

# COMMENT ALAN TURING A PERCÉ ENIGMA



1940 : Alan Turing, mathématicien, cryptologue, est chargé par le gouvernement britannique de percer le secret de la célèbre machine de cryptage allemande Enigma, réputée inviolable.

À la tête d'une équipe improbable de savants, linguistes, champions d'échecs et agents du renseignement, Turing s'attaque au chef-d'œuvre de complexité dont la clef peut conduire à la victoire.

IMITATION GAME relate la façon dont Alan Turing, soumis à une intense pression, contribua à changer le cours de la Seconde Guerre mondiale et de l'Histoire. C'est aussi le portrait d'un homme qui se retrouva condamné par la société de l'époque en raison de son homosexualité et en mourut.

# PORTRAIT D'ALAN MATHISON TURING



Le 24 décembre 2013, le mathématicien britannique, Alan Mathison Turing, pionnier de l'informatique moderne et décrypteur génial des codes secrets nazis (Enigma), obtenait la grâce royale à titre posthume après avoir été condamné pour homosexualité en 1952.

## LA JEUNESSE

Né à Londres en 1912, le jeune Alan est placé avec son frère aîné dans une famille près d'Hastings, le climat de Madras – où son père est nommé administrateur colonial – ayant été jugé peu propice à la santé des deux enfants, qui ne verront plus leurs parents que rarement. À 10 ans, Alan se plonge régulièrement dans *Les Merveilles de la nature que tout enfant devrait connaître*, où le corps humain est présenté comme une vaste machine. Signe d'une prédisposition pour l'abstraction ? Le garçon rêveur, si indifférent aux choses du quotidien qu'il ne se rend compte que tardivement, selon son propre aveu, que Noël intervient à intervalles réguliers, songe bientôt à la possibilité de déchiffrer les lois qui unissent le corps et l'esprit.

À l'austère Sherborne Grammar School où il est pensionnaire, Alan Turing se lie d'une solide amitié avec un lycéen d'un an son aîné (Christopher Morcom), féru de sciences et de mathématiques. La mort prématurée de ce dernier le marque à jamais. Turing pense alors endosser la carrière scientifique à laquelle son ami semblait destiné, incarnant de cette manière le concept fondamental de ses recherches à venir qui consiste à dissocier la machine des programmes qui la font fonctionner...

## LES ÉTUDES ET LA GUERRE

Il entre ensuite au King's College de l'université de Cambridge pour étudier les mathématiques pures. En 1936, avant de rejoindre l'université de Princeton aux États-Unis où il soutiendra sa thèse de doctorat sous la direction d'Alonzo Church, Turing publie à l'âge de 24 ans un article dans lequel il résout le « problème de la décision » de David Hilbert, posé huit ans plus tôt. Dans ce texte présentant sa fameuse « machine de Turing » (l'ancêtre de l'ordinateur), il définit les limites du calculable, ce qui est par conséquent prévisible et qui peut être effectué par une machine étape par étape (algorithme).

En 1938, Turing est de retour des États-Unis. La guerre menace. Le jeune chercheur est alors engagé par les services secrets britanniques qui cherchent à interpréter les codes secrets des sous-marins allemands (*U-boote*). Travaillant sans relâche, Turing et son équipe finissent par déchiffrer la plupart des messages. Ce succès permet alors de déjouer nombre de plans nazis et ainsi de sauver des milliers de vie.

## L'ENSEIGNEMENT ET L'INFORMATIQUE

Après 1945, retourné dans le civil, Turing entre au Laboratoire national de physique (1945-1948) et consacre ses efforts à la construction de sa machine imaginée quelque dix ans plus tôt. L'ACE (*Automatic Computing Engine*), qui n'entre en fonction qu'en 1950, devient le premier calculateur électronique capable de traiter tout type de données et pour lequel Turing conçoit même un manuel de programmation. Entre-temps, le scientifique a rejoint l'équipe de Max Newman à l'université de Manchester où il enseigne (1948-1954). En 1950, il devient membre de la Royal Society. C'est alors qu'il préfère se détourner de la voie de l'informatique qu'il a ouverte pour développer la possibilité de prêter une intelligence à des machines. Sa publication « L'ordinateur et l'intelligence » en 1950 pose les bases de l'intelligence artificielle. Le chercheur crée alors les conditions d'une expérience (*imitation game*) établissant une conversation entre un être humain et une machine, cette dernière imitant l'homme au point de ne plus se distinguer de lui. Infatigable découvreur, Turing s'intéresse par ailleurs à la morphogenèse ou comment les règles mathématiques peuvent parvenir à calculer la croissance des feuilles des plantes par exemple.

Accusé d'homosexualité en 1952, Turing plaide coupable et accepte la castration chimique qui lui évite la prison et lui permet de poursuivre ses travaux. Le 7 juin 1954, il est retrouvé mort dans son lit, une pomme imbibée de cyanure à ses côtés.





### LA « MACHINE DE TURING »

La « machine de Turing » est une machine théorique présentée par Alan Turing dans un article publié en 1936. Sa conception apparaît comme une sorte d'automate abstrait qui constitue la base de la théorie des automates et, plus généralement, celle de la « calculabilité ».

La machine que Turing imagine doit pouvoir effectuer un calcul complexe par le séquençage d'opérations simples. Quatre éléments la composent :

1. un ruban de papier illimité et composé de cases successives ;
2. une tête de lecture/écriture pouvant lire le contenu de chaque case dans les deux sens ;
3. un registre mémorisant l'état de la machine ;
4. une table d'actions (programme) à appliquer par la tête de lecture.

La longueur infinie de la bande, qui permet de stocker des données, correspond à la mémoire de nos ordinateurs, et le temps de calcul, au nombre d'opérations à accomplir sur ce ruban. Selon les règles définies dans la table, la tête de lecture se déplace case par case vers la droite ou la gauche, et lit ou écrit le contenu d'une case du ruban (une lettre de notre alphabet par exemple). À chaque étape, la machine cherche dans sa table l'action à appliquer et s'arrête quand elle ne reçoit plus d'ordre.

Cette machine, qui s'avère capable de calculer comme un être humain, ne peut cependant réaliser que la seule opération pour laquelle elle a été programmée. Turing projette alors dans le même article de 1936 une machine universelle capable de simuler toute autre machine simple. Il faut pour cela lui fournir un programme (codé) à exécuter, assorti d'une somme de données à manipuler. La « machine de Turing », modèle abstrait d'ordinateur, formalise ainsi le concept d'algorithme. Son mode de calcul est celui sur lequel repose le fonctionnement de tous les ordinateurs modernes ; il constitue le mètre-étalon de notre langage informatique.

### ENIGMA : NOUVELLE TECHNIQUE DE LA CRYPTOGRAPHIE

Brevetée en 1918 et vendue dès 1923 par l'ingénieur allemand Arthur Scherbius, la première machine électromécanique Enigma s'avère un échec commercial. La marine de guerre allemande (*Reichsmarine*) s'y intéresse néanmoins et confie son évolution au service du Chiffre du Ministère de la guerre. Le modèle Enigma M3 est agréé et utilisé par la flotte allemande à partir de 1926. Mais les messages codés envoyés par Enigma sont néanmoins partiellement déchiffrés dès 1939 grâce au travail conjoint des services alliés du contre-espionnage et d'une escouade de cryptanalystes polonais. Avec la machine électromécanique construite par Turing et appelée « bombe », il est en effet possible de déterminer le message-clef de six lettres (changé quotidiennement) ayant servi à crypter un message. Hélas, début 1942, une nouvelle machine Enigma M4 fait son apparition. Plus sophistiquée, elle exige 11 mois à l'équipe de scientifiques dirigés par Alan Turing dans le centre de Bletchley Park, près de Londres, pour décoder ses messages.

C'est au total plus de 18 000 messages émanant des machines Enigma qui seront décryptés durant la Seconde Guerre mondiale.

Le fonctionnement d'Enigma s'avère d'une efficacité redoutable. La machine est équipée d'un clavier pour saisir les données, de plusieurs roues servant au codage et d'un tableau lumineux affichant le résultat. En tapant une lettre du clavier, un voyant du tableau s'allume. Selon le modèle (M3 ou M4), trois ou quatre roues (dites « Brouilleur Rotor ») se trouvent placées entre le clavier et le tableau. Ainsi, en utilisant le premier rotor, si l'on tape la lettre B sur le clavier, le tableau affiche A. À chaque frappe, le rotor tourne d'un cran, donc en retapant B, on obtient C. Les deuxième et troisième rotors avancent d'un cran quand le premier effectue un tour complet. Un tableau de connexion sert également à mélanger les lettres de l'alphabet et un réflecteur distribue le courant dans les rotors avant affichage. Suivant l'orientation des rotors, leurs alphabets et le tableau de connexion, la machine Enigma M4 n'offre pas moins de 159 milliards de milliards de combinaisons différentes pour crypter un texte !





Dans son désir furieux de mener une guerre éclair (*Blitzkrieg*), le III<sup>e</sup> Reich s'est doté d'un arsenal considérable qui doit trouver son efficacité dans un mouvement rapide et coordonné de ses armées. La réussite de cette nouvelle stratégie militaire, à l'opposé des guerres de positions, dépend également de l'effet de surprise. Or, pour parvenir à conjuguer ces exigences, l'armée nazie doit encore s'assurer du secret de ses opérations. La machine Enigma, déjà utilisée durant les années 1930 par les militaires allemands, sera la clef de voûte de sa foudroyante conquête. Grâce à cette innovation technique, l'armée allemande garantit la confidentialité de sa transmission, la cohésion de ses unités et la rapidité de ses actions. Munie d'un fonctionnement électromécanique (automatique) de codage, Enigma est facile à utiliser. De petite taille, elle est aussi très maniable et ne pèse que 12 kilos.

## GARDER LA MAÎTRISE DES EAUX

Enigma, qui marque l'avènement de l'âge de la cryptographie, s'avère l'instrument idéal au succès de la *Blitzkrieg*. En deux années seulement, et pendant que les cryptographes du centre de déchiffrement de Bletchley Park sont à pied d'œuvre pour «casser» les codes d'Enigma, l'Allemagne a défait la quasi-totalité de ses ennemis européens : la Pologne en septembre 1939, le Danemark et la Norvège en avril 1940, la Belgique, les Pays-Bas, le Luxembourg et la France en mai 1940, la Yougoslavie et la Grèce en avril 1941. Seul le Royaume-Uni, sorti victorieux de la bataille d'Angleterre (juillet-octobre 1940), résiste encore à l'Ouest face aux forces de l'Axe. Mais le temps presse. La bataille de l'Atlantique fait rage. L'Allemagne tente d'imposer un blocus à l'île britannique. Les navires américains de ravitaillement en armes, nourriture, carburant et matières premières sont en permanence menacés d'être torpillés par l'armada nazie, et notamment les meutes de sous-marins (*U-boote*), qui croisent au large de ses côtes. Les Britanniques doivent garder la maîtrise des voies maritimes pour survivre. Le sort de la bataille de l'Atlantique dépend donc de la cryptanalyse de l'Enigma navale M3 pour identifier les positions allemandes.

## LE « TROU NOIR » DE 1942

Tous les messages décodés à Bletchley Park sont ensuite acheminés vers les ministères concernés (marine, air...). La source Enigma n'est jamais mentionnée, et les informations ont pour nom de code «Ultra». Jusqu'au début de l'année 1942, les cryptogrammes déchiffrés permettent de limiter le tonnage des navires alliés coulés par la flotte allemande (*Kriegsmarine*). Mais, soudain, c'est le «trou noir». Le *Submarine Tracking Room*, bureau britannique spécialement affecté au décryptage de l'Enigma naval utilisé par les *U-boote*, ne déchiffre plus rien. Le Reich est passé à une véritable industrie de guerre et construit davantage de sous-marins qu'elle équipe désormais de la nouvelle Enigma M4. Les effets sont immédiats. Les *U-boote* sont devenus muets ou presque ; il est impossible de prévenir les navires alliés pour les détourner de leur route. De 600 000 tonnes en 1941, le tonnage coulé dans l'Atlantique nord au milieu de l'année 1942 est multiplié par quatre pour atteindre 2 600 000 ! La pénurie menace l'île. Des opérations militaires sont alors organisées pour capturer des *U-boote* et leur Enigma M4, avec ses livres de codes et le message-clef utilisé. Résultat : les terribles *U-boote* deviennent enfin des proies et la courbe des navires torpillés s'inverse en 1943.

Le déchiffrement des codes d'Enigma, déjà important dans la bataille d'Angleterre, s'avère déterminant dans la bataille de l'Atlantique remportée in fine par les Britanniques. Sans la somme d'informations récoltées par les Alliés, les Allemands auraient conservé longtemps leur capacité de nuisance et les liens vitaux avec les États-Unis auraient été compromis. La guerre aurait été plus meurtrière et plus coûteuse, et le débarquement repoussé au moins d'une année selon les historiens.



## UN RÉCIT UNIVERSEL

C'est en découvrant dans la presse les excuses officielles prononcées par Gordon Brown au nom du gouvernement britannique en 2009 pour la maltraitance infligée au père de l'informatique moderne après la Seconde Guerre mondiale que les producteurs Nora Grossman et Ido Ostrowsky décident de mettre en chantier le projet d'IMITATION GAME.

Après des recherches menées sur la vie d'Alan Turing et l'achat des droits de sa biographie (signée Andrew Hodges), l'écriture du scénario est confiée au jeune romancier Graham Moore (*221b, Baker Street*, 2012) et la mise en scène au cinéaste norvégien Morten Tyldum. Enthousiaste à l'idée de mettre le projet en images, et notamment de tourner sur les lieux même des événements à Bletchley Park, ce dernier explique «*qu'il s'agit sans nul doute d'une période à part dans l'histoire britannique, mais les idées d'Alan dépassent de loin son époque et le contexte de la guerre. C'est pourquoi IMITATION GAME est bien plus qu'un simple film historique à mes yeux, c'est une histoire intemporelle à la portée universelle*».

## COULEURS ET LUMIÈRE DE LA TRAGÉDIE

L'action du film se déroule essentiellement durant la Seconde Guerre mondiale. Pour le réalisateur et son équipe technique, il s'agit donc de recréer l'époque des années 1940 avec justesse. Morten Tyldum songe alors à une esthétique de la lumière qui soit l'expression de l'existence tragique du personnage. Pour cela, il fait appel au chef-opérateur Óscar Faura (L'ORPHELINAT, 2008 ; THE IMPOSSIBLE, 2012).

De son côté, la décoratrice Maria Djurkovic constate que «*la palette des couleurs des années 40 est assez limitée*». Au final, le chromatisme du film tendra vers la monochromie des images, sorte de noir et blanc en couleurs qui pèse en permanence sur l'atmosphère du film et lui tient lieu d'habits de deuil.

## LA « BOMBE »

Enfin, la co-vedette du film, la «bombe» Christopher – machine à décrypter les codes que Turing a fabriquée dans les locaux de Bletchley Park – a fait l'objet d'un travail plastique particulièrement soigné. «*Il s'agit du premier ordinateur*, observe la technicienne

Djurkovic, *c'est une invention incroyable, qui sait ce qui se serait passé sans elle ? Ça n'est pas seulement la pièce maîtresse du film, c'est la pièce maîtresse de l'histoire. La vraie « bombe » était encastree dans une boîte en bakélite, mais dès le départ nous avons décidé que notre « Christopher » [prénom donné par Turing à sa machine en mémoire de son défunt camarade de lycée, NDLR] ne serait pas fermé, de sorte que l'on puisse voir ses entrailles au travail*».

## ALAN TURING, L'HOMME QUI AIMAIT LES POMMES

Alan Turing croqua une dernière pomme (empoisonnée au cyanure) et il mourut... Assassinat ? Suicide ? L'enquête de police ne conclut jamais officiellement au suicide. IMITATION GAME tranche pour sa part en faveur de la seconde hypothèse, plausible certes mais non attestée.

Quoi qu'il en soit, la pomme entamée, retrouvée près du corps de celui qui adorait les contes pour enfants, et en particulier BLANCHE-NEIGE ET LES SEPT NAINS, le dessin animé de Walt Disney, nous en évoque une autre. Celle du logo, créé par Rob Janoff en 1976, de la firme d'ordinateurs Apple.

Plusieurs explications circulent au sujet de cette pomme croquée qui, jusqu'en 1998, fut barrée des couleurs proches de celles de l'arc-en-ciel.

La première, la plus prosaïque, évoque les débuts impécunieux des créateurs d'Apple (Steve Jobs, Ron Wayne et Steve Wozniak) et leur manie de se sustenter de pommes à vils prix. La seconde, l'historique pourrait-on dire, raconte que cette pomme multicolore serait une évocation (ou déclinaison) du premier logo de l'entreprise où l'on voyait Isaac Newton adossé à un pommier, sous une branche portant une pomme qui, selon la légende, lui tomba sur la tête et lui permit de découvrir la loi universelle de la gravitation.

Enfin, la troisième hypothèse, la plus romantique et la plus vivace (mais toujours démentie par Janoff lui-même), voudrait faire du célèbre logo une référence à la mort de Turing. Laquelle constituerait un vibrant hommage des pères du célèbre Macintosh au pionnier magnifique de l'informatique moderne.





La présentation des excuses posthumes du premier ministre britannique Gordon Brown en 2009 pour le traitement «*déplorable*» infligé à Alan Turing au début des années 1950 a été l'élément déclencheur de l'écriture du scénario d'IMITATION GAME. On aurait pu craindre qu'en voulant se joindre à cet élan de repentance officielle, certes tardive mais nécessaire, le film ne cède au biopic sans nuances d'un mathématicien injustement méconnu, génial précurseur de nos outils informatiques d'aujourd'hui... Or, non seulement, IMITATION GAME évite l'écueil de l'hagiographie, souvent paresseusement assise sur une structure linéaire avec passages obligés propres au récit d'apprentissage, mais il n'omet pas de souligner les faiblesses du protagoniste qui s'avère de bout en bout un anti-héros. Une phrase récurrente, et prononcée par Turing lui-même, pourrait d'ailleurs servir de sous-titre programmatique au film : «*Parfois ce sont ceux dont on n'attend rien qui font des choses auxquelles nul ne s'attend*».

## UN DESTIN TRAGIQUE

L'histoire d'IMITATION GAME s'appuie sur une dramaturgie faite de flashes-back par rapport au présent de la narration des années 1950. On remarquera que le film débute par la fin et s'ouvre sur la période la plus sombre de la vie de Turing (correspondant à l'enquête pour délit d'homosexualité menée contre lui). Le choix n'est pas anodin. Il annonce la tragédie. Il donne le ton du film, en indique sa couleur à venir, exprime d'emblée son dépit face à la patrie britannique peu reconnaissante pour celui qui mit tout son génie à la sauver. Cette scène liminaire, qui reviendra régulièrement dans le récit, servira de contrepoint (à charge) face aux valeureux efforts du personnage. Loin d'être un simple artifice destiné à rythmer l'intrigue ou à créer des effets de surprise narratifs, la temporalité éclatée d'IMITATION GAME (déchronologie) offre une lecture captivante, parfois émouvante, du présent par le passé. Elle densifie le portrait du protagoniste, lui prête une épaisseur humaine sous des dehors monstrueusement froids, distants, inadaptés à la vie en société, et par conséquent motifs de tensions.

Les époques s'entrecroisent, la figure émerge, l'immense fragilité du personnage apparaît (sans pathos démesuré). Déjà, en 1928, à la Sherborne School, le jeune Turing fait l'objet de persécutions de la part des autres collégiens. Seule son amitié avec son camarade Christopher le sort de son isolement et lui permet même de s'épanouir

dans son domaine de prédilection : les mathématiques. Durant la guerre, à Bletchley Park, face à l'incompréhension de ses supérieurs (le Commandant Denniston), il doit se battre, y compris physiquement (avec son collègue Hugh), pour défendre maladroitement (il n'est pas bon orateur) la «*bombe*» qu'il a construite. Enfin, retourné à la vie civile après la guerre, il vit cloîtré chez lui et dans la chimie du traitement contre son homosexualité que la justice lui a imposée.

## COURSE CONTRE LA MONTRE

L'essentiel du film se déroule au centre de Bletchley Park, les grandes oreilles des services secrets britanniques qui, durant la Seconde Guerre mondiale, décryptent des informations placées sous le nom de code «*Ultra*». Rythmé comme un thriller, IMITATION GAME nous invite donc à voir le conflit de l'arrière, loin du feu des combats (quelques images d'archives insérées cependant dans les plis du récit inscrivent la fiction dans l'Histoire et pèsent sur son intensité dramatique). Ici, le théâtre des opérations n'est pas un champ de bataille, mais la guerre de l'information que les Britanniques doivent livrer à l'ennemi nazi et à sa redoutable arme de guerre Enigma qui lui assure longtemps la suprématie dans l'Atlantique nord. Aussi, le succès de l'entreprise menée à Bletchley dépend de la rapidité à laquelle les mathématiciens et scientifiques de l'ombre briseront les codes d'Enigma. Une course contre la montre est alors engagée, laquelle est métaphorisée par la répétition des images de courses à pied de Turing et par un fondu enchaîné astucieux des roulements de la machine de Turing avec ceux des chenilles des chars nazis.

L'agencement des flashes-back, qui fonctionne comme une suite de tableaux de la vie de Turing, cultive autant le mystère qu'il n'éclaire le destin du personnage. À cet égard, on observera que le réalisateur Morten Tyldum et le chef-opérateur Óscar Faura ont fait le choix d'une mise en scène très sobre, sinon sombre et austère. L'espace de la mise en scène est peu éclairé ; les images sont souvent partagées entre ombre et lumière. Certes, elles répondent à la noirceur de l'époque de la guerre et au décor victorien de Bletchley, mais elles font aussi écho à la part inaccessible de la figure du personnage, à son mystère et à son âme tourmentée. Cette couleur presque monochrome du film est enfin à voir comme l'expression plastique de son hommage discret (la couleur du deuil qu'il endosse) pour le génie d'un homme que les contemporains de Turing n'ont guère su reconnaître.

# À VOUS DE DÉCRYPTER !

Envoyez vos réponses à l'adresse e-mail suivante :  
scolaires@parenthesecinema.com

**LES 10 PREMIÈRES BONNES RÉPONSES  
POUR CHAQUE JEU RECEVRONT  
DES PLACES DE CINÉMA GRATUITES  
POUR TOUTE LA CLASSE POUR DÉCOUVRIR LE FILM !**

## JEU 1

Un exercice pluridisciplinaire – mathématiques & histoire – à faire en classe avec vos élèves.



### → 1<sup>ER</sup> INDICE : LE CODE DE DÉCHIFFRAGE

L'homme qui a donné son nom au code qui vous permettra de déchiffrer l'énigme va se révéler parmi la liste des mathématiciens ci-dessous :

Brauer Richard  
Einstein Albert  
Ampère André-Marie  
Leibniz Gottfried Wilhelm  
Euler Leonhard

### → 2<sup>ÈME</sup> INDICE : LA CLÉ DE DÉCHIFFRAGE

Retrouvez le texte du discours radiodiffusé, prononcé depuis l'Angleterre un certain jour de juin 1940.

## MODE D'EMPLOI

1. Le message est codé suivant le « chiffre de BEALE », code cité dans le film IMITATION GAME (premières lettres des noms des mathématiciens de la première énigme).

Le principe de codage est très simple :

- On choisit un texte de référence : « la clé »

La clé choisie ici est l'appel du 18 juin du Général de Gaulle :

<http://www.charles-de-gaulle.org/pages/l-homme/dossiers-thematiques/1940-1944-la-seconde-guerre-mondiale/l-appel-du-18-juin.php>

• Pour chaque lettre du message à coder, il faut trouver un mot du texte « clé » qui commence par cette lettre, la position du mot dans le texte donne le nombre qui code la lettre.

Pour éviter toute ambiguïté sur le comptage des mots, ils ont été comptés à partir du compteur d'un logiciel de traitement de texte, ainsi, par exemple « Etats-Unis » compte pour un seul mot.

Ainsi, le 11 du message codé code le 11<sup>ème</sup> mot du texte « clé » qui est « tête », il s'agit donc de la lettre « T ».

Ce système de codage permet de rendre le code résistant à une analyse fréquentielle puisque la même lettre peut être codée par des nombres différents.

En revanche, une fois le mécanisme compris, le déchiffrement du texte ne comporte pas un intérêt majeur. Nous avons donc légèrement compliqué la chose, d'une part par les deux petites énigmes permettant de retrouver le système de codage et la clé de chiffrement, d'autre part par le message chiffré lui-même.

2. Le message chiffré est un anagramme du message à retrouver. Il restera donc ensuite aux élèves à recombinaison les lettres obtenues pour retrouver le message.

3. Prolongements possibles

• Travail de combinatoire pour retrouver l'anagramme, création d'un arbre des possibles par groupes. Trouver le nombre d'anagrammes possibles.

- Recherche sur le « chiffre de Beale ».

- Travail sur l'analyse fréquentielle à l'aide du site « dcode » : <http://www.dcode.fr/analyse-frequences>



## JEU 2

Le message codé ci-dessous est un poème de Marcel Pagnol qui parle justement du nombre qui vous servira à le décrypter !

OB GJWLQTKHWMWJN HUW NMKTK  
H'HWZH GNJQE C LMY YP S,  
KC ON LHYHME JAV TXBX SSCJDZ  
G'EAZF KKAR C XO T DMDG.

Ce texte a été codé comme le faisait la machine ENIGMA, selon la méthode dite du « carré de Vigenère », le mot-clé, comme on le voit dans le film IMITATION GAME, étant changé tous les jours à minuit !

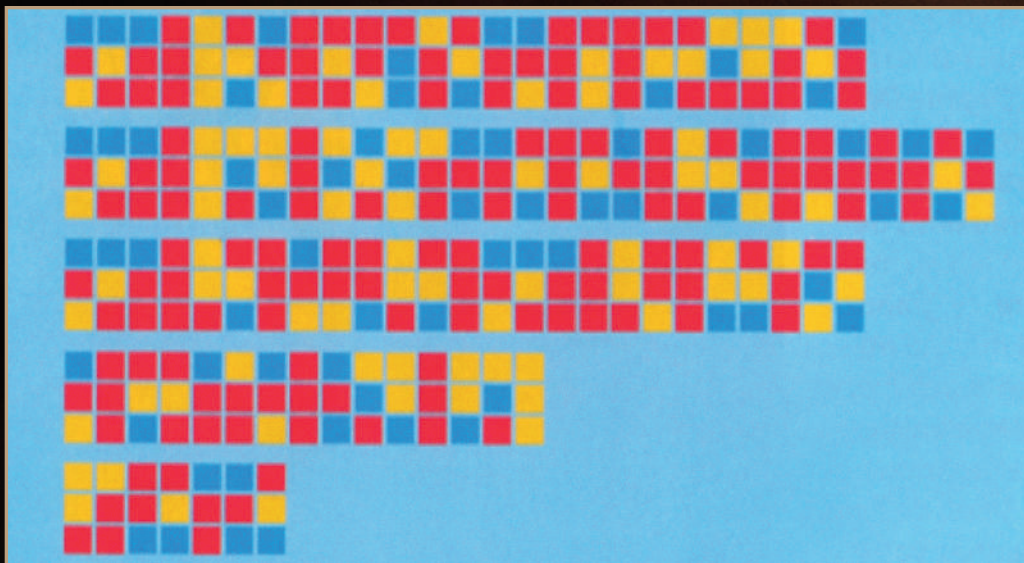
Ici le nombre-clé est un certain nombre dont on connaît aujourd'hui des milliards de décimales.

Chacune des lettres successives du message a ainsi été décalée (dans l'ordre alphabétique) d'un nombre égal aux chiffres successifs des décimales de ce nombre ...

A vous de jouer !

## JEU 3

Un message à décrypter avec un code à « base 3 » :



Pour décrypter ce message secret, remplacez chaque carré bleu par le chiffre 2, jaune par le chiffre 1, rouge par le chiffre 0.

Chaque triplet de couleurs représente alors, en colonne, le numéro de la lettre de l'alphabet écrit « en base 3 ». Par exemple, le premier triplet représente la  $(2 \times 9 + 0 \times 3 + 1)$ ième lettre de l'alphabet, c'est-à-dire S (la 19ième lettre).



Message codé proposé par l'équipe du jeu-concours Kangourou des mathématiques 2014, distributeur de la revue Les malices du Kangourou : Codes et messages secrets. Info sur [www.mathkang.org](http://www.mathkang.org)