

Agner Krarup Erlang

Agner Krarup Erlang (1er janvier 1878 - 3 février 1929 à Copenhague) est un mathématicien danois ayant beaucoup travaillé sur la théorie des files d'attente, et la gestion des réseaux téléphoniques.

Erlang s'est attelé à l'élaboration d'un modèle mathématique pour le dimensionnement des réseaux de télécommunications, fondé sur les processus de Poisson.



Au moment de sa mort relativement précoce, à l'âge de 51 ans, Erlang avait créé le domaine de l'analyse des réseaux téléphoniques.

Ses premiers travaux visant à examiner l'utilisation des lignes téléphoniques locales, centrales et principales dans une petite communauté pour comprendre les exigences théoriques d'un réseau efficace ont conduit à la création de la formule d'Erlang, qui est devenue un élément fondamental des études modernes sur les réseaux de télécommunications.

Erlang est né à Lønborg, près de Tarm, dans le Jutland. Il était le fils d'un maître d'école et un descendant de Thomas Fincke du côté de sa mère. À 14 ans, il réussit avec distinction l'examen préliminaire de l'Université de Copenhague, après avoir obtenu une dispense pour le passer car il était plus jeune que l'âge minimum habituel. Pendant les deux années suivantes, il enseigne aux côtés de son père.

Un parent éloigné lui fournit gratuitement le logement et la nourriture, et Erlang se prépara et passa l'examen d'entrée à l'Université de Copenhague en 1896 et le réussit avec distinction. Il a obtenu une bourse d'études universitaire et s'est spécialisé en mathématiques. Il a également étudié l'astronomie, la physique et la chimie. Il a obtenu une maîtrise en 1901 et, au cours des 7 années suivantes, a enseigné dans plusieurs écoles. Il a maintenu son intérêt pour les mathématiques et a reçu un prix pour un article qu'il a soumis à l'Université de Copenhague.

Il était membre de l'Association danoise des mathématiciens (DMF) et grâce à cela, il rencontra le mathématicien amateur Johan Jensen, l'ingénieur en chef de la Compagnie de téléphone de Copenhague (KTAS en danois), une émanation de l'International Bell Telephone Company. Erlang a travaillé pour la Compagnie de Téléphone de Copenhague à partir de 1908 pendant près de 20 ans, jusqu'à sa mort à Copenhague après une opération abdominale.

Alors qu'il travaillait pour le CTC, Erlang s'est vu confronté au problème classique de déterminer le nombre de circuits nécessaires pour fournir un service téléphonique acceptable. Sa réflexion va plus loin en cherchant combien d'opérateurs téléphoniques sont nécessaires pour traiter un volume d'appels donné. La plupart des centraux téléphoniques utilisaient alors des opérateurs humains et des tableaux de câbles pour commuter les appels téléphoniques au moyen de prises jack.

Par nécessité, Erlang était un chercheur de terrain. Il effectuait des mesures et était prêt à grimper dans les bouches d'égout des rues pour ce faire.

Il était également un expert dans l'histoire et le calcul des tableaux numériques de fonctions mathématiques, notamment les logarithmes. Il imagine de nouvelles méthodes de calcul pour certaines formes de tableaux.

Il a développé sa théorie du trafic téléphonique sur plusieurs années. Ses publications importantes comprennent :

- 1909 – « La théorie des probabilités et des conversations téléphoniques », qui prouve que la distribution de Poisson s'applique au trafic téléphonique aléatoire.
- 1917 – « Solution de certains problèmes dans la théorie des probabilités de signification dans les centraux téléphoniques automatiques », qui contient ses formules classiques pour la perte d'appel et le temps d'attente.
- 1920 - "Les temps d'attente téléphoniques", qui constitue le principal ouvrage d'Erlang sur les temps d'attente, en supposant des temps d'attente constants.

La poste britannique a accepté sa formule comme base de calcul des installations de circuit.

En 1946, le CCITT baptise l'unité internationale de trafic téléphonique « erlang ».

Un langage de distribution statistique et de programmation a également été nommé en son honneur.

L'erlang (**symbole E**) est une unité sans dimension utilisée en téléphonie comme mesure de la charge offerte ou de la charge transportée sur des éléments fournissant des services tels que des circuits téléphoniques ou des équipements de commutation téléphonique. Un circuit à cordon unique a la capacité d'être utilisé pendant 60 minutes en une heure. La pleine utilisation de cette capacité, soit 60 minutes de trafic, constitue 1 erlang.

Le trafic transporté en erlangs est le nombre moyen d'appels simultanés mesuré sur une période donnée (souvent une heure), tandis que le trafic offert est le trafic qui serait transporté si toutes les tentatives d'appel réussissaient. Le volume de trafic proposé en pratique dépendra de ce qui arrive aux appels sans réponse lorsque tous les serveurs sont occupés.

Le CCITT a nommé l'unité internationale du trafic téléphonique erlang en 1946 en l'honneur d'Agner Krarup Erlang.

Dans l'analyse d'Erlang sur l'utilisation efficace des lignes téléphoniques, il a dérivé les formules pour deux cas importants, Erlang-B et Erlang-C, qui sont devenus des résultats fondamentaux dans l'ingénierie du télétrafic et la théorie des files d'attente. Ses résultats, encore utilisés aujourd'hui, relient la qualité de service au nombre de serveurs disponibles. Les deux formules prennent la charge offerte comme l'une de leurs principales entrées (en erlangs), qui est souvent exprimée en taux d'arrivée d'appel multiplié par la durée moyenne de l'appel.

Une hypothèse distinctive derrière la formule Erlang B est qu'il n'y a pas de file d'attente, de sorte que si tous les éléments de service sont déjà utilisés, un appel nouvellement arrivé sera bloqué puis perdu. La formule donne la probabilité que cela se produise. En revanche, la formule Erlang C prévoit la possibilité d'une file d'attente illimitée et donne la probabilité qu'un nouvel appel doive attendre dans la file d'attente car tous les serveurs sont utilisés. Les formules d'Erlang s'appliquent assez largement, mais elles peuvent échouer lorsque la congestion est particulièrement élevée, provoquant des tentatives répétées du trafic infructueux. Une façon de comptabiliser les tentatives lorsqu'aucune file d'attente n'est disponible est la méthode Extended Erlang B.

Mesures de trafic d'un circuit téléphonique

Lorsqu'il est utilisé pour représenter le trafic transporté, une valeur (qui peut être un nombre non entier tel que 43,5) suivie de « erlangs » représente le nombre moyen d'appels simultanés acheminés par les circuits (ou d'autres éléments fournisseurs de services), cette moyenne étant calculée sur une période raisonnable de temps. La période sur laquelle la moyenne est calculée est souvent d'une heure, mais des périodes plus courtes (par exemple 15 minutes) peuvent être utilisées lorsqu'on sait qu'il y a de courtes poussées de demande et qu'une mesure du trafic est souhaitée qui ne masque pas ces poussées. Un erlang de trafic acheminé fait référence à une seule ressource utilisée en continu, ou à deux canaux chacun étant utilisés cinquante pour cent du temps, et ainsi de suite. Par exemple, si un bureau a deux opérateurs téléphoniques qui sont tous deux occupés en permanence, cela représenterait deux erlangs (2 E) de trafic ; ou bien un canal radio occupé en permanence pendant la période d'intérêt (par exemple une heure) est dit avoir une charge de 1 erlang.

Lorsqu'elle est utilisée pour décrire le trafic offert, une valeur suivie de « erlangs » représente le nombre moyen d'appels simultanés qui auraient été acheminés s'il y avait un nombre illimité de circuits (c'est-à-dire si les tentatives d'appel effectuées lorsque tous les circuits étaient en cours d'utilisation n'avaient pas été rejetées). La relation entre le trafic offert et le trafic acheminé dépend de la conception du système et du comportement des utilisateurs. Trois modèles courants sont (a) les appelants dont les tentatives d'appel sont rejetées s'en vont et ne reviennent jamais, (b) les appelants dont les tentatives d'appel sont rejetées réessaient dans un laps de temps assez court, et (c) le système permet aux utilisateurs d'attendre dans la file d'attente jusqu'à ce qu'un circuit soit disponible.

Une troisième mesure du trafic est le trafic instantané, exprimé sous la forme d'un certain nombre d'erlangs, c'est-à-dire le nombre exact d'appels ayant lieu à un moment donné. Dans ce cas, le nombre est un entier non négatif. Les appareils d'enregistrement du niveau de trafic, tels que les enregistreurs à stylo mobile, tracent le trafic instantané.

L'analyse d'Erlang

Les concepts et les mathématiques introduits par Agner Krarup Erlang ont une large applicabilité au-delà de la téléphonie. Elles s'appliquent partout où les utilisateurs arrivent plus ou moins au hasard pour recevoir un service exclusif de l'un quelconque d'un groupe d'éléments prestataires de services sans réservation préalable, par exemple lorsque les éléments prestataires de services sont des guichets de vente de billets, des toilettes dans un avion, ou chambres de motel. (Les modèles d'Erlang ne s'appliquent pas aux éléments de fourniture de services sont partagés entre plusieurs utilisateurs simultanés ou que différentes quantités de services sont consommées par différents utilisateurs, par exemple sur des circuits transportant du trafic de données.)

L'objectif de la théorie du trafic d'Erlang est de déterminer exactement combien d'éléments de fourniture de services doivent être fournis afin de satisfaire les utilisateurs, sans surprovisionnement inutile. Pour ce faire, un objectif est fixé en termes de niveau de service (GoS) ou de qualité de service (QoS). Par exemple, dans un système sans file d'attente, le GoS peut être tel que pas plus d'un appel sur 100 soit bloqué (c'est-à-dire rejeté) en raison de l'utilisation de tous les circuits (un GoS de 0,01), ce qui devient la probabilité cible. de blocage d'appels, P_b , lors de l'utilisation de la formule Erlang B.

Il existe plusieurs formules résultantes, notamment Erlang B, Erlang C et la formule Engset associée, basées sur différents modèles de comportement des utilisateurs et de fonctionnement du système. Ceux-ci peuvent chacun être dérivés au moyen d'un cas particulier de processus markoviens en temps continu connu sous le nom de processus naissance-mort. La méthode Extended Erlang B, plus récente, fournit une solution de trafic supplémentaire qui s'appuie sur les résultats d'Erlang.

Il existe un **langage de programmation Erlang** de haut niveau.

Le nom Erlang, attribué à Bjarne Dæker, a été présumé par ceux qui travaillaient sur les commutateurs téléphoniques (pour lesquels le langage a été conçu) comme une référence au mathématicien et ingénieur danois Agner Krarup Erlang et une abréviation syllabique de « *Langue Ericsson* ».

Erlang a été conçu dans le but d'améliorer le développement d'applications de téléphonie. La version initiale d'Erlang a été implémentée dans Prolog et a été influencée par le langage de programmation PLEX utilisé dans les centraux d'échanges Ericsson antérieurs. En 1988, Erlang avait prouvé qu'il était adapté au prototypage de centraux téléphoniques, mais l'interpréteur Prolog était beaucoup trop lent. Un groupe au sein d'Ericsson a estimé qu'il faudrait qu'il soit 40 fois plus rapide pour pouvoir être utilisé en production. En 1992, les travaux ont commencé sur la machine virtuelle (VM) BEAM qui compile Erlang en C en utilisant un mélange de code compilé nativement et de code threadé pour trouver un équilibre entre performances et espace disque. Selon le co-inventeur Joe Armstrong, le langage est passé du produit de laboratoire aux applications réelles après l'effondrement du central téléphonique AX de nouvelle génération nommé AXE-N en 1995. En conséquence, Erlang a été choisi pour le prochain Échange en mode de transfert asynchrone (ATM) AXD.

En février 1998, Ericsson Radio Systems a interdit l'utilisation interne d'Erlang pour les nouveaux produits, invoquant une préférence pour les langages non propriétaires.

L'interdiction a amené Armstrong et d'autres à envisager de quitter Ericsson. En mars 1998, Ericsson a annoncé le commutateur AXD301, contenant plus d'un million de lignes d'Erlang et a signalé qu'il atteignait une haute disponibilité de neuf « 9 ». En décembre 1998, la mise en œuvre d'Erlang était open source et la plupart des membres de l'équipe d'Erlang ont démissionné pour former une nouvelle société Bluetail AB. Ericsson a finalement assoupli l'interdiction et a réembauché Armstrong en 2004.

En 2006, la prise en charge native du multitraitement symétrique a été ajoutée au système d'exécution et à la machine virtuelle.

En 2014, Ericsson a signalé qu'Erlang était utilisé dans ses nœuds de support, ainsi que dans les réseaux mobiles GPRS, 3G et LTE du monde entier, ainsi que par Nortel et T-Mobile.

Erlang est utilisé dans RabbitMQ. Comme Tim Bray, directeur des technologies Web chez Sun Microsystems, l'a exprimé dans son discours à la O'Reilly Open Source Convention (OSCON) en juillet 2008 :

Si quelqu'un venait me voir et voulait me payer beaucoup d'argent pour construire un système de gestion de messages à grande échelle qui devait vraiment être opérationnel tout le temps et ne pouvait jamais se permettre de tomber en panne pendant des années, je choiserais sans hésiter Erlang pour construire-le.

Erlang est le langage de programmation utilisé pour coder WhatsApp.

Elixir est un langage de programmation qui se compile en byte code BEAM (via Erlang Abstract Format).

Depuis sa sortie en open source, Erlang s'est répandu au-delà des télécommunications, s'établissant sur d'autres marchés verticaux tels que la FinTech, les jeux, la santé, l'automobile, l'Internet des objets et la blockchain. Outre WhatsApp, d'autres sociétés sont répertoriées comme des réussites d'Erlang : Vocalink (une société MasterCard), Goldman Sachs, Nintendo, AdRoll, Grindr, BT Mobile, Samsung, OpenX et SITA.

Je ne suis pas mathématicien, je n'irai pas plus loin, pour celles et ceux qui veulent en savoir plus, le net s'est beaucoup intéressé à ses travaux, [comme celui ci](#).