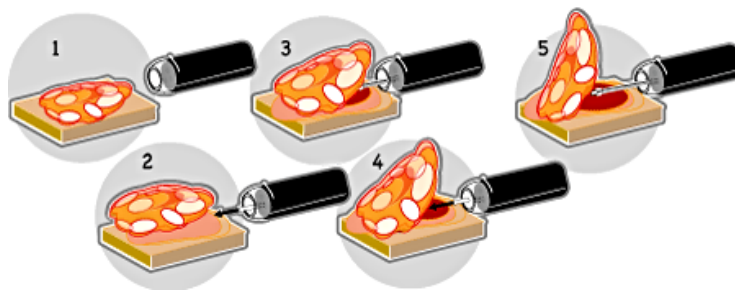


FIGURE 7 – Principe de l'ESD, 1 Marquage de la lésion, 2 Injection sous muqueuse (d'une solution saline), 3 incision sous muqueuse circonférentielle, 4 et 5 dissection progressive de la lésion (image tirée du site internet du Service de Gastroentérologie de l'hôpital Cochin, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris)

Une fois le polype retiré, il est envoyé en anatomo-pathologie afin d'être analysé et de connaître la nature du polype, c'est-à-dire savoir s'il s'agit d'un adénome ou non.

Sur l'aspect matériel, on note une migration du matériel vers la haute définition, qui permet d'obtenir un meilleur taux de détection des adénomes (28.8% en HD contre 24.3% en SD) et des polypes (42.2% en HD contre 37.8% en SD)[DMS14]. De plus, la haute définition permet d'avoir moins d'artefacts et l'aspect de la paroi du côlon est plus naturel.

Cependant, il a été montré que la variabilité inter et intra médecins peut monter jusqu'à 26% dans la tâche de détection visuelle des polypes durant un examen [RHP⁺10]. Ceci s'explique par plusieurs facteurs tels que :

- l'expérience du praticien,
- l'heure de l'examen,
- la qualité de préparation du côlon,

- des polypes cachés (derrière les plis du côlon par exemple),
- la taille des polypes (en particulier les plus petits).

Problématique

Comme on a pu le voir précédemment, le cancer colorectal est un enjeu de santé publique majeur dans les pays développés. Sa réduction de taux de mortalité passe ainsi par un meilleur dépistage, mais surtout par la réduction du taux de polypes manqués par les médecins lors de l'examen clinique de coloscopie. Afin de réduire ce taux de polypes non détectés, on se propose de mettre au point dans cette thèse un nouvel outil permettant d'aider le médecin lors des coloscopies. L'outil que l'on va mettre au point se doit de respecter les contraintes suivantes :

- être capable de détecter les polypes en temps réel (c'est-à-dire que le temps pour traiter une image issue de coloscopie doit être inférieur à 40 millisecondes)
- être compatible avec du matériel dont les ressources de calculs sont standards et limitées
- obtenir des performances élevées en termes de sensibilité et de spécificité
- être compatible avec l'utilisation en routine clinique (et donc ne pas modifier la pratique clinique du médecin) et alerter le médecin sur la présence de polypes durant l'examen.

Plan du manuscrit

Pour répondre à cette problématique, on s'appuiera sur plusieurs chapitres permettant de mettre en lumière les différentes étapes du travail réalisé :

Nous proposons dans le chapitre 1 de présenter l'état de l'art en matière d'outils permettant d'aider le médecin à mieux détecter les polypes. Ce chapitre permet de mettre en évidence les limitations actuelles et le positionnement à adopter pour développer notre outil ainsi que la méthodologie permettant l'évaluation de ses performances.

Le chapitre 2 se consacrera à l'outil développé pour la détection dans les images issues de coloscopies, et en particulier sur les pistes explorées et adoptées afin de développer un outil capable de répondre aux différentes contraintes imposées par une utilisation en routine clinique.

Le chapitre 3 permettra de montrer l'adaptation de notre méthode à la détection dans les vidéos issues de coloscopies. Adaptation qui se rapproche de cas réels et donc de l'utilisation clinique de notre outil.

Enfin, une conclusion globale synthétisera les contributions de ce travail et apportera les éléments de discussions afin d'identifier les pistes principales qui permettront d'amé-

liorer l'approche proposée.