

1. ÉQUATION DE DRAKE



FIGURE 1
Frank Drake dans ses jeunes années

L'équation de Drake se lit ainsi :

$$N = R \times f_p \times n_e \times f_i \times f_c \times L \quad (1.1)$$

Où : N = nombre de civilisations détectables
 R = taux de formation des étoiles dans la Voie Lactée (étoiles/année)
 f_p = fraction des étoiles qui forment des planètes
 n_e = nombre approximatif de planètes capables d'engendrer la vie autour d'une étoile
 f_i = fraction des planètes où la vie existe actuellement

f_i = fraction des planètes où une civilisation intelligente existe
 f_c = fraction des planètes où une civilisation intelligente développe des moyens de communications intersidéraux
 L = période de temps sur laquelle la civilisation intelligente demeure détectable (années)

Depuis les 40 dernières années, la recherche de vie extraterrestre a suscité un vif intérêt tant chez les scientifiques que chez le grand public. Bien que nous ne sachions pas réellement comment l'engouement pour ce sujet soit né, nous savons que l'un des premiers articles publiés sur le sujet en 1959 par les physiciens Giuseppe Cocconi et Philip Morrison intitulé *Searching for Interstellar Communications* a piqué la curiosité de plusieurs. Sept mois plus tard, un dénommé Frank Drake fut le pionnier dans la recherche systématique de signaux intelligents venant du cosmos avec son projet Ozma. Après l'échec de Ozma, Drake organisa, en 1961, un regroupement de scientifiques réputés, *The Order of the Dolphin*, pour discuter des différents paramètres à considérer pour calculer les probabilités de découvrir une vie extraterrestre dans notre galaxie à partir de la Terre. D'ailleurs, c'est en se préparant pour cette réunion que l'idée de sa fameuse équation permettant d'évaluer nos chances de détecter d'autres civilisations lui est venue.

Le travail de *The Order of the Dolphin* a donc consisté à s'interroger sur la valeur de chacun des paramètres de l'équation de Drake. Pour se faire, ils se sont basés sur les données scientifiques de l'époque, mais surtout sur une série d'hypothèses plus ou moins contestables. Cependant, ils ont choisi de se concentrer uniquement sur la recherche de civilisations qui, comme la nôtre, pourraient révéler leur présence par la transmission d'ondes radio. Ils ont donc laissé tomber la recherche de civilisations plus avancées que la nôtre, car cette nouvelle perspective soulevait beaucoup trop de questions auxquelles nos connaissances actuelles ne peuvent répondre, ce qui ferait tendre le résultat vers zéro.

Pour se diriger dans leur recherche, ces scientifiques se sont donc basés sur un raisonnement largement admis en science, soit le principe de médiocrité. Ce principe dit que l'Univers est dans son ensemble assez similaire à ce que nous pouvons en observer. Cependant, puisqu'il ne s'agit que d'une hypothèse, si ce principe est erroné, toutes les estimations de l'équation de Drake le sont aussi, ce qui soulève une certaine controverse dans la communauté scientifique. Chez les astronomes, les physiciens et les chimistes, ce principe s'est avéré très fructueux dans tous les domaines de la science qui ont prouvé que l'Univers est pratiquement toujours le même, et ce, peu importe l'échelle à laquelle nous l'étudions. Toutefois, chez les biologistes, nous retrouvons plutôt la théorie que la vie intelligente sur Terre est due à un nombre tellement grand d'événements hautement improbables, que l'apparition d'une espèce intelligente dans notre galaxie paraît presque nulle. Cette théorie fait donc du principe de base de l'équation de Drake le premier aspect contestable sur la crédibilité de celle-ci. Selon nous, le principe de médiocrité étant éprouvé dans plusieurs domaines scientifiques, nous considérons que les évaluations qui en découlent sont acceptables.

C'est donc en faisant une application logique et cohérente de ce principe et des données scientifiques de l'époque que Drake et ses acolytes ont trouvé certaines valeurs pour les paramètres de l'équation. Toutefois, la plupart d'entre elles restent très discutables, puisqu'elles ne reposent sur aucune preuve concrète. Ainsi, N correspondant au nombre de civilisations détectables dans la Voie Lactée découle des paramètres suivants.

The Order of the Dolphin estima que R , le taux de formation d'étoiles dans notre galaxie par année, égale 1. R est la seule valeur basée sur de véritables données observables. Pour se faire, les astronomes et les astrophysiciens ont construit une

théorie détaillée du cycle de vie des étoiles en les observant dans notre galaxie et ils en sont arrivés au résultat ci-haut. Toutefois, de récentes recherches indiquent qu'il y aurait environ 10 à 20 étoiles naissant chaque année, ce qui fausserait cette donnée de l'équation. Cependant, celles-ci ne seraient pas toutes propices à l'apparition de la vie, car plusieurs d'entre elles ne peuvent pas constituer une source d'énergie adéquate. En effet, seulement 10% des étoiles de notre galaxie pourraient contribuer à l'apparition de la vie. Ainsi, si nous appliquons cette dernière donnée, soit 10%, aux 10 à 20 étoiles naissant chaque année, cela donne un R d'environ 1 à 2 étoiles par année. Personnellement, puisque cette modification que nous venons d'exposer tend à augmenter le R de Drake, nous sommes d'avis que nous devrions prendre une valeur moyenne entre 1 et 2 pour R. De plus, certains scientifiques sont d'avis que nous devrions plutôt considérer R comme étant le nombre de planètes en formation il y a des milliards d'années car elles seraient plus susceptibles d'abriter une forme de vie intelligente, ce qui donnerait un R entre 1 et 3, voire peut-être même 5. Toutefois, nous laisserons de côté cette dernière affirmation car nous avons décidé de s'en tenir à la version originale de l'équation. Notre R personnel est donc de 1,5.

La fraction d'étoiles naissantes pouvant former un système planétaire, f_p , a été évaluée entre 0,2 et 0,5. Au fil des années, ce nombre est resté passablement identique. En effet, les scientifiques s'entendent pour dire qu'au moins 50% des étoiles nouvellement nées sont entourées d'un disque de poussière, siège intense de formation de planètes détecté par infra rouge et par télescope. Toutefois, d'après de récentes découvertes faites par des spécialistes qui traquent les planètes extrasolaires, le nombre d'étoiles n'appartenant pas à un système binaire et possédant un système planétaire serait de 5%. Bien sûr, il semble que cette remarque soit très pertinente puisqu'il s'agit d'une condition essentielle à la vie car deux étoiles apporteraient certains désagréments comme des écarts de température beaucoup trop élevés. Cependant, nos technologies actuelles nous laissent en carence de données sur le

sujet. Dans les prochaines années, nous pourrions voir ce pourcentage augmenter et, selon certains experts, atteindre 50%, voire même 100%. Ainsi, même si, pour le moment, ces données restent assez nébuleuses, soit 20% à 80% selon les experts, il s'agit tout de même d'un paramètre estimable que nous pourrions un jour considérer au même titre que R . Nous choisissons donc de rester à 50% pour cette valeur.

Pour évaluer n_e , le nombre de planètes pouvant abriter la vie dans ces systèmes stellaires, *The Order of the Dolphin* s'est basé sur notre propre système solaire comme exemple. En effet, ils ont jugé qu'une planète présentant de l'eau sous forme liquide est susceptible de présenter les conditions nécessaires à la présence de vie. Ainsi, puisque dans notre système solaire nous retrouvons trois objets pouvant supporter la vie (Terre, Mars et Europe, l'une des lunes de Jupiter), ils ont évalué n_e équivalent à 3, plus ou moins 2. Malheureusement, des recherches récentes sur les planètes extrasolaires détectées nous démontrent que notre système solaire pourrait faire l'exception plutôt que de dicter la règle. Bien sûr, pour le moment, nous ne possédons pas beaucoup de renseignements sur le sujet, mais ceux-ci tendent à diminuer la valeur originale de n_e à 0,01 puisqu'il n'y aurait que 1% des étoiles possédant un système stellaire qui pourrait abriter la vie. Personnellement, nous considérons que nos données ne sont pas assez précises sur ce sujet et que notre propre système est peut-être une exception. L'évaluation de 1 à 3 donnée à n_e est donc probablement trop généreuse, mais ce paramètre reste beaucoup trop difficile à cerner. Puisque, personnellement, nous y placerions plutôt une fraction qu'un nombre, nous évaluons ce paramètre à 1 car, si le chiffre est plus élevé, il suppose automatiquement qu'un système stellaire a une planète qui pourra sûrement développer la vie.

Pour estimer f_l (fraction de ces planètes où la vie a pu évoluer) à 1, l'équipe de Drake s'est basée sur le principe que la vie se forme toujours où elle le peut. En effet, si une

planète possède les éléments propices à l'apparition de la vie, il est certain que celle-ci s'y est installée, ce qui signifie que f_i est de 1. De nos jours, nous accordons moins d'importance à ce paramètre. Toutefois, il reste que les scientifiques actuels sont assez confiants pour l'exactitude de cette valeur. Selon les dernières découvertes de micro-organismes apparus sur Terre seulement quelque temps après la dernière catastrophe planétaire, la vie pourrait apparaître partout où le milieu le permet. Ainsi, tout comme les scientifiques de l'époque et ceux d'aujourd'hui, nous estimons cette valeur raisonnable.

Selon le concept darwinien du processus de la sélection naturelle, Drake et ses comparses ont proposé que partout où la vie peut évoluer, elle peut se développer pour aboutir à une forme de vie intelligente car celle-ci est la conséquence inévitable de toute évolution, accordant ainsi à f_i , fraction de ces planètes où une évolution biologique a pu produire une forme de vie intelligente, la valeur de 1. Selon les experts en la matière, f_i fait partie des trois paramètres les plus difficiles à évaluer dû au manque flagrant de données sur le sujet. De plus, en étudiant notre système solaire, il semblerait que ce n'est pas parce qu'une planète propose les conditions idéales à l'avènement de la vie et qu'elle survit dans le temps qu'elle produira indéfiniment les mêmes conditions, ce qui a été prouvé avec des simulations par ordinateur. De plus, si nous nous fions au modèle terrestre, l'influence gravitationnelle de Jupiter sur la Terre n'est pas négligeable car celle-ci nous protégerait de l'impact de plusieurs objets célestes. Puisque nous ne connaissons pas toutes les conditions de notre évolution, il est difficile d'évaluer f_i , même si certains l'estiment à 0,5. Quant à nous, nous croyons que f_i pourrait être encore plus petit dû au hasard de tant de circonstances qui ont permis notre évolution. De plus la probabilité qu'une telle planète soit détruite par une catastrophe est à considérer. Nous gardons finalement la valeur de 0,5 estimée par les scientifiques.

Le deuxième paramètre qu'il est pratiquement impossible d'évaluer est f_c , fraction de ces formes de vie intelligente capables de communiquer à travers l'Univers. *The Order of the Dolphin* l'a évalué entre 0,1 et 0,2. Cependant, ces valeurs ont été trouvées en se basant sur le fait que, sur Terre, nous retrouvons des espèces intelligentes comme les dauphins, qui ne communiquent pas par des procédés technologiques. Ce fait introduit l'hypothèse qu'il pourrait y avoir des civilisations intelligentes qui ne seraient pas détectables par ondes radio dans l'Univers. Cette valeur a été émise un peu par hasard. Malheureusement, puisque nous ne possédons pas de meilleures données sur le sujet, nous acceptons cette valeur par défaut.

Drake et ses collègues déterminèrent que L , la période de temps qu'une civilisation communiquant par ondes radio peut survivre oscille entre 1000 et 100 000 000 d'années, si elle ne se détruit pas elle-même bien sûr, et, donc restent détectables sur une période de temps semblable. Tout comme les paramètres f_i et f_c , la valeur de L nous est complètement inconnue. Le problème avec cette donnée, c'est qu'elle comporte un aspect autant scientifique que sociologique, ce qui en fait l'objet de nombreux débats. En effet, si nous considérons la longévité de la Terre et du Soleil en exemple, leur vie est évaluée à 10 milliards d'années. Cependant, si nous devions disparaître demain matin, L serait beaucoup plus petit, ce qui change passablement les probabilités. De plus, nous croyons qu'il y a d'autres paramètres à considérer dans L , soit la durée de temps qu'une civilisation communique par ondes radio par rapport à sa durée de sa vie. Par exemple, l'humanité intelligente existe depuis des milliers d'années, mais c'est seulement depuis les 100 dernières de son évolution que nous communiquons par ondes radio. Nous croyons donc qu'il est pratiquement impossible d'évaluer L avec justesse. Nous proposons donc un L de 10 000 ans, vu le passé de l'humanité et son futur incertain.

Dans les cas les plus optimistes de l'équation de Drake, nous pouvons réduire l'équation à $N = L$. Ainsi, nous sommes en présence d'une corrélation entre le nombre de civilisations détectables et leur durée de vie. Nous pouvons alors en déduire que, dans les meilleurs cas, plus les civilisations ont une longévité étendue, plus nous avons de chance de les observer. De plus, nous pourrions en déduire qu'il existe une certaine relation entre la longévité de notre propre civilisation (en se basant sur celle-ci pour évaluer L) et le nombre de civilisations observables. Ces résultats peuvent donc nous pousser à nous questionner sur le résultat obtenu avec cette équation puisqu'il y a au moins trois des paramètres qu'il est, pour le moment, difficile d'évaluer et que des détails ont été omis. En conclusion, nous croyons tout de même que l'équation de Drake constitue une bonne piste de réflexions pour estimer la possibilité de détecter une autre civilisation.

À titre indicatif seulement, nous nous sommes permises de faire quelques estimations du nombre de civilisations détectables grâce à l'équation de Drake. Nous avons choisi de calculer ce nombre selon quatre visions. La première, celle de la moyenne, utilise des valeurs moyennes trouvées par les scientifiques. La seconde, celle des optimistes, utilise les valeurs à la hausse des estimations scientifiques. La troisième, celle des pessimistes, tient compte des valeurs à la baisse des scientifiques. Finalement, la quatrième correspond aux valeurs que nous jugeons appropriées.

Tableau 1
Nombre de civilisations calculé en fonction de différentes visions

Paramètres	La moyenne	Les optimistes	Les pessimistes	Notre vision
R	10	20	1	1,5
f_p	35%	50%	20%	50%
n_e	3	3	3	1
f_l	100%	100%	100%	100%
f_i	50%	100%	10%	50%
f_c	15%	20%	10%	15%
L	50 000 000	100 000 000	1000	10 000
N	39 375 000	600 000 000	6	562

Aussi, face aux résultats obtenus, nous avons trouvé intéressant de calculer la distance qui sépare ces civilisations si elles sont réparties uniformément dans la Voie Lactée. Nos résultats apparaissent dans le tableau 2.

Tableau 2
Distance entre deux civilisations détectables si elles sont réparties uniformément dans la galaxie

Paramètres	La moyenne	Les optimistes	Les pessimistes	Notre vision
N	39 375 000	600 000 000	6	562
A_c (m ²)	1,7878E+34	1,1732E+33	1,1732E+41	1,2514E+39
R_c (m)	7,5437E+16	1,9325E+16	1,9325E+20	1,9958E+19
D_2 (m)	1,5087E+17	3,865E+16	3,865E+20	3,9917E+19
V_{O_2} (années)	15,93638146	4,0824829	40824,829	4216,370214

Où : A_c = aire occupée par chaque civilisation
 R_c = rayon du disque d'aire occupée par chaque civilisation
 D_2 = distance séparant chaque civilisation
 V_{O_2} = temps pris par une onde électromagnétique à parcourir D_2

Le fait le plus intéressant à constater avec ces calculs concerne V_{O_2} . Nous voyons que, selon les évaluations des scientifiques de la moyenne, il pourrait être possible de recevoir des signaux extraterrestres dans une période de temps raisonnables. Pour les optimistes, il serait encore plus probable d'en recevoir alors que, pour les pessimistes et selon notre vision, nous ne pourrions pas recevoir des signaux dans un délai raisonnable, à savoir qu'il serait émis actuellement. Évidemment, nous avons supposé que les civilisations étaient réparties uniformément. Dans la réalité, il en est sûrement autrement.