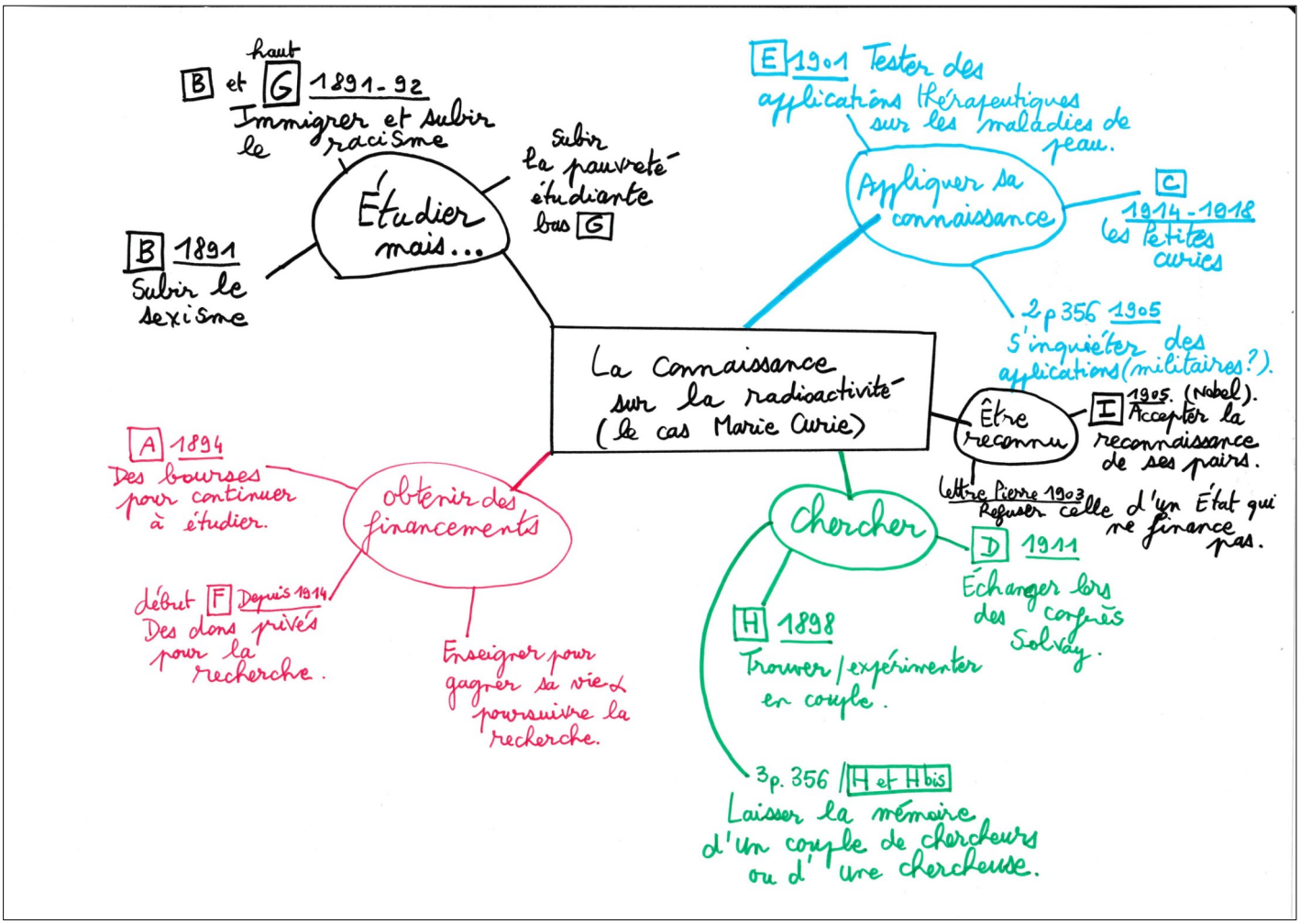
Thème 6 – L'enjeu de la connaissance

Axe 1 – Produire et diffuser des connaissances

I- Jalon 1 : produire de la connaissance scientifique : recherche et échanges des hommes et des femmes de science sur la question de la radioactivité (1896-années 1950's)

A) Le fonctionnement d'une communauté scientifique : (1896-1934)

Comment construit-on la connaissance sur la radioactivité ?



La connaissance sur la radioactivité le cas de Marie Curie.

Etudier mais ...

Précarité et barrière de la langue

Lorsqu'elle arrive à Paris en 1891, elle n'a presque pas d'argent et étant polonaise, la barrière de la langue s'impose.

Sexisme et racisme

En 1891 lorsqu'elle s'inscrit en licence de physique elle est sous estimée et «moquée» par ses professeur en raison de son genre et de sa nationalité.

Obtenir des financements.

Grâce aux bourses

En 1894, Marie Curie obtient une bourse donnée par la Pologne aux «élèves méritants» et une de la France, ce qui lui permet de lutter contre la précarité.

Grâce aux dons

En 1920, les riches Américains tels que Rockfeller, Rothchild ou Carnegie font des dons à Marie Curie pour ses recherches.

Etre reconnue

2 prix Nobels

Marie Curie reçoit 2 prix Nobels au cours de sa vie. Un en 1903 avec Pierre et un autre 8 ans plus tard, seule.

Appliquer sa connaissance

Les premiers tests

En 1901, Pierre et Marie Curie testent leurs théories sur Pierre lui-même et sur des animaux.

Les «Petites Curies»

Pendant la première Guerre Mondiale, Marie invente des centres de radiologies pour soigner les malades.

Chercher

Avec Pierre Curie

En 1895, elle se marie avec Pierre Curie qui devient son partenaire de vie mais aussi son partenaire de recherche scientifique. Dans leurs premières années de recherches, ils travaillent dans des conditions pitoyables.

Avec le Congrès de Solvay

En 1911 grâce à Ernest Solvay, elle intègre le congrès de Solvay qui regroupe tous les plus grands physiciens de l'époque.

A) <u>Le fonctionnement d'une communauté scientifique</u> : (1896-1934)

Comment construit-on la connaissance sur la radioactivité ?

Le Jalon 1 commence en **1896** car c'est la date de la découverte des rayonnements « ionisants » (une manifestation de la radioactivité) par le français Henri **Becquerel**. La preuve de l'existence de la radioactivité, établie par les Curies au début du XXe siècle est importante car elle prouve que la matière n'est pas inerte : elle est dynamique, mouvante, active… On rentre donc dans l'étude de l'intérieur de la matière (l'atome). En 1905, l'article d'Einstein ($E=MC^2$) ne découvre pas la radioactivité : il théorise le fait qu'avec une petite masse, on peut produire une grande quantité d'énergie, principe théorique servant à penser la possibilité future d'une bombe atomique.

1- <u>Étudier et émigrer</u> :

- Le <u>*cursus* des études à suivre pour devenir chercheur</u> : il s'agit de **financer ses études**, de les réussir (obtenir le diplôme de la **licence** en physique, en chimie ou en Mathématiques) **brillamment** (il faut finir dans les premiers pour être remarqué par son professeur d'université : seuls les premiers poursuivent après la licence la **thèse** pour avoir le diplôme du **doctorat**) pour commencer enfin la recherche.

- Le cas de Marie Curie (1867-1934) est exceptionnel car elle doit vaincre trois difficultés personnelles :

- Elle <u>n'est pas française</u> : elle vient de Pologne dont le territoire est découpé en 3 et appartient à la Russie à l'Est, la Prusse à l'Ouest et l'Autriche-Hongrie au Sud. Varsovie est dans la partie russe. Maria subit la russification linguistique à l'école : son père (professeur de physique en lycée) enseigne en russe mais continue d'enseigner en polonais => il est renvoyé et doit donner des cours particuliers de français pour survivre. Sa mère meurt de la tuberculose à ses 10 ans : elle « déprime » et se lance alors dans les études. Quand elle arrive en France, elle subit le **racisme anti « polak »** (comme il existe en France un racisme très fort anti « rital » = insulte désignant les immigrés italiens) : elle s'inscrit à la Sorbonne en francisant son prénom (**Marie** et pas Maria) et elle cache son nom (**Sklodowska**). Il faut rajouter qu'elle est d'origine juive et que la France traverse l'affaire Dreyfus (1898-1906). En 1911, la femme du chercheur Paul Langevin découvre à la maison des lettres d'amour envoyées par Marie Curie (son mari est mort accidentellement en 1906 : il traverse une rue en sortant de la Sorbonne où il donne des cours et il glisse sur le trottoir mouillé car il pleut. Il s'accroche tant bien que mal à un cheval attelé à un taxi hippomobile mais il ne réussit pas à agripper les liens et il tombe sous le taxi. Une des roues lui broie le crâne. Il meurt sur le coup). Pour se venger et obtenir la garde des enfants et une pension alimentaire, elle envoie ces lettres à des journalistes. Gustave Téry les publie dans *L'œuvre* une revue sensationnelle avec le sous-titre « Pour une mère » : il s'agit pour lui de défendre une mère trompée. Mais, cette publication entraîne 1- des hésitations du comité attribuant à Stockholm le prix Nobel (finalement, il décide de lui attribuer) 2- elle devient la risée du Paris antisémite (elle contacte publiquement Gustave Téry et s'excuse auprès de lui pour éviter un duel au pistolet entre Téry et Langevin : Téry et l'ex-femme de Langevin acceptent à condition qu'elle ne travaille plus jamais avec Langevin) : les journaux antidreyfusards multiplient les articles antisémites contre elle (*L'Excelsior*, *L'Intransigeant* d'Édouard Drumont ou *L'Action Française*).
- Elle <u>n'est pas un homme</u> : elle est toujours la seule femme en photo au milieu des autres chercheurs masculins. Il n'y a ici pas beaucoup de différence entre la Pologne et la France : dans les deux pays, le **sexisme-machisme** est très fort. Après l'obtention de son Bac, en Pologne, elle poursuit ses études supérieures en assistant à des cours du soir clandestins donnés par des femmes aux filles (les cours « volants ») car l'université polonaise est interdite aux filles. En 1891, quand elle s'inscrit à la Sorbonne en licence, en sciences, il n'y a que 23 femmes sur 2000 étudiants. En 1911, avant l'affaire Langevin, elle est refusée à l'Académie des Sciences de Paris au motif, selon le journaliste Octave Mirbeau, que : « la femme n'est pas un cerveau, c'est un sexe et c'est bien plus beau ». Pierre Curie y avait pourtant été accepté quelques années avant. Donc, il est clair que le sexe joue autant que les compétences scientifiques pour être accepté par ses **pairs**, lesquels sont tjs des hommes.
- Elle <u>n'est pas riche</u> : ses parents sont fonctionnaires, donc ils ne sont pas pauvres, mais sa mère meurt quand elle est jeune, son père est renvoyé et elle est issue d'une famille de 5 enfants (c'est la dernière). Sa chance vient de sa grande sœur, Bronia. Elles scellent un « **pacte d'étude** » en 1885 : Maria va travailler (elle est préceptrice dans une famille polonaise riche) pour financer les études de Bronia en médecine à la Sorbonne, et, quand Bronia aura terminé, elle fera venir Maria à Paris ; elle devra la loger et l'aider à financer ses études. Marie envoie donc des lettres à Bronia entre 1885 et 1891 dans lesquelles elle y place de l'argent ce qui permet à Bronia de devenir médecin. C'est Bronia qui accueille Marie quand celle-ci arrive en France en 1891 gare de l'Est.
  Marie est douée mais elle est pauvre => elle obtient d'abord des **bourses d'étude** lui permettant d'obtenir sa 2e licence. Son professeur d'université (Gabriel Lippmann) lui trouve une bourse de recherche financée par la Société d'encouragement de l'industrie nationale (donc des financements privés) et la Pologne lui attribue une bourse pour les étudiants émigrés polonais méritants.

- La trajectoire de Marie Curie n'est pas représentative de celle des autres chercheurs sur la radioactivité qui travaillent à l'étranger. <u>Ex</u> : dans le **cas britannique**, le racisme compte moins car il existe des **liens migratoires** naturels entre régions de l'**Empire** britannique (ce qui deviendra le Commonwealth). Le néo-zélandais **Rutherford** fait ses études en Nouvelle-Zélande et il est accueilli très facilement à Londres dans un laboratoire à Cambridge commandé par l'anglais Thompson. Les deux parlent anglais, les deux sont des hommes, les deux sont blancs, les deux ont la même culture, la même langue...

2- Produire, diffuser et financer la connaissance :

- le travail de recherche : il se fait par **tâtonnements** et chaque chercheur part des résultats publiés par le chercheur précédent (dont il lit les résultats des travaux dans des revues) pour avancer en les validant ou en les infirmant (production et diffusion de la connaissance marchent ensemble). C'est enfin un travail collaboratif.

- Bcp de découvertes se font par hasard lors d'expériences (la radioactivité étant invisible) et dans bcp de cas, on se trompe dans les conclusions ; enfin, c'est du bricolage artisanal visant à prouver une intuition : **Röntgen** (1895 en Allemagne) et **Becquerel** (1896 en France) partent du constat connu (la matière est utilisée pour colorer la vaisselle en Europe centrale) que le **sel d'uranium** est phosphorescent. Ils concluent d'abord (à tort) que la phosphorescence vient des rayons du soleil qui, en quelque sorte, donnent naturellement à cette matière sa capacité phosphorescente. Mais, par hasard, en plaçant la matière dans une mallette, dans le noir pdt la nuit, ils constatent que la phosphorescence ne diminue pas. Becquerel (doit se rendre à une conférence) place dans sa poche du sel d'uranium et observe une blessure sur sa peau... Conséquence : pour eux, la phosphorescence vient naturellement du seul fait du sel d'uranium lui-même par rayonnements. Ensuite, pour apporter la preuve d'une hypothèse, Becquerel place des sels d'uranium sur du papier photo et il voit que le papier est noirci => il émet l'hypothèse que l'uranium émet naturellement des rayonnements que Röntgen nomme les **rayons X** et que Becquerel nomme les **rayons ionisants**. Becquerel place entre sel et papier une croix en plomb et observe que la croix dessine une croix blanche sur le papier => le plomb arrête ces rayonnements. Ils impriment leurs os de la main sur le papier pour faire la publicité de leur découverte. Mais, les deux ne vont pas plus loin et se désintéressent même complètement de la radioactivité.
- Becquerel diffuse ses résultats en écrivant tout de même un **article** et il fait une **conférence** à l'académie des sciences de Paris en 1896 où il y montre une radiographie de sa main. Un an plus tard (1897) Marie Curie prend connaissance de ses recherches en lisant son article, or, elle commence, aussi par hasard, sa thèse et elle décide alors de poursuivre les travaux de Becquerel => il existe donc une **émulation** entre chercheurs qui sont en relation entre eux par l'intermédiaire des **revues** (ou des **lettres**). La communauté scientifique se construit tant par la production de la connaissance que par sa diffusion.
  La diffusion de la connaissance passe aussi par la participation à des congrès comme les **congrès Solvay** (le 1er en 1911) à Bruxelles financés par l'industriel belge Solvay. Il s'agit de réunions entre chercheurs pour échanger sur leurs recherches. Marie y côtoie Einstein, Paul Langevin et les autres chercheurs allemands et britanniques. Peu de chercheurs sont invités (et encore moins des femmes) : la **communauté scientifique** forme donc une sorte de « cercle fermé », une élite qui se coopte (seuls les **pairs** choisissent qui peut entrer dans le cercle fermé et seulement si on passe par le *cursus* académique classique avec thèse et agrégation).
- Un travail collectif, long, dangereux et fatiguant : le travail de Marie et Pierre dans leur labo consiste à chercher, dans la pechblende (où il y a, en très petite quantité) du polonium mais aussi du **radium** radioactif. Le terme « radioactivité » est inventé par Marie. Le pb est que, pour obtenir 1 gramme de radium, il faut 1 Tonne de pechblende. Ils travaillent jour et nuit entre 1897 et 1901 (date à laquelle ils commencent à isoler des résidus de radium). Ils concassent le minerai, le lavent et le font bouillir pour en enlever les impuretés, et séparent progressivement radium des résidus de pechblende en mesurant la radioactivité de chaque échantillon (avec un appareil inventé par Marie : une boîte métallique dans laquelle on place le minerai et on fait passer de l'électricité pour créer un champ magnétique capable de dévier les rayonnements vers une plaque où l'intensité des rayonnements est indiquée). Ils découvrent aussi par hasard que le radium est fluorescent (vert) : Marie prend en photo un bol radioactif qui a supporté le radium et qui brille la nuit. Par la suite, Marie dépend de souscriptions américaines pour avoir 2 grammes de radium. Ce travail est extrêmement dangereux mais on ne connaît pas les effets des radiations sur le corps humain : Marie meurt aveugle et les doigts brûlés, d'une leucémie (cancer du sang) à cause de son **irradiation**. Pierre ne se rend à Stockholm, pour y recevoir son prix Nobel, que deux ans après l'attribution de son prix car il est malade. En 1995, quand on transfert les **cendres** de **Marie** au **Panthéon**, on entoure les cendres d'une boîte en plomb car ses restes sont tjs radioactifs.

- les aléas du financement des recherches :

- L'auto-financement se fait en passant des **concours** de l'**enseignement** : en 1895, Marie est **lauréate** de l'**agrégation**. Cela lui permet d'enseigner en classe préparatoire (École normale supérieure de Sèvres). Son mari a lui-aussi l'agrégation : il enseigne en lycée la physique. Puis, il sera professeur d'université à la Sorbonne et Marie reprend son poste (sa **chaire**) en 1906 après l'accident mortel de Pierre. Pour eux, l'enseignement est accessoire ou « alimentaire » : il s'agit de financer leurs recherches. L'idéal est de ne faire que de la recherche et de ne plus enseigner. Après la thèse (1903) et jusqu'en 1906, Marie n'enseigne pas : elle ne se consacre qu'à ses recherches. Après 1914, elle n'enseignera plus : elle ne se consacre qu'à la présidence de son institut du radium.
- Le manque d'argent est criant côté français. Pour avoir un **laboratoire** (lieu adapté où on ne fait que de la recherche), Marie et Pierre utilisent (avec la permission du directeur du lycée où enseigne Pierre) un **hangar à patates** qu'ils transforment en laboratoire en clouant des planches sur les murs (pour servir de table d'expérience) et comme ils n'ont aucune étagère, ils stockent leur matériel sur des vieux bureaux usagers et inutilisés par l'école, qu'ils reconvertissent en bureaux.
  Il faut attendre leur prix Nobel en 1903 pour qu'ils obtiennent d'abord :
  - Des financements privés : une **revue** gratuitement publiée ***Le radium*** et un laboratoire moderne (d'un industriel qui veut produire et vendre du radium car le prix du radium augmente : de 150 000 Francs or le gramme en 1904 à plus de 750 000 Francs or le gramme en 1920)
  - Et 1914 pour que l'État français finance enfin leurs recherches en créant l'**Institut du radium** où on poursuit les recherches sur le radium.

  L'Institut du radium français n'attire des chercheurs étrangers qu'à partir des années 1920-1930's. Il faut attendre l'après 1945 pour que l'État français mette véritablement les moyens dans la recherche sur la radioactivité (pour se doter de l'énergie nucléaire civile puis militaire) en créant des institutions publiques (car l'institut du radium est financé aussi par des dons privés au départ) comme le **CNRS** (Caisse nationale pour la recherche scientifique créé en 1939 par Vichy devenu en 1945 le centre national pour la recherche scientifique), le Commissariat à l'énergie atomique (**CEA**) créé en 1945 et confié à Frédéric Joliot-Curie. Puis, en 1954, création dans le cadre de la construction européenne, du **CERN** (centre européen de recherche nucléaire) à Genève. Ce retard français puis européen dans les financements explique en grande partie pourquoi ce sont les États-Unis qui se doteront les premiers de la bombe atomique.
- Le modèle français de financement public s'oppose aux financements + importants (privés) britanniques et allemands : cela explique l'avance britannique à la fin du XIXe siècle, le labo le plus moderne est alors celui de **Cambridge** (Londres) ; il a les moyens de faire venir des spécialistes de la radioactivité du monde entier et de les payer très cher, comme le néo-zélandais, Thomas Rutherford.

3- Honneurs et applications :

a) Accepter les prix mais refuser les honneurs :

- Les distinctions n'intéressent Marie et Pierre que s'il s'agit de **prix académiques** c'est-à-dire une médaille (**médaille Davy** de la *Royal society* de Londres) ou un diplôme écrit (comme le **prix Nobel** de l'académie suédoise du même nom, deux fois pour Marie en 1903 et 1911) car les prix proviennent de la décision de ses **pairs** => ils ont donc une forte valeur scientifique !

- En revanche, toute autre forme d'honneur civil et lié au pouvoir n'intéresse pas ces chercheurs, sauf si cet honneur permet d'avoir des financements donc de faire avancer la recherche. Ex : Pierre refuse la **légion d'honneur** et répond au ministre qu'il préfèrerait un laboratoire (1903). En 1903, Marie refuse aussi à la femme du président de la République qu'elle soit présentée au Roi de Grèce en lui répondant : « je n'en vois pas l'utilité ». Après 1903, ils sont régulièrement traqués par des « paparazzis » qui veulent les prendre en photo car avec le Nobel, ils passent brusquement de l'ombre à la lumière ce qu'ils détestent.

b) Les applications économiques (médicales) de la connaissance :

- Dès 1901, Pierre place sur son bras du radium pour vérifier les expériences faites par Becquerel pour voir les effets physiologiques du radium sur le corps. L'exposition brûle sa peau. Pierre rentre alors en contact avec l'hôpital Saint-Louis de Paris pour inventer des **applications médicales** possibles d'abord sur des animaux puis sur les hommes. **Regaud** (un chercheur et médecin) est le premier à expérimenter sur les hommes des traitements humains (des **lupus** et **cancers**) par exposition au radium. On parle de **Curiethérapie** : des **crèmes au radium** (et des pommes de douche distribuant des résidus irradiés dans le bain aussi) sont vendues de façon industrielle dans les années 1920's et 1930's en Europe et en Amérique du Nord. Marie emprisonne dans des ampoules du gaz de décomposition du radium, le **radon**, pour soigner des plaies.

- Entre 1914 et 1918, l'État français commence à s'intéresser au radium avec la première guerre : Marie obtient des riches parisiennes le don de leur automobile (une vingtaine : les **petites curies**) et elle les équipe de centres mobiles de radiographie, réquisitionnés dans les hôpitaux de la capitale, pour faire des radios et observer les fractures des poilus avant de les opérer. Après la guerre, l'État finance encore davantage son Institut car il est réputé mondialement.

B) La radioactivité, un enjeu géopolitique : (1935-années 1950's)

1- La course à la bombe et ses conséquences géopolitiques : (1935-1945)

a) La découverte de la **radioactivité artificielle :** (2e moitié des années 1930's) :

- En 1935, le français **Frédéric Joliot** (gendre de Marie Curie, le mari d'Irène) invente la **chambre de Wilson** : une boîte métallique dans laquelle, en produisant un champ magnétique, on propulse des rayonnements sur une feuille d'aluminium. En étudiant cette feuille d'aluminium, Irène et Frédéric s'aperçoivent qu'elle contient du phosphore radioactif, un élément radioactif qui n'existe pas dans la nature et jusqu'ici inconnu, qui a donc été créé par l'homme. Il devient donc possible de **manipuler la matière**. On comprend alors que la matière n'est pas inerte : elle est dynamique, mouvante et que l'Homme peut transformer cette matière. Lors de la remise de son **prix Nobel en 1935**, dans son discours, il précise qu'on pourra produire une énergie colossale et il parle de « bombe ».

- Début 1938, l'italien **Enrico Fermi** expose à des neutrons (une particule neutre que l'on vient juste de découvrir) l'atome d'uranium : il observe la disparition du noyau d'uranium bombardé mais l'apparition de particules inconnues… Fermi est le premier homme (sans le savoir) à faire une **fission nucléaire** (une explosion d'un noyau radioactif d'uranium) mais il n'arrive pas expliquer ce qui s'est passé et pourquoi.

- Aussitôt avertis par l'article traduit en allemand de Fermi, en décembre 1938, les physiciens allemands **Fritz Strassmann, Otto Hahn** et **Lise Meitner** (en Scandinavie car elle est juive et a fui le nazisme) répètent l'expérience pour découvrir ce que Fermi a découvert sans le savoir et n'a pas compris (à savoir la fission) : Lise Meitner découvre qu'un noyau d'uranium peut se scinder en deux ; c'est un phénomène inconnu et radicalement nouveau que Lise Meitner appelle la « **fission** ». Elle comprend que, quand on bombarde de neutrons l'atome d'uranium, son noyau se casse alors en deux fragments d'atomes plus légers et surtout que, lors de cette fission, une énergie considérable est dégagée.

- 1939 : Fermi aux États-Unis et Frédéric Joliot en France découvrent le principe théorique de la **réaction en chaîne** : avec une quantité d'uranium assez importante, les neutrons pourraient se propager dans l'uranium pour générer, à partir d'une seule fission sur un seul atome, une réaction en chaîne entraînant la fission de tous les autres atomes d'uranium en contact. C'est le principe théorique de la **bombe atomique** de type **bombe A** qui fonctionnera par fission. Tout le monde comprend alors le potentiel dévastateur de la fission et de la réaction en chaîne => les États se lancent alors dans la course à la bombe et les financements augmentent fortement ! On passe alors d'une logique économique (avec marie Curie) à une logique géopolitique durant la 2e GM.

- En 1939 aussi, Frédéric Joliot trouve que l'**eau lourde** (ou deutérium) permet de ralentir, donc de contrôler, la réaction en chaîne : c'est le principe d'une **centrale nucléaire civile**. Tous les principes du monde nucléarisé actuel sont donc posés. Il reste à passer des découvertes aux inventions pratiques.

b) La radioactivité dans la seconde guerre mondiale : (1939-1945)

- Aux États-Unis : en août 1939, le physicien hongrois **Léo Szilard** demande à **Einstein** de rédiger et de signer (pour être écouté par le président Roosevelt, Szilard n'étant pas célèbre) une **lettre** adressée **au président américain Roosevelt** pour le mettre en garde sur l'avancée du programme nucléaire nazi (**1p358 et 4p359**) : en 1945, les nazis mettront au point une centrale nucléaire civile avec de l'eau lourde. Roosevelt décide alors de lancer un programme de recherche international sans précédent qui s'accélère bcp en 1942 après Pearl Harbor le 7 décembre 1941 (mobilisant les chercheurs issus de l'émigration fuyant le nazisme comme Lise Meitner ou le fascisme comme Fermi et les autres dictatures européennes comme le hongrois Léo Szilard) : le programme s'appelle le **projet Manhattan** (1939-1945, car les premières réunions se déroulent à Manhattan). Ce projet s'accompagne aussi d'un appel aux physiciens européens à arrêter de publier les résultats de leurs recherches pour ne pas aider les scientifiques nazis. Roosevelt donne la priorité absolue à ce projet alors que personne ne sait si cela va marcher. Tout passe avant : des moyens matériels considérables sont mobilisés (2 milliards de dollars de l'époque et 125 000 personnes aux États-Unis) ; le **général Groves** commande les opérations (il est choisi par Roosevelt car il est ingénieur et vient de construire avec succès le Pentagone) et le chercheur **Robert Oppenheimer** gère les aspects scientifiques. Ils recrutent des chercheurs du monde entier en leur disant que la bombe permettra de finir cette guerre (patriotisme) mais aussi toutes les guerres (pacifisme). 3 bases isolées sont construites en secret pour extraire et enrichir uranium (Oak Ridge) plutonium (Hanford) et assembler la bombe (Los Alamos au Texas).

Le programme connaît 3 tournants :

- En 1942, Fermi met au point la première réaction en chaîne miniature (une **pile atomique**) : son allumage prévoit 3 scientifiques suicides capables de déverser du graphite (capable de bloquer la réaction en chaîne en absorbant les neutrons) sur l'uranium, car, malgré les calculs de Fermi, on ne sait pas si, une fois lancée, la réaction en chaîne va s'arrêter. On prend donc déjà le risque de détruire l'humanité pour faire avancer la connaissance.
- Le 16 juillet 1945, la **première explosion nucléaire** (un essai secret nommé *Trinity*, **Trinité**) a lieu au Nouveau-Mexique dans la base d'Alamogordo. En voyant l'explosion, Oppenheimer dit : « Si la lumière de 1 000 soleils éclatait dans le ciel au même instant, ce serait comme cette glorieuse splendeur. Maintenant, je suis devenu la mort,

le destructeur des mondes ». Un officier lui répond plus prosaïquement : « Maintenant, nous sommes tous des fils de pute ! » De ce dialogue mégalomane et grossier, il faut comprendre que, dès le départ, les physiciens et les militaires ont des inquiétudes sur leur découverte : quelles seront les conséquences géopolitiques de l'invention de la bombe ?

- La bombe est utilisée pour « **mettre fin à la guerre** » (ce serait la première conséquence géopolitique de la bombe) contre le Japon les 6 et 9 août 1945 : ***Little Boy*** à **Hiroshima** et ***Fat Man*** sur **Nagasaki**. L'utilisation de la bombe sauve la vie des soldats américains en précipitant la reddition du Japon (**3p359**).

Mais, la décision de Truman d'utiliser la bombe démontre en réalité la volonté de la part des États-Unis d'**impressionner l'URSS** dans le contexte des **conférences de paix de 1945** pour assurer une position géopolitique forte des États-Unis dans ses rapports de puissance (bipolaire) avec l'URSS :

- La signature de **conférence de Yalta** le 8 février 1945 prévoit que l'URSS doit entrer en guerre 3 mois après contre le Japon, soit le 8 août 1945 => en utilisant la bombe, les États-Unis évitent que l'URSS n'envahisse et contrôle le Japon ;
- La **conférence de Postdam** de Juillet 1945 est l'occasion pour le président Truman d'impressionner Staline en lui disant que les États-Unis ont une arme nouvelle, qu'ils vont l'utiliser et que l'URSS devra se tenir tranquille en Europe : c'est donc un argument pour se partager l'Europe et l'Allemagne en deux, alors que l'armée rouge domine l'Europe centrale et orientale, sans avoir à gérer un 2e front comme le font les États-Unis !

- 2e et 3e conséquences géopolitiques : l'invention de la bombe pose vite le problème du **monopole étatsunien** : le **rapport Franck** (rédigé avant les deux explosions par des scientifiques comme Fermi) de juin 1945 déconseille l'emploi de la bombe (Oppenheimer ne signe pas le rapport) et prévoit, de façon prémonitoire, les conséquences géopolitiques à venir, car :

- Une fois utilisée, la bombe pourrait facilement être produite par d'autres pays entraînant la « **course aux armements** » : l'expression apparaît dans le rapport. Si la course aux armements démarrait, elle serait sans fin et empêcherait la signature d'un **accord international** visant à interdire son utilisation et sa production dans d'autres pays. Tout autre pays détenteur de la bombe n'aurait en effet aucun intérêt à signer un tel traité de désarmement.
- Le rapport se projette enfin, déjà dans une **future logique de guerre froide atomique** URSS-États-Unis. Car, il précise ce que pourrait être une future guerre nucléaire et quel serait alors le désavantage étatsunien. La bombe est en effet une arme idéale pour battre les États-Unis, car la population étatsunienne est urbaine, or, la bombe est l'arme absolue pour détruire des villes. A l'inverse, le même rapport dit qu'un pays (l'URSS sans le nommer) plus grand, avec des densités de population plus faibles, serait avantagé, car la bombe serait alors inoffensive sur un pays plus rural.

2- La radioactivité au début de la guerre froide : (1947-années 1950's)

- Les deux prémonitions du rapport Franck deviennent une réalité. Durant la Seconde guerre mondiale, l'URSS a envoyé des espions pour enquêter sur le projet Manhattan. Les rapports de ces espions permettent à l'URSS d'avancer rapidement (car ils disposent de l'expérience étatsunienne). En 1949, la **première bombe A soviétique** explose. Il s'agit de l'œuvre du physicien **Andrei Sakharov**. L'**équilibre de la terreur** (une guerre nucléaire devient possible) va déclencher la **course aux armements** crainte dès 1945 dans le rapport Franck.

- 4e conséquence géopolitique : l'Homme prend conscience qu'il peut détruire l'humanité. En 1952, les États-Unis font exploser la première **bombe H** (ou bombe thermonucléaire) **à fusion** : c'est une bombe à deux étages. 1-le premier étage est le détonateur, soit une bombe à fission classique. 2-le 2e étage est constitué par des atomes d'uranium qui, projetés les uns contre les autres par la détonation, explosent par collisions multiples entraînant une pluie radioactive dans le ciel retombant sur terre.

- En 1955, onze personnalités (dont Frédéric Joliot) signent le **manifeste Russel-Einstein** **5p359** (juste après la mort d'Einstein qui aurait dit qu'il regrette avoir signé la lettre de Szilard à Roosevelt) pour avertir le monde du danger d'**hiver nucléaire** signant la fin de l'humanité.

La bombe la plus puissante jamais utilisée en essai atmosphérique a explosé en URSS (dans le désert du Kazakhstan) en 1961, c'est la « **tsar bomba** » : elle représente l'équivalent de 50 millions de tonnes de TNT.

II- Jalon 2 : donner accès à la connaissance : grandes étapes de l'alphabétisation des femmes du XVIe siècle à nos jours dans le monde

A) Une conquête ancienne chez nous : Les grandes étapes de l'alphabétisation des femmes du XVIe siècle à 1945 : Comment mesurer l'alphabétisation des femmes en Europe entre le XVIe siècle et 1945 ? Quels en sont les étapes et les moyens ?

1- Mesure de l'alphabétisation des femmes :

a) Approche quantitative : **4p353**

- Outil de mesure : la **signature** (des veuves sur les inventaires après décès des maris ou celle des femmes sur les contrats de mariage) indique la capacité de lire le texte à signer et la capacité à écrire (une croix maladroitement écrite prouve l'analphabétisme). 2 limites à la pertinence de cet outil : une personne tierce (le maire pour un mariage) peut lire et expliquer le document à signer et la signature peut être apprise « par cœur » et recopiée mécaniquement, sans pour autant que l'écriture soit totalement maîtrisée sur un texte long à écrire.

- Contrastes observables :

- Entre les deux sexes : les femmes savent moins signer que les hommes (écart de 20 % à la fin du XVIIIe), mais **convergence** durant tout le XIXe siècle : l'écart passe à 10 % et l'alphabétisation des filles passe de 27 % à la fin du XVIIIe à 67 % à la fin du XIXe soit + 30 %. Les lois scolaires du début de la IIIe République (1879-1882) sont votées quand l'alphabétisation des filles est déjà forte (67 %) => ces lois achèvent un phénomène déjà enclenché => ces lois n'expliquent pas seules la progression qui date d'avant 1870 (date de naissance de la IIIe République).

- Géographiques : **fin 3e paragraphe p 360** : écart de 30 % pour les filles entre la France au Nord-Est d'une ligne Saint-Malo-Genève et la France au Sud-Ouest de cette ligne. Cela recouvre l'opposition France plus urbaine et France plus rurale : il existe une alphabétisation plus élevée en ville (où les écoles primaires sont plus nombreuses). Vers 1690, en Angleterre, 48 % des Londoniennes signent contre 20 % en province.

- Sociaux : les filles les plus riches sont alphabétisées dans les **couvents** avant l'école publique obligatoire (1882). **Doc 5 polycop** Or, ces institutions religieuses sont payantes et très chères car des **internats**. Ces internats sont hors de portée des familles pauvres qui préfèrent les écoles d'externat moins chères (le couvent coûte, vers 1840, de 40 à 50 000 Francs/an alors qu'un ouvrier gagne à peine plus de 600 Fr/an et qu'il a du mal à nourrir sa famille).

b) Approche qualitative : **docs 1, 2, 3, 4 polycop**

- Différencier 1-le niveau de maîtrise de l'écriture, de la lecture et du calcul d'une femme adulte (le niveau le plus faible est l'absence d'alphabétisation donc l'analphabétisme), qui est le résultat de 2- l'alphabétisation des filles durant leur scolarité : l'acquisition de ces compétences se fait par 3- l'instruction à l'école (apprentissage de ces compétences et savoirs) et 4- l'éducation à l'école (acquisition de valeurs morales et culturelles).

- Chronologiquement, il existe 4 types de niveaux de maîtrise du plus faible au plus élevé :

- Selon Fénelon, un homme, au XVIIe, ce niveau est faible : il est rare de voir les femmes lire correctement. Au niveau de l'écriture, elles font beaucoup de fautes, forment mal leurs lettres et n'écrivent pas droit => le niveau d'alphabétisation minimal (consistant à pouvoir lire, écrire et compter de façon assurée) n'est pas assuré.

- Selon une jeune noble allemande vivant à la fin du XVIIIe siècle (Caroline de Schlegel-Schelling), l'alphabétisation consiste en la **lecture assidue** (cette femme dévore les livres : « Je meurs de soif car ma source de livres est tarie ») de romans « qu'on lit couchée sur le sofa » => une **lecture détente et plaisir silencieux** et lecture de livres de science provenant de l'Université voisine « qu'on lit sur le même sofa une table devant soi » pour faire des calculs sur une feuille ? Une lecture maîtrisée, silencieuse, plaisir et plus savante, plus éclectique.

- Selon une noble berlinoise de la fin du XIXe siècle (Elisa de Recke) : l'alphabétisation c'est maîtriser l'écriture et **écrire pour soi**, un journal intime dans lequel on peut exprimer ses sentiments => une expression possible, une liberté nouvelle de s'exprimer, qui était impossible auparavant dans la simple lecture.

- Selon les Mémoires d'une autre berlinoise du XIXe siècle (Thérèse Huber) : l'alphabétisation doit permettre d'**écrire pour les autres** => de publier des textes lus par des hommes. La femme devient **auteur** d'abord en complétant des traductions de textes d'hommes, puis en écrivant sa propre œuvre mais de façon anonyme ou en masculinisant son nom comme la célèbre auteur George Sand qui s'appelle en réalité Aurore Dupin. Une honte à avouer qu'on est auteur pour une femme. Car, c'est une contrainte pour se marier : les hommes n'acceptent pas les « femmes savantes » (Molière). Les hommes préfèrent des filles moins cultivées pour mieux les dominer.

2- Étapes et raisons de la scolarisation et de l'alphabétisation des filles :

a) Une scolarisation religieuse dans les couvents ou à la maison pour devenir mère au foyer (avant 1850) :

- Les raisons patriarcales ralentissant scolarisation et alphabétisation des filles :

- L'« orientation » n'existe pas puisque les femmes sont destinées à être **mères au foyer**. Selon Fénelon, au XVIIe, l'alphabétisation est donc limitée parce que les jeunes filles ne feront pas d'études car elles ne sont pas destinées à faire de la politique et la guerre, donc bcp de disciplines ne leur seront pas utiles, comme la politique, le droit, la science... : l'alphabétisation se limite au minimum (sauf pour celles qui iront dans le secondaire, mais c'est rare) c'est-à-dire compter (pour faire le marché) d'où l'importance de l'arithmétique (les 4 opérations uniquement) et savoir lire la Bible. (**fin doc 1polycop**) Les femmes doivent savoir lire et compter aussi parce qu'en tant que mères elles instruiront leurs enfants => une femme non instruite et peu alphabétisée fait donc plus de mal qu'un homme qui n'instruit pas les enfants. L'alphabétisation est un processus qui s'opère à la maison. **Toute femme est une école** !

- Les raisons religieuses favorisant scolarisation et alphabétisation : la prière comme programme scolaire

Au XVIe siècle, Luther (1517) fonde la religion protestante luthérienne à Wittenberg puis, en 1530, Calvin fonde le Calvinisme à Genève. Les Protestants sont chrétiens mais ils s'opposent aux catholiques sur les sacrements, les Saints, l'autorité du Pape, l'existence du clergé, du décor des églises catholiques qui, selon eux, n'apparaissent pas dans la Bible… (**1p352**) Pour les protestants, la religion doit être refondée sur la Bible d'où l'importance de la lecture de la Bible par les filles. Les protestants fondent des écoles de filles dans lesquelles les filles apprennent la lecture en **épelant la Bible** et l'écriture en la **recopiant**.

A partir du XVIIe siècle (Contre-Réforme catholique avec le concile de Trente 1545-1563) l'alphabétisation des filles devient un enjeu pour l'Église catholique, pour lutter contre les protestants : il s'agit d'instruire les filles pour qu'elles puissent donner la contradiction aux filles protestantes ou aux catholiques qui parlent de religion au quotidien => l'Église catholique multiplie les créations d'écoles et certains clercs ont des projets ambitieux d'éducation : Fénelon souhaite que les filles puissent lire des livres d'histoire et faire du théâtre. Sur ses conseils, la maîtresse du Roi, Mme de Maintenon fonde en 1687 l'**école Saint-Cyr** destinée à accueillir les filles provenant des familles nobles appauvries, incapables de donner une éducation solide à leurs filles.

Aux XVIIIe et XIXe siècles, les **congrégations** éducatives sont très nombreuses : les **Ursulines**, les Augustines, les religieuses de Notre-Dame, le Sacré-cœur… Les institutrices sont en réalité des moniales dans un cloître (avec des murs ; on vit coupé de l'extérieur) ou **couvent**, qui ont fait les trois vœux pour rentrer dans l'ordre : de chasteté, de pauvreté et d'obéissance à la mère supérieure (ou l'abbesse). Cela explique l'**absence de mixité** et l'austérité de la vie des filles qui vivent comme les sœurs, leurs institutrices : elles ont 30 minutes pour se lever et s'habiller le matin (car rejet de la mode), les **prières communes à voix haute** constituent parfois le seul apprentissage de la lecture. La journée est réglée comme dans les règles monastiques qui prévoient à chaque heure une activité précise : on se lève très tôt, 6h et on se couche très tôt 21h après la prière. Ce sont des internats. Seules 10 % des filles scolarisées (les plus riches) sont au couvent. Certaines congrégations se spécialisent dans l'éducation féminine qui devient la spécialité de l'Église catholique en France : les Ursulines ajoutent aux trois vœux celui de se consacrer à l'instruction. Les religieuses partagent le dortoir la nuit avec les élèves. Le matin, elles font les classes et l'après-midi des études. Les repas sont pris au réfectoire et il y a une infirmerie, un jardin pour se promener...

b) De la scolarisation des filles par l'État dans le primaire (vers 1850) …

- A partir du milieu du XIXe, l'alphabétisation croissante s'explique par un vaste mouvement de **création d'écoles primaires** en France : on passe de 27 000 écoles en 1820 à 75 000 en 1881-1882. Or, c'est précisément là où l'alphabétisation basique s'opère. Les filles, au départ moins scolarisées que les garçons, atteignent la parité scolaire au milieu du XIXe grâce à une politique d'État. 1850 : la **loi Falloux** est la première loi qui se soucie de l'accès à l'école primaire publique pour les filles. Elle préconise la création d'écoles externes publiques de filles dans chaque commune de + de 800 habitants (art. 51). C'est la première loi qui reconnaît la nécessité de la scolarisation des filles dans le primaire. Mais, la loi a été peu appliquée en campagne car 1-la création des écoles doit être financée par les communes et celles de filles (à la différence de celles de garçons) ne peuvent l'être par un nouvel impôt. Donc les communes n'ont pas les moyens financiers d'appliquer la loi 2-les institutrices sont très peu payées (600 Fr/an) et, en partie, par des rétributions payées par les familles. Elles ne peuvent (à la différence des instituteurs) cotiser pour leur retraite. 3-le recrutement des institutrices se fait par lettre d'obédience délivrée par la congrégation (et pas encore par brevet de capacité délivré par l'université publique) => comme l'institutrice est mal payée, aucune religieuse ne veut travailler dans le public et le nombre d'institutrices laïques est très faible (que 5 000 en 1880 dans toute la France !) donc, faute d'institutrices laïques, la loi n'est pas respectée.

- Il faut rajouter à cette politique des initiatives personnelles de création des **pensionnats** fondés par des maîtresses à titre personnel : des femmes riches qui créent une école d'internat (payante mais non dépendante de l'Église) accueillant des filles moins riches (car des tarifs moins chers que les couvents). Ces maîtresses sont des entrepreneurs, des commerçantes qui souhaitent gagner de l'argent ; à la différence des religieuses dans les couvents, la motivation n'est pas l'accès au paradis mais l'argent même si les tarifs sont moins chers. Elles emploient des sous-maîtresses mal payées pour faire la classe et surveiller les filles à l'internat et au repas. C'est donc un commerce avec envoi de prospectus publicitaires aux familles...

c) … à la mise en place (pour des raisons politiques) par l'État d'une École publique complète et républicaine pour les filles au début de la IIIe République (après 1870) :

- La question de la scolarisation des filles devient politique (**5p353**) : il s'agit, pour le régime républicain, d'arracher les filles à l'Église catholique car elle leur donne une éducation religieuse. La IIIe République veut républicaniser les filles pour détruire définitivement l'Ancien Régime et assurer le ralliement des filles à la démocratie et leur rejet définitif de la monarchie. L'alphabétisation est donc ici un projet politique et laïc bien plus qu'un projet pédagogique ! On veut des filles républicaines et laïques, qui votent républicain.

C'est un rejet du modèle du couvent contrôlé par l'Église qui défendait dans son enseignement le Créationnisme (idée que Dieu a créé l'Univers donc la Terre donc l'Homme ; alors qu'au XIXe siècle, on découvre avec Darwin et sa théorie de l'évolution que l'Homme est issu de l'évolution à partir du singe) et la monarchie (par l'enseignement de l'histoire politiquement orientée des Rois de France) **doc 5 polycop**

- Les lois scolaires votées pour les filles au début de la IIIe République :

- 1879 : comme la loi Falloux a échoué à cause de la difficulté du recrutement des institutrices, la **loi Paul Bert** oblige chaque département à ouvrir une école normale d'institutrices pour former les futures maîtresses pour le public => l'État forme ses propres institutrices et n'est plus obligé d'en recruter dans les congrégations.

- 1880 : la **loi Camille Sée** : un député masculin, Camille n'est pas une femme ici (**doc 6 polycop**) ouvrant l'accès au secondaire dans le public aux filles (elles y avaient le droit dans les couvents, mais très rares étaient les filles qui poursuivaient jusqu'au niveau collège et encore rares jusqu'au niveau lycée) dans des externats qui dispensent un enseignement religieux facultatif (la dernière heure de la journée pour dissuader les élèves d'y aller) et des matières nouvelles obligatoires comme l'enseignement moral, l'ancêtre de l'EMC (qui remplace l'enseignement religieux) la gymnastique et une langue vivante : rejet du modèle interne et religieux du couvent. Le brevet des collèges est délivré et le collège est gratuit (mais facultatif ; seul le primaire sera obligatoire).

  Par contre, le lycée est payant donc seules les filles issues des familles les plus riches y ont accès. La première école qui forme les filles au Bac est le collège Sévigné en 1905 (un lycée payant mais non religieux). Le nombre de bachelières est donc très faible et il faut attendre 1924 pour autoriser officiellement les filles à passer le Bac (elles le faisaient auparavant mais de façon illégale avec la tolérance des lycées de filles) 116 ans après les garçons (en 1808 pour les garçons). En 1926, il n'existe que 1 806 bachelières soit 18 % seulement du total des bacheliers de France !

- 1882 : la **loi Ferry** rend l'école primaire obligatoire, laïque et gratuite pour toutes les filles de 6 à 13 ans. À 13 ans, les filles passent (comme les garçons) le certificat d'études (jusqu'en 1936). En 1882, l'alphabétisation est toutefois déjà presque acquise pour les filles puisque 70 % des filles savent lire et écrire en France (c'est donc plutôt l'œuvre des couvents que celle de la République en réalité).

- **3p353** : La IIIe République donne certes l'accès aux filles à une scolarisation publique, mais il n'en demeure pas moins que les programmes scolaires sont genrés : ils sont différents entre filles et garçons, ce qui explique le **rejet de la mixité** (on ne mélange pas filles et garçons donc on crée des écoles séparées de filles et de garçons). Les programmes des filles accordent une place importante aux **travaux d'aiguille** (tricot) et **de fil** (couture). Les petites écoles du Nord de la France sont des lieux de recrutement pour les industriels au XIXe siècle => l'école sert aussi à former des futures ouvrières textile. L'alphabétisation n'est donc pas toujours le souci principal.

B) Une conquête à faire dans les pays les plus pauvres : L'alphabétisation des femmes dans le monde aujourd'hui

1- Les contrastes géographiques de l'alphabétisation à l'échelle mondiale : **p354-355**

- Contraste entre les **PMA** (pays les moins avancés où l'alphabétisation des filles est faible : parfois plus du tiers des filles ne vont jamais à l'école. Record mondial en Somalie, pays en guerre, où seulement 7 % des filles vont à l'école) et tous les autres pays (pays riches les Nord, et émergents en Amérique latine) où plus de 90 % des femmes sont alphabétisées. L'alphabétisation des filles y est acquise depuis le XIXe siècle ! *Cf.* le A). La répartition géographique de l'analphabétisme est donc contrastée : les pays les plus touchés sont les pays les plus pauvres, en Afrique centrale et Asie du Sud et du Sud-Est.

- L'analphabétisme touche au total 750 millions de personnes sur 7 milliards d'habitants : 10 % des habitants de la planète ne savent ni lire ni écrire. Or, sur ces 750 millions de personnes, les **deux tiers sont des femmes** => l'analphabétisme est donc sexué ! Il touche prioritairement les femmes, comme au début du XIXe en France.

2- Les raisons de l'analphabétisme des filles dans les pays pauvres : **3 et 4 p 355**

a) Des obstacles historiques… : si la colonisation a pu favoriser l'alphabétisation, la **décolonisation** après 1945 va déstabiliser les systèmes scolaires donc favoriser l'analphabétisme. Ex : en Algérie, les enseignants sont pieds-noirs et quand l'Algérie devient indépendante, ils s'expatrient en France métropolitaine => l'Algérie doit former et payer des nouveaux enseignants.

b) … politiques : dans les pays touchés par l'Islamisme : au Pakistan, figure de **Malala Yousafzai** : en 2009, à 11 ans, elle se fait connaître grâce à la publication de son *Journal d'une écolière pakistanaise* qui décrit les violences des **Talibans** dans son pays pour empêcher les filles d'aller à l'école. En 2012, elle est blessée par une tentative d'assassinat des Talibans qui veulent la tuer car elle défend l'accès des filles aux écoles. En 2012 aussi, pour témoigner sur ces violences, elle intervient à la tribune de l'ONU ; elle devient prix Nobel de la paix en 2014.

c) … géographiques : opposition à l'échelle locale entre les villes où les écoles sont plus nombreuses et les campagnes où l'école est lointaine ce qui ne nécessite un **long trajet** des filles le matin et le soir dans des pays où les viols sont nombreux et où la **guerre** sévit, ce qui rend ce trajet très dangereux => les parents préfèrent ne pas scolariser leurs filles pour qu'elles ne prennent pas de risque pour leur sécurité durant ce trajet.

d) … économiques : la scolarisation des filles est très faible dans beaucoup de pays pauvres. C'est lié au fait que, soit l'école primaire n'existe tout simplement pas, soit elle est **payante**. Au Bénin, le passage à la gratuité dans le primaire a augmenté la scolarisation des filles de 64 % à 89 % entre 1999 et 2012. Cette gratuité a été financée par l'UNESCO.

e) … démographiques et sociaux :

- Le **mariage précoce** imposé par les familles aux filles, entraîne souvent une naissance précoce donc la nécessité de quitter l'école, ces filles mariées devenant mères au foyer et ne revenant plus à l'école par la suite.

- L'école est aussi un danger à cause des **viols** commis par des garçons : 10 % des filles scolarisées dans les pays les plus pauvres sont violées à l'école. Beaucoup de pères refusent donc que leur filles fréquentent l'école pour les protéger.

- Les filles exercent dans bcp de villages un travail familial important : la **corvée d'eau**, ce qui explique bcp de cas de déscolarisations temporaires.

f) … culturels et religieux :

- La déscolarisation des filles est aussi liée au **refus religieux** (dans les pays musulmans radicaux comme le Yémen) des pères de confier leurs filles à des **enseignants masculins**.

- La gestion hygiénique des **règles** pour les filles est délicate dans certains pays d'Afrique centrale => les filles n'ont pas de moyen moderne de protection hygiénique et ne vont donc plus à l'école quand elles ont leurs règles : 20 % des jours d'école sont manqués par les filles en Afrique centrale pour cette raison.

- La durée moyenne de la scolarisation en Afrique centrale est de 9 ans contre 10 ans pour les garçons car les parents souhaitent employer davantage les filles dans les travaux domestiques quotidiens (ce qui oriente les filles vers le statut de **mère au foyer**) alors qu'ils considèrent que les garçons doivent être mieux instruits pour travailler.

3- Le recul de l'analphabétisme dans les pays pauvres :

a) Le rôle central de l'ONU : Pour faciliter l'alphabétisation, l'ONU (*via* l'**UNESCO**) finance (avec les contributions des pays riches) des programmes de construction d'écoles de filles (ou de fourniture de matériel scolaire) comme le **PET** (Projet éducation pour tous 2000-2015) signé par 164 pays en 2000 à Dakar, puis le **GPE** (Partenariat mondial pour l'éducation, 2016-2020).

b) Un enjeu de **développement** :

- Les filles alphabétisées ont des enfants plus tard car elles ont reçu aussi à l'école une formation à la **contraception**, elles se marient plus tard car poursuivent plus longtemps leur scolarisation jusqu'au secondaire => cela facilite leur insertion professionnelle ce qui crée de la richesse dans le pays.

- Le Canada estime que +1 % d'alphabétisation dans un pays entraîne une création de richesse annuelle de 18 milliards de dollars ! Il estime aussi que l'investissement le plus rentable au monde est celui qui va dans l'école : la rentabilité serait de 241 % de retour sur investissement ! Raison pour laquelle les programmes de l'ONU font progresser l'alphabétisation des filles et contribuent donc largement au développement des pays pauvres.