

## Une petite histoire de l'informatique... et du numérique

L'histoire de l'informatique trouve ses origines dans celle des algorithmes et celle des machines. Les langages de programmation et le traitement de l'information les rejoignent ensuite pour faire de la rencontre de ces quatre concepts une nouvelle science, un nouveau domaine technique puis peu à peu un nouveau secteur industriel : l'informatique.

**L'histoire des algorithmes** est très ancienne, ils étaient utilisés pour des opérations comptables, comme en Mésopotamie où l'on en trouve des traces écrites datant de près de 5000 ans, pour des calculs commerciaux, des mesures, des constructions de bâtiments. Au 9<sup>e</sup> siècle de notre ère, le savant Perse Al-Khwârizmî répertorie et classe les algorithmes existants. Son nom, Al Khwarizmi, est à l'origine du mot *algorithme*.

### Muhammad ibn Mûsâ Al Khwarizmi

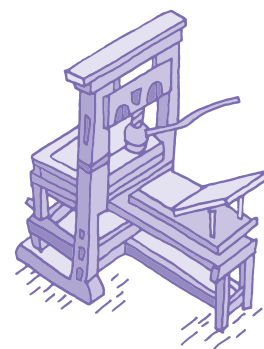


Al Khwarizmi est un savant Perse, né dans les années 780, qui travaille dans *la maison de la sagesse*, une école fondée à Bagdad pour étudier la géométrie, l'algèbre et l'astronomie. Il traduit des manuscrits scientifiques et philosophiques grecs et indiens, et écrit des ouvrages scientifiques dont le plus célèbre est *Kitâb al-jabr wa al-muqâbala* dans lequel son *al-jabr* est à l'origine du mot *algèbre*.

Il met ainsi à disposition des outils algébriques et géométriques pour faciliter les calculs lors de transactions pour l'arpentage des terres et le creusement de canaux, et pour les arts. Son nom *Al Khwarizmi*, traduit par *algorismi* en latin, donnera plus tard le mot *algorithme*.

**L'histoire des machines** remonte, elle aussi, à très longtemps, les premiers automates étant datés de plusieurs siècles avant notre ère. Au 15<sup>e</sup> siècle av JC, les Clepsydres des Babyloniens mesuraient le temps, mille ans après c'est le philosophe et mathématicien grec Archytas de Tarente qui invente un pigeon volant propulsé par de la vapeur, puis l'ingénieur et mathématicien grec Héron d'Alexandrie qui, à son tour, conçoit de nombreuses machines à eau, à vapeur, à air comprimé, au 1<sup>er</sup> siècle après JC.

**L'évolution de l'imprimerie** connaît un tournant avec Gutenberg et annonce les prémices du monde numérique. En effet, avec son invention de la planche d'imprimerie reconfigurable en 1450, ancêtre des machines programmables, Gutenberg établit le lien entre les premiers pas de l'imprimerie et la numérisation de l'écrit. Et cet avènement d'une imprimerie moderne marquera une véritable révolution culturelle, comme le fera l'informatique plus tard. En effet, de la même manière que l'imprimé permet une véritable prolifération des écrits, qui échappent alors au seul contrôle de l'Église, en permettant à tout un chacun d'y accéder ou d'en produire, l'apparition des réseaux numériques depuis les années 2000 n'est pas sans rappeler cette révolution qu'a connue la société. À partir de cette date, chacun peut publier, accéder aux publications des autres ou partager sans savoir-faire technique particulier, modifiant en profondeur le rapport à l'écriture, et donc à la connaissance à une échelle jamais encore atteinte.



### Johannes Gutenberg



Né vers l'an 1400 à Mayence, en Allemagne, il apprend l'orfèvrerie puis se tourne vers l'imprimerie, inventée au 7<sup>e</sup> siècle. Il perfectionne les techniques des caractères mobiles d'imprimerie en inventant le plomb typographique. Il crée également la presse à imprimer et une encre spéciale, ces inventions rencontrant un grand succès en Europe.

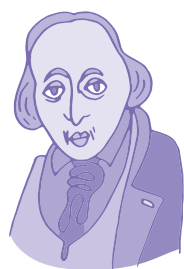
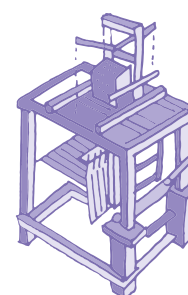
Après les carillons des cathédrales et autres automates, les machines à calculer font peu à peu leur apparition, marquant ainsi l'exécution automatique d'algorithmes des opérations élémentaires par des machines. La machine à calculer de Schickard en 1623, une *horloge à calcul*, dont on ne connaît que la description, puis la machine à calculer de Pascal inventée en 1642, la *Pascaline*, connue comme la première machine à calculer opérationnelle.

### Blaise Pascal

Né le 19 juin 1623 à Clermont (aujourd'hui Clermont-Ferrand) en Auvergne et mort le 19 août 1662 à Paris, est un mathématicien, physicien, inventeur, philosophe, moraliste et théologien français.

La Pascaline inspirera ensuite nombre de machines, comme celle du mathématicien Leibniz (également philosophe, physicien, historien et diplomate) en 1694 qui améliore celle de Pascal et effectue les multiplications comme on les ferait à la main.

En 1801, Jacquard améliore le principe du métier à tisser en créant une machine paramétrable utilisant des cartes perforées pour exécuter des instructions, un autre des ancêtres de l'ordinateur. Cette avancée, permettant de produire du tissu plus rapidement et avec six fois moins d'ouvriers, connaîtra un grand succès, avec plus de 20 000 métiers à tisser mis en circulation.



### Joseph Marie Jacquard

Inventeur et mécanicien français né en 1752 à Lyon. Empruntant à Basile Bouchon le système de ruban perforé pour métier à tisser et à Jacques Vaucanson un mécanisme original, Jacquard a mécanisé le métier à tisser pour le rendre plus ergonomique et plus performant.

Vingt ans après, en **1821**, un mathématicien et inventeur anglais né en 1791, **Charles Babbage**, invente la machine « à différences », une machine destinée à effectuer des calculs complexes tels que ceux nécessaires aux calculs de positions des astres dans le ciel. À cette époque, on navigue en mer en repérant les étoiles dans le ciel et en calculant l'écart avec leurs positions théoriques. Les calculs à la main étant longs et sources d'erreurs, une telle machine est un progrès considérable. Mais la précision nécessaire pour la fabrication des pièces mécaniques vient entraver son projet en empêchant la fabrication de sa machine. Il conçoit alors une deuxième machine, encore plus performante, capable d'exécuter des tâches variées qu'on lui décrit à l'aide de cartes perforées, approche inspirée par les travaux de Jacquard. Cette fois, c'est le manque de financement qui l'empêche de fabriquer la machine dite « analytique ». Avec cette machine, Babbage avait posé les bases des ordinateurs, qui arriveront un siècle plus tard, fournissant à la machine des instructions portées par des cartes perforées.

**Ada Lovelace**, à 17 ans, rencontre Babbage, en devient l'assistante et se passionne pour les deux machines qu'il a imaginées. Grâce aux mathématiciens renommés qu'il lui fait rencontrer, elle approfondit ses connaissances en mathématiques. Elle écrit une documentation très complète sur les machines de Babbage, perçoit tout le potentiel de la machine analytique, et, visionnaire, décrit comment l'utiliser pour mener à bien des tâches diverses à base de calculs numériques, mais aussi comment on peut manipuler des symboles de tout type pour accomplir des tâches différentes, comme la composition de musique. Oui, le premier programmeur de l'histoire de l'informatique est une programmeuse.



### Ada Lovelace

Ada Lovelace (de son vrai nom Augusta Ada King, comtesse de Lovelace) est une mathématicienne anglaise née le 10 décembre 1815 à Londres. Fille de lord Byron, poète anglais qu'elle n'a pas connu, elle reçoit une éducation scientifique d'excellent niveau, notamment en mathématiques.

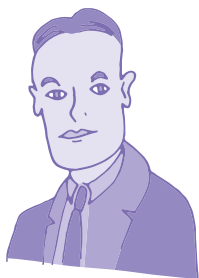
Puisque nous sommes **au 19<sup>e</sup> siècle**, profitons-en pour évoquer **Georges Boole**, mathématicien et philosophe anglais né en 1815, qui a créé durant la décennie 1854-1864 une algèbre binaire, avec uniquement les deux valeurs 0 et 1, pour faciliter la mise en forme du raisonnement logique. Cette **algèbre de Boole** va avoir une importance cruciale dans le développement de l'informatique (et aussi de la téléphonie) qui fait qu'aujourd'hui tout est affaire de 0 et 1 en informatique.

Boole pose également les principes des fonctions ET (conjonction), OU (disjonction) et NON (négation), qui permettent de réduire toute proposition à cette logique formelle.

**Claude Shannon**, ingénieur électricien et mathématicien américain, s'appuiera sur cette logique booléenne près d'un siècle plus tard, **en 1938**, pour créer sa *théorie de l'information*. Les 0 et les 1 se matérialisent ainsi dans des circuits où ils signifient ouverture ou fermeture. Avec cette application à l'électronique, désormais tous les domaines et toutes les questions peuvent être réduits à une logique binaire, et donc informatisés. Voilà pourquoi aujourd'hui toutes les informations se stockent, se transmettent et se traitent de manière numérique, avec des 0 et des 1.

**Dans les années 1940**, un mathématicien anglais, **Alan Turing**, marque un tournant dans l'histoire de l'informatique, en particulier par ses travaux sur la résolution des problèmes calculables en un certain nombre d'étapes, autrement dit avec un algorithme. Ses travaux l'amènent à inventer une *machine* universelle abstraite, c'est-à-dire non destinée à être fabriquée concrètement, qui lui sert à raisonner. Cette *machine* sera nommée plus tard *machine de Turing*.

### Alan Turing



Mathématicien et cryptologue anglais, né en 1912, il est considéré comme le fondateur de la science informatique. Il joua un rôle essentiel pendant la deuxième guerre mondiale en inventant des machines électromécaniques capables de décrypter les messages secrets de l'armée allemande. Condamné à la castration chimique en raison de son homosexualité, un crime dans l'Angleterre de cette époque, Alan Turing se suicide à 41 ans. Il ne sera reconnu comme héros de guerre et gracié par la reine Elisabeth II qu'en 2013.

La machine de Turing utilise un ruban comportant une suite de cases où sont inscrites des données sous formes de 0 et de 1. Cette machine peut parcourir les cases le long du ruban et en lire ou en écrire les contenus. Les principes utilisés par cette machine se retrouvent dans les ordinateurs modernes.

Dans les années 1950, la mathématicienne et lieutenant de marine Grace Hopper simplifie la façon de programmer et accélère ainsi le développement de l'informatique. À cette époque des premiers calculateurs, géants de plusieurs tonnes, il fallait être spécialiste des ordinateurs, mathématicien, pour *parler* à la machine, pour concevoir pas à pas, à la main, chacune des instructions à lui fournir pour lui faire exécuter une tâche.

Grace Hopper va proposer d'utiliser un langage compréhensible à la fois par l'humain et par la machine,

Calculateur se dit **computer** en anglais, du verbe **to compute** qui signifie **calculer**. On appellera aussi **ordinateurs** en français.

C'est Jacques Perret, latiniste et philologue français, qui invente en 1955 le mot *ordinateur* à l'occasion de la sortie du calculateur américain IBM 650, mot qui vient de **ordinat** en latin, qui signifie **ordre**, évoquant l'idée de mettre les choses à leur place, de les ranger.

un langage de programmation informatique proche de l'anglais facilitant l'écriture des programmes. L'idée est qu'une fois le programme écrit par l'humain avec ce langage, il soit automatiquement traduit dans la langue de la machine, c'est-à-dire avec des 0 et des 1. C'est ainsi qu'est né le *compilateur*, un programme spécial qui effectue cette traduction. Le langage informatique qu'elle a créé, le FLOW-MATIC, devenu ensuite le COBOL, a été le langage le plus utilisé jusqu'en 1980, et reste encore employé aujourd'hui dans des institutions financières.

### Grace Hopper



Mathématicienne américaine, née en 1906, elle se passionne rapidement pour les sciences et la technologie (on cite souvent l'anecdote selon laquelle à 7 ans elle démonte les réveils de sa maison les uns après les autres, et en remonte même un entièrement). Elle deviendra une des rares femmes de son époque à étudier les sciences à l'université de Yale et à obtenir un doctorat en mathématiques.

Durant la deuxième guerre mondiale, elle entre dans la marine, y est nommée lieutenant, et participe aux travaux sur les premiers ordinateurs développés aux États-Unis.

**Au début des années 1980**, l'informatique connaît une évolution majeure, celle du développement de la micro-informatique, qui s'effectue grâce à la miniaturisation des microprocesseurs, parallèlement à l'augmentation de leur puissance.

Les premiers micro-ordinateurs marquent un changement fondamental dans le rapport social à la machine. D'abord destiné aux entreprises, le *Personal Computer* d'IBM devient, comme son nom l'indique, une machine personnelle et non plus seulement professionnelle. Rapidement, ces micro-ordinateurs sont désormais équipés de *GUI* (*Graphic User Interface*), ou interfaces graphiques, grâce auxquelles il suffit désormais de pointer ou cliquer pour commander la machine, sans nécessité de maîtriser le code informatique. En ouvrant la voie à de nouvelles applications de l'informatique à destination du grand public, ces évolutions conjointes font définitivement basculer la discipline d'un milieu exclusivement scientifique à une nouvelle dimension sociale.

**Dans le courant des années 2000**, l'informatique franchit une nouvelle étape en touchant peu à peu tous les secteurs de la vie quotidienne. Jusqu'alors circonscrite aux ordinateurs personnels, elle investit désormais une multitude d'objets courants et devient *pervasive*, c'est-à-dire omniprésente. On commence alors à parler de *numérique* pour désigner ce vaste réseau de systèmes techniques (capteurs, caméras, smartphones, objets connectés, etc.) qui rend potentiellement *numérisable* toute action humaine ou non-humaine. L'informatique est à tel point intégrée dans le quotidien qu'elle ne constitue plus une activité en soi. Les dispositifs connectés se multiplient et se miniaturisent, rendant leur présence presque invisible. Discrètement, ils collectent de nombreuses données qui sont stockées, agrégées et mobilisées dans des processus de décisions automatisées sur lesquels les individus, tout comme les pouvoirs publics, n'ont que peu de prise. La gouvernance de ce système complexe constitue aujourd'hui un enjeu politique majeur.

## L'histoire du réseau Internet

Les prémices d'Internet remontent aux années 1960, à une époque où les ordinateurs sont encore de gigantesques machines que l'on nomme mainframes. Celles-ci fonctionnent de façon indépendante jusqu'à ce que quelques pionniers de l'informatique se mettent en quête de solutions pour relier ces ordinateurs entre eux.

**En 1964**, l'ingénieur Paul Baran propose un nouveau modèle de réseau résilient, conçu pour résister aux pannes et aux attaques: le réseau distribué. L'idée est que les informations ne passent plus par un nœud central mais puissent emprunter plusieurs routes pour atteindre la même destination. Ce modèle s'accompagne d'un autre principe développé en 1965: la commutation par paquets. Selon ce fonctionnement, l'information est découpée en "paquets" de données qui vont chacun prendre un chemin différent, puis se rassembler dans l'ordre voulu au niveau du récepteur. La commutation par paquets est encore utilisée aujourd'hui pour transmettre des données sur Internet. Au-delà de l'innovation technique, cette architecture de réseau sera au cœur de la culture d'Internet et donnera lieu à des nouvelles formes d'échanges, telles que le *peer-to-peer*.

À la même période, le psychologue et informaticien Joseph Licklider promeut l'ordinateur comme un outil de communication et de partage des ressources, et propose la construction d'un réseau d'ordinateurs connectés entre eux. Licklider intègre l'ARPA (Agence des projets de recherche avancée), organisme créé en 1958 pour assurer la supériorité militaire et technologique des États-Unis, suite au lancement par l'URSS du premier Spoutnik. Disposant d'importants financements, L'ARPA fournira les ressources nécessaires au développement d'Internet. Le premier réseau nommé ARPANET voit le jour en 1969.

**En 1973**, Vinton Cerf et Robert Kahn créent un protocole pour interconnecter ARPANET à d'autres réseaux existants. Il s'agit du principe du TCP (Transmission Control Protocol) auquel est ajoutée, cinq ans plus tard, la norme IP (Internet Protocol) qui gère l'adressage des paquets. La norme TCP/IP, qui permet de faire passer une information via différents réseaux grâce à un protocole unifié, est à la base du fonctionnement d'Internet.

**Au cours des années 1980**, Internet va se diffuser progressivement en dehors de l'environnement militaire. Le réseau est tout d'abord adopté par les milieux académiques avant de conquérir une plus vaste audience, notamment grâce au passage du protocole TCP/IP dans le domaine public.

**Au CERN, à Genève, en 1989**, cet esprit d'ouverture caractérise également la création du Web, étape cruciale dans l'histoire du réseau, qui contribue à son déploiement à large échelle. En 1990, Tim Berners-Lee et Robert Caillau, alors informaticiens au CERN, posent les bases du World Wide Web (le fameux « www » des adresses de sites Internet), un protocole de communication qui permet de relier des documents via un système de liens appelés *liens hypertextes*. Il s'agit d'une nouvelle manière de classer des documents qui ne passe plus par un système centralisé. Le premier site Internet au monde avait une adresse Suisse: <http://nxoc01.cern.ch>

**En 1993**, le premier navigateur web possédant une interface graphique voit le jour, facilitant l'accès à l'espace numérique. Au cours de cette décennie, les connexions se multiplient et Internet suscite un véritable engouement menant à la création de nombreuses entreprises, jusqu'à l'explosion de la bulle spéculative en juillet 2000.

**Le Web des années 2000** devient davantage participatif et de nouvelles manières d'échanger apparaissent à travers la création des réseaux sociaux et de nombreuses plateformes d'échange en ligne. Ces modalités de communication sont cependant rapidement captées par quelques entreprises dont les stratégies commerciales contrastent avec l'esprit des pionniers du réseau. Les pratiques numériques, auparavant décentralisées, tendent à se recentrer autour de quelques sociétés (dont Google, Facebook et Amazon) qui disposent d'un important pouvoir d'attraction. Le code ouvert est progressivement remplacé par des environnements fermés et orientés vers la captation des données des utilisateurs.

Toutefois, des alternatives à ces modèles économiques existent. Wikipédia est l'illustre exemple d'un projet collaboratif et non commercial, dont l'immense succès perdure. Le Web facilite ainsi deux modèles de production de valeur: le premier repose sur la valorisation financière des pratiques en ligne, tandis que le second vise à la création de connaissances librement partagées entre les internautes.

# L'informatique et le genre

## Évolution de la place du genre dans l'histoire de l'informatique

Malgré l'importance croissante des technologies numériques dans nos sociétés contemporaines, les métiers de l'informatique sont majoritairement exercés par des hommes. Pourtant, les femmes ont contribué significativement au développement de ce domaine, avant d'en être progressivement éloignées. Que s'est-il passé ?

**Jusqu'au milieu des années 1940**, les premières opérations de programmation sont principalement effectuées par des femmes. À l'instar des *Harvard Computers* engagées à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle par l'Observatoire de Harvard pour classer des données astronomiques, les femmes réalisent alors des calculs fastidieux, notamment dans les secteurs de la balistique et de la cryptographie.

**En 1944**, les programmeuses de l'ordinateur ENIAC sont six mathématiciennes. Mais la complexité de ces opérations est largement minimisée et le travail de programmation logicielle (le *software*) dévalorisé en regard de la conception technique (le *hardware*), domaine considéré comme prestigieux et essentiellement investi par les hommes. La frontière entre ces deux catégories est toutefois moins rigide qu'on ne voulait bien l'affirmer et les femmes de l'époque ont également contribué au développement des aspects matériels de l'ordinateur.

**À partir des années 1970**, le logiciel gagne en importance et en prestige. L'activité de programmation se professionnalise et attire davantage d'hommes diplômés, écartant progressivement les femmes autodidactes. Dans les années 1980, la micro-informatique se démocratise et les premiers ordinateurs installés dans les foyers sont le plus souvent investis par les garçons adolescents, auxquels les objets techniques ont toujours été principalement confiés en premier. De ces premiers usages émerge une culture *geek* qui contribue à véhiculer des représentations masculines de la programmation.

Aujourd'hui, les jeunes femmes peinent encore à se projeter dans les métiers de l'informatique, malgré de bons résultats scolaires dans les branches scientifiques et un usage quotidien des outils numériques. Finalement, la frontière genrée entre l'usage des techniques et leur maîtrise est un phénomène qui existe dans d'autres domaines comme l'automobile : si toutes les femmes conduisent des voitures depuis longtemps, très peu d'entre elles en conçoivent ou en réparent. En dépit de nombreuses initiatives déployées pour encourager leur participation dans le domaine technique (campagne de communication dans les écoles, prix destinés aux femmes, création d'associations, ...), la situation n'évolue que très peu. On peut même ajouter que le déploiement croissant des algorithmes de machine learning dans des secteurs de plus en plus variés amplifie les discriminations déjà présentes dans la société, à l'instar des femmes qui seront par exemple sous-représentées dans un processus de recrutement automatisé.

L'enjeu est désormais de parvenir à transformer en profondeur la culture de l'informatique et du traitement des données, notamment au travers de mesures et de programmes d'éducation numérique axés sur l'inclusion sociale.



## Quelques dates repères

- **3<sup>e</sup> millénaire av JC**: les Babyloniens décrivent des algorithmes
- **15<sup>e</sup> siècle av JC**: les Clepsydres des Babyloniens mesurent le temps (automate)
- **4<sup>e</sup> siècle avant JC**: Architos de Tarente invente un pigeon volant propulsé par de la vapeur (automate)
- **1<sup>er</sup> siècle avant JC**: Jules César chiffre ses messages militaires
- **1<sup>er</sup> siècle après JC**: Héron d’Alexandrie invente des machines à eau, vapeur et air comprimé
- **9<sup>e</sup> siècle**: Al Khwarizmi étudie les algorithmes
- **1450**: Gutenberg invente la presse reconfigurable
- **1495**: Léonard de Vinci invente un automate Cavalier en armure
- **1738**: Jacques Vaucanson créé un automate Canard digérateur
- **1774**: Trois automates sont imaginés par Jaquet-Droz: musicien, écrivain, dessinateur
- **1801**: Joseph-Marie Jacquard automatise le métier à tisser à l’aide d’une carte perforée
- **1821**: Charles Babbage invente sa machine à différences
- **1838**: Le code Morse est inventé
- **1843**: Ada Lovelace écrit le premier programme informatique
- **1912**: Electric Dog est le premier robot
- **1930**: Alan Turing imagine un modèle théorique de l’ordinateur (machine de Turing)
- **1941**: Le premier ordinateur s’appelle Zuse3
- **1950**: William Grey Walter créé des robots-tortues
- **1951**: Grace Hopper invente le premier compilateur
- **1953**: Albert Ducrocq créé Job, un robot-renard
- **1956**: Marvin Minsky, John McCarthy et Claude Shannon définissent l’Intelligence Artificielle
- **1961**: Unimate est le premier robot industriel
- **1967**: IBM invente la disquette
- **1967**: Seymour Papert créé la tortue Logo
- **1969**: Lancement de ARPANET, l’ancêtre d’Internet
- **1973**: Robot japonais Wabot-1 premier humanoïde
- **1985**: Apparition du CD-ROM
- **1990**: Le CERN invente le Word Wide Web
- **1996**: Il y a 1 million de sites Web
- **1997**: L’ordinateur DeepBlue bat le champion Kasparov aux échecs
- **1997**: Le robot Sojourner explore la planète Mars
- **1998**: Google fait ses premiers pas
- **2000**: robot Honda Asimo
- **2001**: Wikipédia est lancé
- **2003**: robot Opportunity pour l’exploration de Mars
- **2004**: Facebook est lancé
- **2005**: robot Nao
- **2006**: lancement de Twitter
- **2010**: robot d’assistance chirurgicale Da Vinci
- **2011**: robot Curiosity pour l’exploration de Mars
- **2012**: Il y a 2,4 milliards d’internautes
- **2014**: Il y a 1 milliard de sites web
- **2014**: robot Pepper
- **2017**: AlphaGo (Deepmind/Google) bat le champion du monde du jeu de Go
- **2019**: Le logiciel d’IA Alphastar Final est grand-maître Starcraft 2

### Des frises de l’histoire de l’informatique en ligne pour le projet EDUNUM

- **Les principales dates**: <http://tiny.cc/edunum-princcdates>
- **L’évolution des machines (ordinateurs, robots)**: <http://tiny.cc/edunum-evolmach>
- **Les grandes transformations de la société**: <http://tiny.cc/edunum-trsociete>
- **L’évolution de l’intelligence artificielle**: <http://tiny.cc/edunum-eva>





