

Proposer un contenu

Identifiant

Mot de passe

☐ Connexion automatique

Se connecter

Pas de compte ? S'inscrire...

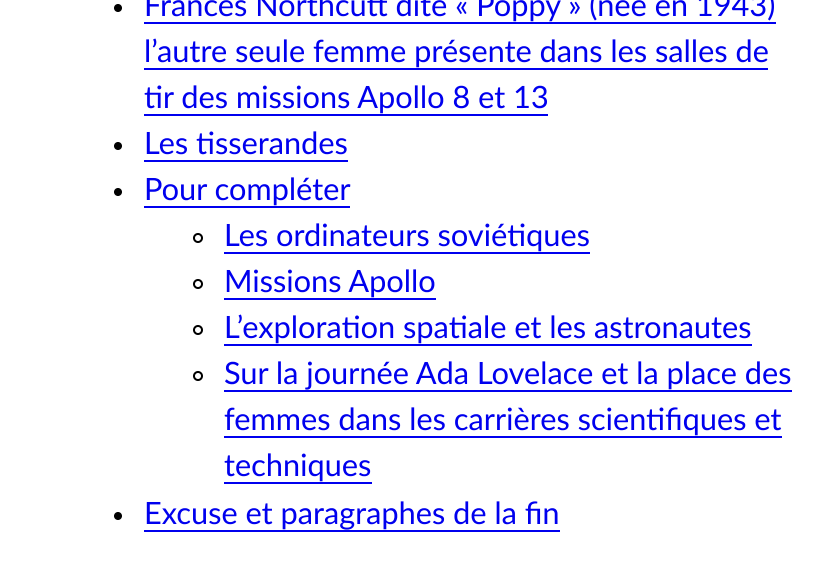
La conquête de l'espace : une affaire féminine, deuxième partie les missions Apollo

Posté par Ysabeau  (site web personnel, Mastodon) le 23 octobre 2024 à 14:59. Édité par 5 personnes. Modérée par Benoit Sibaud. Licence CC BY-SA.

Étiquettes : judith_love_cohen, margaret_hamilton, joann_morgan, femme_de_sciences, frances_northcutt, sergei_lebedev, nasa

Dans l'histoire de l'espace, les épisodes qui ont le plus marqué les esprits sont, probablement, ceux des marches sur la Lune qui ont été le fait des missions Apollo. Dans cette deuxième dépêche à l'occasion de la journée Ada Lovelace de 2024, on retrouvera donc un portrait de quatre femmes qui ont codé ou calculé les missions Apollo, Judith Love Cohen (1933 – 2016), Margaret Hamilton, JoAnn H. Morgan et Frances (Poppy) Northcutt mais aussi une histoire de celles, plus anonymes, qui ont tissé les mémoires des modules Apollo.

Ces biographies sont précédées d'un genre d'état des lieux de l'informatique en URSS et aux USA et suivies d'une sitographie pour prolonger un peu plus l'exploration.



Sommaire

- [Préambule](#)
- [Les ordinateurs de la conquête de l'espace URSS et USA](#)
 - [Les ordinateurs soviétiques](#)
 - [Les ordinateurs des missions Apollo](#)
- [Judith Love Cohen \(1933 – 2016\) l'accouchement du programme de guidage Apollo](#)
- [Margaret Hamilton \(née en 1936\) la jeune femme à côté de la pile de livre de sa hauteur](#)
- [JoAnn H. Morgan \(née en 1940\) la seule femme présente dans la salle de tir lors du lancement d'Apollo 11](#)
- [Frances Northcutt dite « Poppy » \(née en 1943\) l'autre seule femme présente dans la salle de tir des missions Apollo 8 et 13](#)
- [Les tisserandes](#)
- [Pour compléter](#)
 - [Les ordinateurs soviétiques](#)
 - [Missions Apollo](#)
 - [L'exploration spatiale et les astronautes](#)
 - [Sur la journée Ada Lovelace et la place des femmes dans les carrières scientifiques et techniques](#)
- [Excuse et paragraphes de la fin](#)

Préambule

Pourquoi n'est-il essentiellement question que des informaticiennes de la NASA ou ayant travaillé pour la NASA ? Cela revient à poser la question de l'informatique côté Union soviétique. Plusieurs facteurs peuvent expliquer la méconnaissance que l'on a des personnes qui, côté soviétique, ont travaillé sur les programmes relatifs à la conquête de l'espace, à commencer par l'histoire qui est, disons compliquée sur-tout par rapport à celle des USA.

Ensuite, c'était un secteur stratégique : envoyer des satellites pose les mêmes questions balistiques que l'envoi d'un missile intercontinental. L'existence du fondateur du programme spatial soviétique, [Sergueï Koroïev](#), qui subissait des peines d'emprisonnement pour raisons politiques (dont quatre mois de [goulag](#)) et qui avait été admis dans l'équipe de l'ingénieur aéronautique [Andrei Tupolev](#) lui-même prisonnier politique à l'époque, a été tenue secrète jusqu'e bien après sa mort. On peut penser qu'il en va de même pour les autres personnes ayant participé aux programmes de conquête spatiale.

Concernant l'informatique proprement dite, trois noms apparaissent. [Sergueï Lebedev](#) (1902 - 1974) est considéré comme le père de l'informatique soviétique. Lebedev semble être un nom assez courant, ainsi, on trouve un cosmonaute russe du nom de Valentin Lebedev. L'ukrainienne [Ekaterina Yushchenko](#) ([en](#)) (1919 - 2001) que le [site ukrainien](#) appelle « Ada Lovelace ukrainienne ». Yushenko a posé les bases de la programmation théorique en Ukraine (et en URSS avant) et écrit le langage de haut niveau [Address](#). [Andrei Erchov](#) ([en](#)) (1931 – 1988), fondateur de l'Ecole sibérienne de science informatique dont le livre, *Programmation pour le BESM*, a marqué un certain [Donald Knuth](#)^{*}.

Les ordinateurs de la conquête de l'espace URSS et USA

Les ordinateurs soviétiques

Le premier ordinateur soviétique date de 1950, construit sous la direction de Sergueï Lebedev, dans un contexte où le traitement électronique de l'information, considéré par Staline (1878 - 1953) et son entourage comme « fausse science au service de l'impérialisme » n'est pas encouragé par le pouvoir. Il s'agit du [MESM](#) (МЭСМ, Малая электронная вычислительная машина, petit calculateur électronique, qui était plutôt assez gros en volume), développé par une vingtaine de personnes. La plupart des ordinateurs soviétiques en découlèrent.

Le BESM sur lequel [Andrei Erchov](#) a écrit son livre de programmation a été produit à partir de 1953. Il se déclina en deux séries les : BESM-1 (1950) à BESM-6 (1966) et les M -20 et ses descendants. Ces derniers, dont le premier, fabriqué à Moscou, est sorti en 1956 seront les ordinateurs des premiers âges de la conquête spatiale. Le dernier de la série, le M-220 était, quant à lui, fabriqué à Kazan. Ils ont, par la suite, probablement été remplacés par le MINSK dans les années 1960.

Quant aux langages de programmation, Yves Logé, en 1987, dans l'article [Les ordinateurs soviétiques : Histoire obligée de trois décennies](#) de la Revue d'études comparatives Est-Ouest relevait ceci :

- 1953 – librairie de sous-programmes pour STRELA et BESM,
- 1955 – langage de compilation (PP2 – PP – BESM),
- 1957 – assembleurs (PAPA, SSP),
- 1962 – compilateur Algol 60 (Tà 1),
- 1962 – moniteur de traitement par lots (AUTOOPERATOR),
- 1966 – premier système d'exploitation (MINSK 22, BESM 6),
- 1967 – langage de programmation (EPSILON, ALMO),

Le FORTRAN et l'ALGOL, bien qu'ayant été introduits dans les ordinateurs soviétiques dans les années 1960, ne commenceront à être vraiment utilisés qu'à partir des années 1970, époque à laquelle l'URSS abandonnera la conception de ses propres ordinateurs.

Les ordinateurs des missions Apollo

L'informatisation de la NASA a commencé avec des machines IBM, la série IBM 700/7000 commercialisée dans les années 1950 à 1960 : c'était la première version des ordinateurs à transistors. Les langages de programmation les plus courants à l'époque étaient le Cobol et le FORTRAN pour lequel des personnes comme [Frances Allen](#) avaient été recrutées afin de former des chercheurs, parfois réticents, au langage.

En 1964, IBM sort la série System/360 qui pouvait travailler en réseau et dont le système d'exploitation, multitâches, était OS/360. Il était doté d'une RAM, insuffisante, d'un mégaoctet qui a poussé les ingénieurs à adopter un code abrégé. Et, évidemment, il se programait encore à l'époque avec du papier.

L'invention qui a permis d'équiper informatiquement les modules des missions Apollo est celle des circuits intégrés, inventés par Jack Kilby en 1958. Ils équipèrent les ordinateurs à partir de 1963, la NASA étant dans les premiers utilisateurs pour les ordinateurs de guidage d'Apollo. Par la suite, les circuits intégrés permettront de fabriquer les « mini-ordinateurs » (qui restent toujours assez encombrants) et les micro-ordinateurs. Les premiers micro-ordinateurs, à l'origine de ceux que nous avons actuellement avec : l'ordinateur, un écran, un dispositif de saisie, puis, plus tard, un dispositif de pointage sortiront en 1973, après les missions Apollo.

Judith Love Cohen (1933 – 2016) l'accouchement du programme de guidage Apollo

Judith Love Cohen est ingénieure aérospatiale, après sa retraite, elle deviendra écrivaine et fondera une entreprise multimédia Cascade Pass.

En 1952, celle qui aidait ses camarades de classe à faire leurs devoirs de mathématiques, est embauchée par la North American Aviation. Elle obtient, en 1957 un *Bachelor of Art* (licence) en sciences, puis, en 1962, un master en sciences à l'Université de Californie. En 1967, après son BA, elle est embauchée par le « Space Technology Laboratories (laboratoire des technologies spatiales) qui deviendra TRW. Elle y travaillera jusqu'à sa retraite en 1990, souvent seule femme ingénieure de l'équipe dans laquelle elle se trouvait.

Son travail : les ordinateurs de guidage. Elle a fait partie de l'équipe qui a conçu le « Tracking and Data Relay Satellittes (TDRS) », le système suivi et de relais des données des satellites de la NASA. Ce système qui permet notamment de rester en contact avec la Station spatiale internationale.

Elle s'occupera aussi du télescope Hubble. Elle avait été chargée de concevoir le système terrestre des opérations scientifiques. Elle dira dans une [vidéo](#) ([en](#)) réalisée par Cascade Pass qu'elle avait travaillé avec les astronomes, car c'étaient eux qui allaient utiliser le télescope. Son système avait trois fonctions principales :

- planification des observations,
- contrôle en temps réel du réglage de la mise au point et du changement des filtres,
- récupération des données pour générer des photos, partie que Cohen considérait comme la plus intéressante et la plus difficile à réaliser.

Mais, le point culminant de sa carrière a été le programme Apollo, notamment le système de guidage de la mission Apollo 13 qui devait être la troisième à se poser sur la Lune, l'ordinateur AGS (Abort Guidance System, système de guidage d'abandon pour le module destiné à rester sur la Lune). Cette mission commence mal : les astronautes prévus à l'origine changent presque à la dernière minute, quand la fusée décolle le 11 avril 1970, le moteur central du deuxième étage s'éteint trop tôt. Ce sera compensé, sans incidence sur la trajectoire. Le 13 avril, l'un des astronautes, [Jack Swigert](#)^{*}, lance le fameux :

Houston, we've had a problem.

Le module de service d'Apollo 13 est hors d'usage, l'équipe change de module de service en urgence et embarque dans le module lunaire (LM) prévu pour deux personnes alors qu'ils sont trois. L'AGS servira en tant qu'ordinateur de bord et contrôlera tous les équipements vintaux, mais il n'aurait pas pu revenir sur l'épave terrestre si Cohen n'avait pas bataillé avec la NASA pour que la fonction de retour y soit incluse.

Son fils, l'ingénieur en informatique [Neil Siegel](#) ([en](#))^{*} racontera, ce qui a été vérifié, qu'elle avait conçu l'AGS pendant qu'elle était enceinte de son demi-frère, l'acteur Jack Black. Le 28 août 1969, au moment de partir pour l'hôpital pour accoucher, elle prend aussi le code d'un problème sur lequel elle travaillait. Elle appellera son patron plus tard pour lui signaler qu'elle l'avait résolu, et aussi, en passant, que le bébé était né. Le problème en question concernait l'AGS.

Margaret Hamilton (née en 1936) la jeune femme à côté de la pile de livre de sa hauteur

La photo probablement la plus connue de Margaret Hamilton est celle où on la voit posée à côté d'une pile de gros documents reliés : le code du logiciel de navigation de la mission Apollo 11.

Margaret Hamilton intègre le MIT (Massachusetts Institute of Technology) en 1960 pour développer des logiciels informatiques. En 1961, la NASA confie au MIT la mission de réaliser un ordinateur embarqué de navigation et de pilotage avec un cahier des charges assez léger et permettant au MIT une grande créativité. Ce sera l'AGC (Apollo Guidance Computer) qui sera le premier à utiliser des circuits intégrés. Ce qui est, en fait, le tout premier système informatique embarqué. Lourd, 32 kilos, il préfigure néanmoins les ordinateurs portables puisque tous les éléments formaient deux blocs compacts avec d'une part l'ordinateur et d'autre part l'interface utilisateur.

Mais avant de travailler sur l'AGC, Hamilton intègre, en 1961, le laboratoire Lincoln pour travailler sur le projet militaire ultra-secrét SAGE qui devait produire en temps réel une image de l'espace aérien états-unien. Elle racontera ensuite avoir fait l'objet d'un bizutage (une coutume apparemment) : on lui avait demandé de travailler sur un programme piégé commenté en grec et en latin. Elle était la première à avoir réussi à le faire fonctionner. Et c'est ainsi qu'en 1963 elle est invitée à rejoindre le laboratoire Draper du MIT qui était en charge du développement des logiciels embarqués d'Apollo.

Elle évoquera aussi la fois où, emmenant de temps en temps sa fille au laboratoire, un jour, cette dernière, jouant à l'astronaute, fait planter le système : elle avait sélectionné le programme d'atterrissage alors qu'elle était « en vol » (un appui sur une mauvaise touche). Ce que voyant Hamilton alerte la direction pour que l'on modifie le programme, réponse « ils sont expérimentés, ça n'arrivera pas ». Sauf qu'évidemment, c'est arrivé au pendant la mission Apollo 8. On peut imaginer qu'Hamilton et son équipe étaient préparées à cette éventualité : les données de navigation seront renvoyées et la trajectoire corrigée. Elle codera aussi un système de priorité des tâches afin d'éviter que l'AGC ne sature et qu'il fasse le travail correctement. L'AGC pouvait ainsi interrompre des tâches pour faire passer celles qui étaient les plus prioritaires et c'est ce qui a permis à Apollo 11 d'atterrir correctement sur la Lune.

Hamilton quittera le MIT en 1974 pour co-fonder une entreprise de développement de logiciels, Higher Order Software (HOS) qu'elle dirigera jusqu'en 1984. HOS se spécialisait notamment sur les logiciels de détection des erreurs. Ensuite, en 1986, elle créera Hamilton Technologies et concevra le langage de programmation USL (Universal Systems Language).

Elle reçoit en 2016 la médaille présidentielle de la liberté des mains de Barack Obama. Margaret Hamilton est considérée comme une pionnière de l'ingénierie logicielle et comme une des personnes qui ont contribué à la programmation.

JoAnn H. Morgan (née en 1940) la seule femme présente dans la salle de tir lors du lancement d'Apollo 11

Sur une [photo de la salle de tir d'Apollo 11](#), le 16 juillet 1969, elle apparaît comme la seule femme derrière une console. Les femmes que l'on voit sur le côté sont entrées après le lancement.

Étant enfant, elle préférait lire Jules Verne à jouer à la poupée[?] et jouer avec la boîte de chimie que son père lui avait offert. Son père, justement, travaillait pour le programme de développement des fusées américaines. JoAnn H. Morgan va passer son adolescence à Titusville en Floride, à quelques kilomètres de la base de lancement de Cap Canaveral. Elle y regardera les lancements des fusées. Ce qui la décidera dans son orientation professionnelle. Elle commence, à dix-sept ans, par un stage à l'*Army Ballistic Missile Agency*^{*} (ABMA, Agence des missiles balistiques de l'armée de terre). Elle continuera à travailler à Cap Canaveral pendant l'été. En 1963, elle obtient un *Bachelor of Arts* (licence) en mathématiques. Elle se préparait à travailler pour la NASA au sein du spatial Kennedy (KSC) en tant qu'ingénieure. Elle sera la seule, ça n'a pas été facile : entre le fait que son supérieur hiérarchique trouve nécessaire de préciser qu'elle est [ingénieure et pas la pour faire le café pour ses collègues](#) ([en](#)) ou l'absence de toilettes pour femmes.

En 1969, elle est promue et devient « Chief Instrumentation Controller, KSC Technical Support » (Contrôleur en chef de l'instrumentation, support technique du centre), ce qui lui donne un poste dans la salle de contrôle de la mission Apollo 11. L'équipe de Morgan sera celle qui supervisera le lancement de la mission ce qui lui demandera de rester dans la salle de contrôle encore après le lancement pour pouvoir vérifier les équipements et faire un rapport sur les dommages consécutifs au lancement afin de préparer le suivant, sa tâche, dans le cadre de la mission, s'arrête au moment de l'atterrissage lunaire. Elle considère que c'est ce qui a lancé sa carrière.

Après Apollo 11, elle bénéficiera d'une [bourse Sloan](#)^{*} pour poursuivre des études et elle obtiendra une maîtrise en sciences de gestion en 1977 et retournera à la NASA en 1979 où elle est promue chef de la division des services informatique du KSC, première femme à occuper ce poste en particulier et un poste de direction à la NASA. Une tâche ardue dans une période de transition technologique : la NASA changeait son système informatique et commençait à remplacer les vieux ordinateurs géants par des PC. Elle deviendra ensuite directrice adjointe des véhicules de lancement (deputy of Expendable Launch Vehicles, director of Payload Projects Management) puis directrice de la sécurité de la mission (director of Safety and Mission Assurance). Elle aura été l'une des deux dernières personnes à avoir vérifié le lancement de la navette spatiale.

Elle prend sa retraite en 2003 après avoir passé toute sa carrière à la NASA.

Morgan continue à militer pour que plus de femmes puissent suivre des carrières scientifiques et techniques.

Frances Northcutt dite « Poppy » (née en 1943) l'autre seule femme présente dans les salles de tir des missions Apollo 8 et 13

Frances « Poppy » Northcutt a planifié les trajectoires des vols des missions Apollo dans les années 1960 et 1970.

Elle commence sa carrière dans l'aérospatiale comme Judith Love Cohen en étant embauchée en 1965 par TRW. Elle sera d'abord une des calculatrices humaines. Problème : pour pouvoir bénéficier d'une promotion, elle devait faire des heures supplémentaires si nécessaire, ce qui était interdit aux femmes états-uniennes de l'époque. Elle tient le pari d'en faire mais **non** rémunérée. Cela fonctionne, elle obtient une promotion et intègre l'équipe technique (personnel effectuant des travaux ingénierie), mieux payée. Ce qui pose un autre problème, celui de l'écart de rémunération entre les hommes et les femmes.

Le travail de l'équipe technique consistait à écrire le programme. D'autres assuraient la tâche de le rentrer dans l'ordinateur, ce qui n'allait pas sans quelques bugs au passage, qui pouvaient avoir des conséquences fatales. L'équipe de Northcutt était chargée du calcul de la trajectoire de retour d'Apollo 8. C'était une mission mémorable pour Northcutt à plus d'un titre. D'abord, c'était la première fois qu'un véhicule spatial habité allait être mis en orbite autour de la Lune. C'était aussi ce qui aura permis de déterminer l'équipement et le matériel nécessaire pour les missions suivantes, notamment la quantité de carburant nécessaire. Enfin, c'était la première fois que les calculs de Northcutt et de son équipe étaient utilisés, et cela allait servir aussi aux missions suivantes. Ainsi, après Apollo 8, il n'y aura pas eu de modifications des programmes, sauf en cas de problème. Pour Apollo 13, avec d'autres ingénieurs, elle aura pour mission de calculer le retour de la capsule Apollo après l'explosion du réservoir d'oxygène qui oblige l'équipage à rentrer sur Terre dans le module lunaire.

Elle suivra ensuite des études de droit à l'Université de Houston pour devenir avocate. Elle en sortira diplômée en 1981 et travaillera pour le procureur du comté de Harris à Houston, sera stagiaire auprès d'un juge fédéral en Alabama avant de se tourner vers le privé et défendra des causes sur les droits de femmes, elle qui a longtemps travaillé avec un salaire inférieur à celui de ses collègues pour le même travail.

Elle expliquera au site [astronomy](#) ([en](#)) :

J'ai eu beaucoup de chance. La plupart des femmes n'avaient pas quelq'un qui se battait aussi durement pour elles.

Elle ajoutera :

C'est le problème auquel sont confrontées les femmes en particulier, lorsqu'elles sont embauchées pour un salaire inférieur à ce qu'elles valent. Si vous ne partez pas sur un pied d'égalité, vous ne pourrez jamais vous rattraper.

Northcutt continue à militer pour les droits des femmes, mis à mal aux États-Unis lors de la présidence de Trump.

Les tisserandes

Les tisserandes, dont beaucoup étaient navajos ou totes, les *« Little Old Ladies »* ont tissé les mémoires à la fois de ferrite des missions Apollo. Elles avaient **litéralement** la vie des astronautes entre leurs mains.

Les RAM des ordinateurs des années 1950 à 1975 étaient le plus souvent des mémoires à tores de ferrite. D'après la notice de celles présentées au musée du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) à Paris dans la photo ci-dessous :

elles sont encore utilisées lors de certaines missions spatiales car elles ne sont pas endommagées par les rayons cosmiques.

Mémoires à tores de ferrite du Gamma 60 d'une capacité de 512 octets, début des années 1960, musée du CNAM, Paris.

La fabrication de ces mémoires ne pouvait pas être mécanisée, elles étaient donc tissées à la main. Et, à l'époque des missions Apollo les seules personnes qui avaient l'habilité et la précision digitale nécessaires pour le faire étaient des femmes, surnommées les LOL et supervisées par les « rope mothers » (mères des cordes), généralement des hommes, et dont la cheffe était Margaret Hamilton. Ce travail extrêmement critique, était contrôlé par trois ou quatre personnes avant d'être validé. Il réclamait non seulement des ressources manuelles mais aussi des capacités intellectuelles certaines pour être accompli correctement.

Quand, en 1975, un rapport de la NASA sur les missions Apollo s'extasiait, à juste titre, sur les systèmes informatiques développés en mis en œuvre, il négligeait complètement cet aspect essentiel. Les journalistes de cette époque, présentaient la fabrication des mémoires comme un travail ne nécessitant aucune réflexion ni aucune compétence...

Pour compléter

Les ordinateurs soviétiques

- [Sergueï A. Lebedev, père de l'ordinateur soviétique](#), Pierre Vandeginste, La Recherche, mensuel N°375, mai 2004, pour accéder à l'article, il faut « l'acheter » en visionnant une publicité, le bouton qui permet cela ne se voit pas dans un Firefox avec un bloqueur de publicité, mais ça fonctionne bien avec Konqueror
- [Les ordinateurs soviétiques : histoire obligée de trois décennies](#), Yves Logé, Revue d'études comparatives Est-Ouest Année 1987 18-4 pp. 53-75
- [Il y a 50 ans : back in the USSR](#), Pierre Mounier-Kuhn, blog binaire, 24 janvier 2020
- [Première génération d'ordinateurs \(1936-1956\)](#), tout le site est en fait une histoire des calculatrices et des ordinateurs, Fabrice Auclert, 18 juillet 2019.

Missions Apollo

- [Apollo 11 : un bond de géant technologique avec les ordinateurs de la mission](#),
- [Il y a 50 ans, Apollo 13 : revivrez en images la catastrophe transformée en succès](#)
- [Il y a 50 ans : l'ordinateur qui emmena l'Homme sur la Lune](#), 26 juillet 2019
- Dépôt du code source [d'Apollo 11](#) ([en](#))
- Si vous voulez vous amuser à refaire l'ordinateur embarqué d'Apollo 11, vous pouvez vous procurer le [matériel pour un euro](#) (oui ça a coûté beaucoup plus cher au départ)
- [Photos des missions](#) ([en](#)).

L'exploration spatiale et les astronautes

- [La conquête spatiale pas pour les femmes russes](#), Victoria Loguinova-Yakovleva, lapresse.ca, 14 juin 2013
- [Les femmes dans l'espace : une conquête inégale](#), Maxime Teller, Radiofrance, 18 octobre 2009
- [Liste de femmes astronautes](#)^{*}
- [Svetlana Savitskaya](#)^{*}, première femme à avoir effectué une sortie extra-véhiculaire
- [Corps européen des astronautes](#)^{*}

Sur la journée Ada Lovelace et la place des femmes dans les carrières scientifiques et techniques

- ["I wrote my first piece of code at seven": women share highs and lows in computer science for Ada Lovelace Day](#) ([en](#)), 10 octobre 2023, témoignages de six femmes informaticiennes, Nature, 10 octobre 2023
- [De l'école à l'entreprise, les femmes toujours découragées de faire carrière dans les métiers scientifiques et techniques](#), Charlotte Bozonnet, Le Monde, 2 octobre 2024.

Excuse et paragraphes de la fin

Cette dépêche paraît assez tardivement après la [précédente](#) pour des raisons assez indépendantes de ma volonté et incluant un piratage d'un de mes sites.

Ceci étant, un grand merci une fois de plus à [ymaglin](#) pour ses suggestions, notamment pour cette citation tirée d'une de ses lectures, *Forces de la nature* de François Lacombe, Anna Reser et Leila McNeil chez Belin :

Dans l'histoire des sciences et des vols spatiaux, on constate que cette distinction nette établie entre les tâches techniques et non techniques a été l'une des façons de marginaliser systématiquement les femmes.

Ce qui se vérifie amplement notamment avec les tisserandes des mémoires.

Comme de bien entendu, entre les recherches, l'écriture et les commentaires de la dépêche précédente, il appert qu'il y a un sujet connexe, celui de l'astronomie et de l'évolution du métier d'astronome et d'astrophysicienne qui mériterait d'être traité. Ce qui sera fait, d'ici la fin de l'année. Et, si vous cherchez un sujet de mémoire ou thèse, à mon avis le thème des langages informatiques : naissance, diversité, histoire, pourquoi un langage très populaire finit par être abandonné, etc. pourrait être passionnant (si ça n'a pas déjà été fait). Peut-être qu'un jour je vous infligerai un texte sur l'histoire de l'informatique soviétique (ou peut-être pas).

1. Citation reprise de l'article d'Yves Logé dans [« Les ordinateurs soviétiques : histoire obligée de trois décennies »](#) Revue d'études comparatives Est-Ouest Année 1987 18-4 pp. 53-75 qui cite D. Brand, L'Union Soviétique, France, Sirey, 1984, p. 230. [↗]

