



## L'énergie: des révolutions aux nouveaux métiers

### Contextualisation – résumé

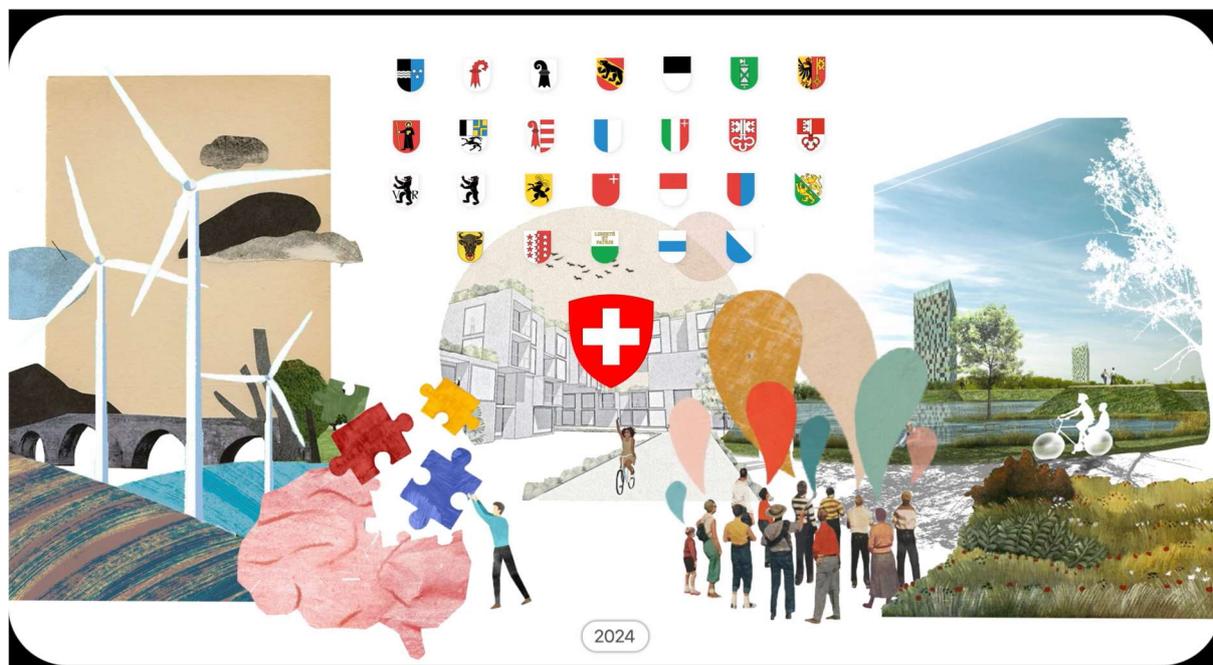
L'invention de la machine à vapeur est à l'origine des changements majeurs de ces 200 dernières années. En même temps que la consommation d'énergie et la population mondiale, l'activité économique a crû de manière de plus en plus rapide, ouvrant la porte à des possibilités inimaginables jusque-là : connaissances (médecine, physique, biologie, etc.), développement technologiques (industrie, chimie, informatique, efficacité énergétique, etc.), confort (alimentation, soins, chauffage, services, etc.).

Ce développement n'a pas eu que des effets positifs. Il a aussi conduit à la perte de la biodiversité, à l'épuisement des ressources énergétiques et minières facile d'accès, à l'épuisement des ressources non-renouvelables comme le sol, l'eau potable et aux tensions géopolitiques qui en découlent. Par ailleurs, il a aussi contribué à créer ou à renforcer les inégalités au niveau mondial (esclavage, colonialisme et néo-colonialisme, etc. à des montagnes de déchets, des pollutions massives, dont celle de l'Internet, au réchauffement climatique et à ses effets (hausse du niveau des océans, réfugiés climatiques, phénomènes météorologiques extrêmes, pertes de production agricole) et à créer ou renforcer les tensions géopolitiques et à des conflits socio-environnementaux dus aux déplacements de population rendus nécessaires par la montée du niveau des mers et autour des ressources énergétiques et minières

Nous avons imaginé qu'un développement illimité dans un monde fini était possible. Ce n'est pas le cas ! Notre développement est malheureusement basé sur une utilisation linéaire des ressources, alors que nos ressources sont limitées sur notre Planète. Il faut donc réimaginer un modèle de développement qui soit plus circulaire, comme l'est la Nature.

Même si vous en bénéficiez, vous, les jeunes, n'êtes pas responsables de cette situation. En revanche, vous êtes les artisans et les seuls artisans de votre futur. Vous êtes responsables des choix que vous faites aujourd'hui, en particulier pour votre engagement dans la société en tant que citoyen (comportements, actions, engagement politique) et professionnel.

## De l'importance de l'énergie dans notre société



L'énergie est essentielle au fonctionnement de notre société, et nous en consommons beaucoup. A Genève, chacun de nous en consomme environ 3'000 watts en continu; ce qui équivaut à trois aspirateurs allumés en permanence !

S'il n'y a plus d'énergie, tout s'arrête en quelques secondes, quelques heures, ou quelques semaines. Il deviendra très difficile voire impossible de trouver une réponse à nos besoins : plus de communication, plus de transports, plus de chauffage, plus d'éclairage, plus de soins, plus d'Internet, plus de transports, plus de chauffage, plus de divertissements, plus de possibilité de fabriquer des objets... Et si ça dure, beaucoup plus difficile, voire impossible de se nourrir...

Les Cantons et la Confédération sont chargés d'assurer un approvisionnement énergétique sûr, économe et respectueux de l'environnement.

Face aux effets du changement climatique, mais aussi en raison de notre forte dépendance aux importations de matières premières, de produits, et bien sûr d'énergie, la Suisse se trouve elle aussi face au défi de la transition énergétique, c'est-à-dire :

- ne consommer que ce dont nous avons vraiment besoin (c'est la **sobriété énergétique**)
- consommer moins d'énergie pour répondre à ces besoins (**l'efficacité énergétique**)
- et remplacer un maximum d'énergies contenant du carbone (pour limiter les émissions de CO<sub>2</sub>, la pollution de l'air et notre dépendance à l'égard d'autres pays) par des **énergies renouvelables, de préférence locales** (pour accroître notre autonomie).

Pour y arriver, il faut avoir bien compris ce qu'est l'énergie, d'où elle vient, quelle est sa contribution dans le fonctionnement de notre société. Il va aussi falloir former beaucoup de professionnels possédant des compétences dans le domaine de l'énergie, mais plus largement pour contribuer à réaliser les nécessaires adaptations et changements sociétaux et économiques.

À l'issue de cette courte vidéo, nous vous inviterons à découvrir quelques-uns des métiers en lien avec l'énergie.

Mais avant, voici un bref exposé sur l'énergie depuis ses origines jusqu'à aujourd'hui.

Il y a eu 3 moments très importants à cet égard :

- **la maîtrise du feu** (lorsque nos ancêtres ont cessé d'en avoir peur...)
- **la révolution agricole** (lorsqu'homo-sapiens a commencé à cultiver la terre)

- **la révolution industrielle** (lorsque nous avons découvert comment transformer le charbon non seulement en chaleur, mais en mouvement-force-travail et à le distribuer partout par le biais de l'électricité – alternateurs, lignes électriques et moteurs).

## La maîtrise du feu et la révolution agricole



Depuis toujours, l'être humain se nourrit de végétaux issus de la photosynthèse<sup>1</sup>, en les consommant :

- directement - légumes, céréales, sucres, huiles, etc.
- indirectement - viande et poisson nourris de végétaux

Le rayonnement solaire, avec la chaleur de la Terre (géothermie), sont les seules sources d'énergie disponibles indéfiniment sur notre planète.

Avec la maîtrise du feu, il y a environ 400'000 ans, les humains ont utilisé le bois pour se protéger des prédateurs, se chauffer, s'éclairer, cuire des aliments. La cuisson des aliments leur permet de beaucoup mieux se nourrir et de dégager du temps pour d'autres activités.

Lors de la révolution agricole, débuté au Moyen-Orient il y a environ 10'000 ans, de plus en plus de groupes humains ont abandonné leur mode de vie nomade de chasseurs-cueilleurs pour se sédentariser, c'est-à-dire construire des villages, cultiver les terres alentours et élever du bétail.

Avec la **révolution agricole**, les êtres humains ont obtenu une certaine sécurité, mais pour beaucoup plus de travail. Mais la révolution agricole s'est aussi accompagnée de conflits pour l'appropriation du territoire, d'utilisation forcée de main d'œuvre humaine et de famines lorsque les récoltes étaient insuffisantes.

C'est là que sont apparus les premiers signe d'une multiplication de la force humaine au travers :

- exploitation de la force animale
- moulins à eau et à vent
- bateaux à voiles

À partir de 1'400 après J-C environ, la maîtrise de la navigation à voile a permis aux pays Européens d'étendre leurs territoires au-delà des océans et de s'approprier les ressources qui s'y trouvaient. Le pillage des ressources des terres colonisées et l'esclavage ont permis aux Européens d'acquérir des richesses et de libérer du temps notamment pour approfondir leurs connaissances scientifiques et développer les arts (le siècle des Lumières).

## Notes complémentaires à l'usage de l'enseignant

**1 La photosynthèse** est un processus propre aux végétaux qui combine le gaz carbonique (contenu dans l'air), le rayonnement solaire (absorbé par les feuilles) et l'eau (qui remonte par les racines) pour leur permettre de croître. C'est le même processus qui a permis de constituer les réserves de charbon, de pétrole et de gaz pendant des millions d'années que celui qui permet de produire aujourd'hui le bois, les légumes, des céréales, des sucres, des huiles, etc.

Les énergies fossiles se sont constituées pendant 300 millions d'années aussi par photosynthèse. Des millions d'années pendant lesquelles l'énergie solaire, l'eau et le gaz carbonique présent dans l'atmosphère préhistorique ont fixé dans les végétaux et les petits animaux marins (plancton) qui, en l'absence d'oxygène et sous l'effet de la pression se sont accumulés pour constituer le charbon, le pétrole et le gaz. Ils contiennent l'énergie solaire reçue tout ce temps sous différentes formes de liaisons chimiques constituées essentiellement de carbone et d'hydrogène – **les hydrocarbures**.

Lorsqu'un hydrocarbure (matériau constitué d'hydrogène et de carbone) est brûlé (combustion), il « restitue » l'énergie solaire et le gaz carbonique, ou dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui ont permis de le constituer. C'est bien sûr l'énergie qui nous intéresse. Mais les polluants liés à leur combustion, ainsi que le CO<sub>2</sub> viennent avec ! Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion des énergies fossiles contribuent à environ 60% au réchauffement climatique. Les émissions de méthane – CH<sub>4</sub> y contribuent aussi, à quelque 30 %.

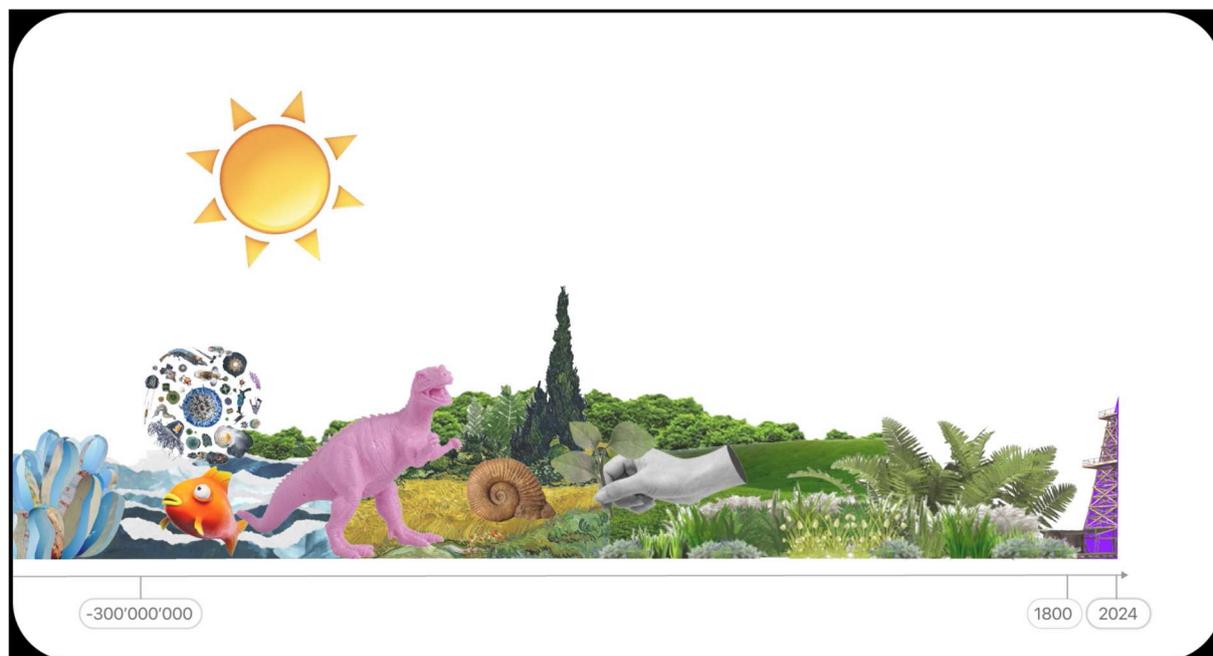
En résumé, la combustion des hydrocarbures depuis 200 ans a libéré à la fois l'énergie solaire et le gaz carbonique accumulés sous forme chimique durant au moins 500 millions d'années. La quantité d'énergie est phénoménale, mais la libération du carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère aussi...

N.B. Le bois utilisé par nos ancêtres depuis la maîtrise du feu est aussi de l'énergie solaire stockée sous forme de cellulose et de lignine !

**2 Le rayonnement solaire, avec la chaleur de la Terre (géothermie), sont les seules sources d'énergie disponibles indéfiniment sur notre planète.** En effet les énergies hydrauliques, éolienne, la biomasse, etc. sont toutes des formes indirectes d'énergie solaire (qui a fait s'élever l'eau dans les nuages, déplacer des masses d'air entre les continents, fait pousser les végétaux par photosynthèse.

**3 Le Gtep** est une unité utilisée pour qualifier les très grandes quantités d'énergie. 1 Gtep équivaut à un milliard de tonnes équivalent pétrole. Jusqu'au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, la consommation d'énergie sur la Terre était extrêmement faible. Pendant des centaines de milliers d'années, l'humanité consommait tellement peu d'énergie, que la courbe se fondrait dans l'épaisseur du trait (de l'abscisse de la courbe violette). Aujourd'hui, on en consomme des millions de fois plus (courbe exponentielle violette depuis les années 1800).

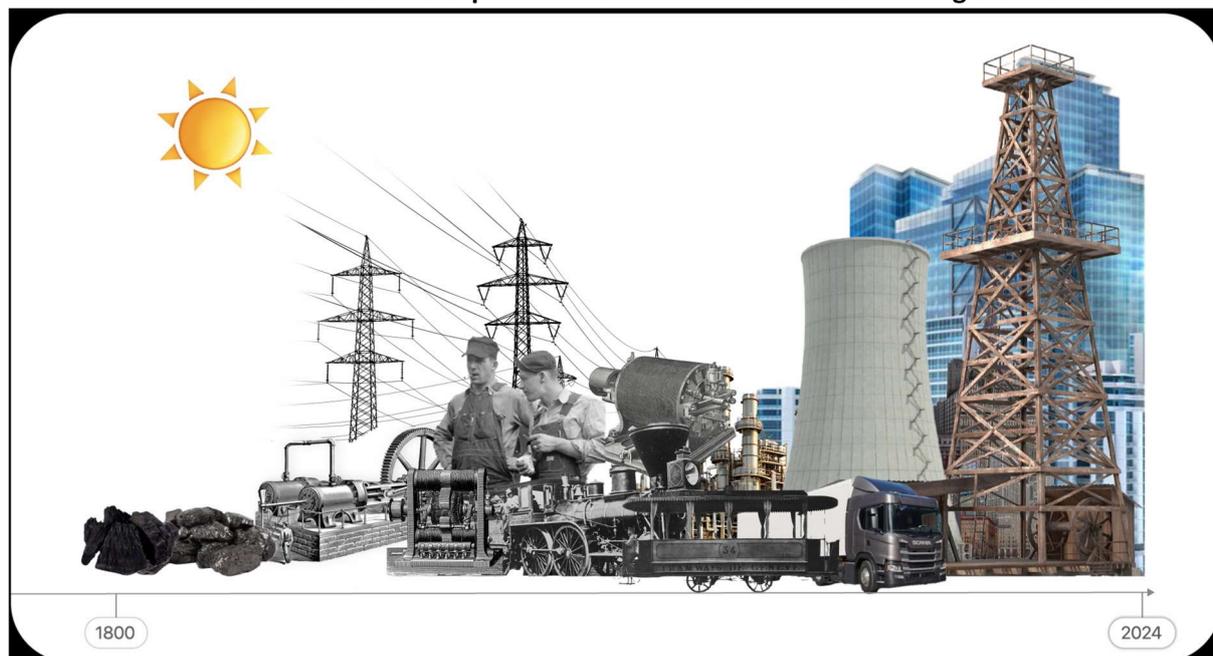
## Vers 1'800, l'humanité découvre tout ce qu'elle peut faire avec les énergies fossiles



La révolution industrielle a été possible grâce à l'invention de la première machine : la machine à vapeur (1769), qui, grâce à la combustion du charbon, transforme l'eau en vapeur, puis la vapeur en force et en travail. Pour produire la chaleur, on n'a eu qu'à se servir des énergies fossiles qu'on pouvait trouver dans le sous-sol en quantité presque illimitée (en regard de la consommation de l'époque) : le charbon d'abord, puis le pétrole et le gaz.

Par comparaison, si la production des énergies fossiles avait commencé un 1<sup>er</sup> janvier à 00h00 et que nous soyons aujourd'hui le 31 décembre à minuit, alors la révolution agricole (12'000 ans) aurait eu lieu il y a 20 minutes, la naissance de Jésus-Christ il y a 4minutes et la révolution industrielle il y a 20 secondes !

## Révolution industrielle : croissance exponentielle de la consommation d'énergie et de ressources



Pendant 300'000 ans, nos ancêtres homo-sapiens n'ont donc consommé que ce que leur offrait le soleil à **l'échelle d'une vie (50 ans)**: des fruits, des légumes, des céréales, de la viande et du poisson, puis depuis la révolution agricole un peu de force supplémentaire avec les animaux, les moulins et les bateaux.

À partir du milieu du IX<sup>ème</sup> siècle, la **machine à vapeur** ouvre la porte à une production bon marché et sans limite apparente de chaleur et de force-travail.

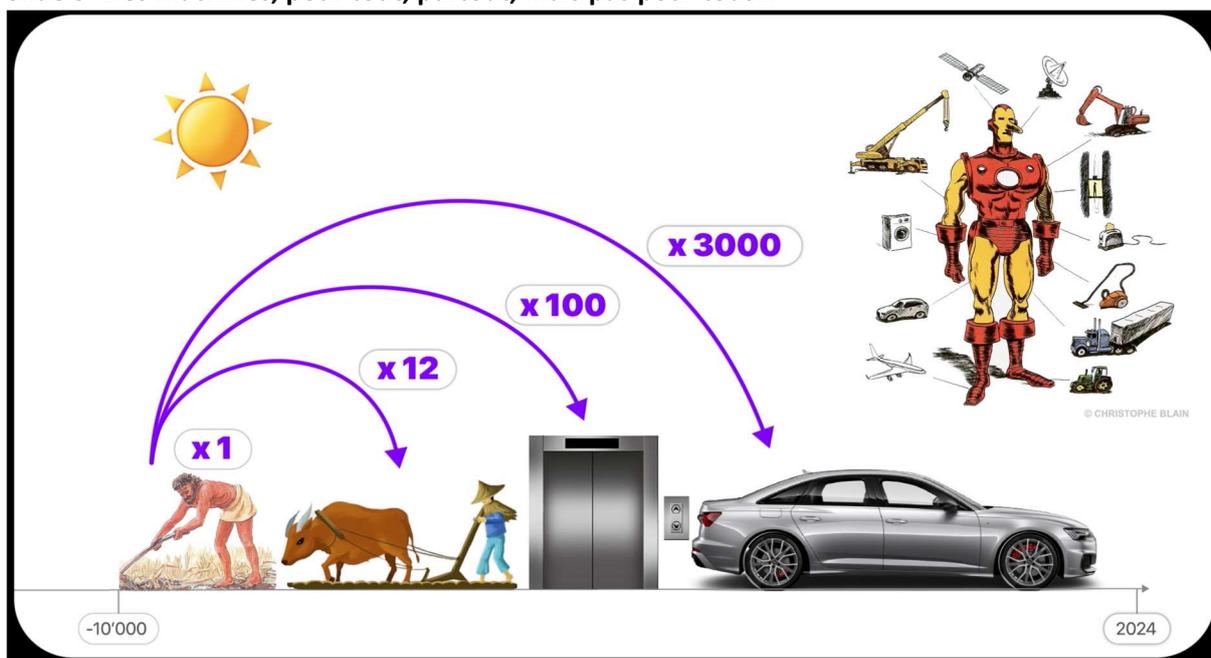
L'invention de **l'alternateur** (qui transforme la force-mouvement en électricité) **et du moteur électrique** (qui retransforme l'électricité en force-mouvement) a permis de transporter facilement l'énergie sur de grandes distance et d'en disposer partout où on le souhaite.

Vers 1'900, la découverte du moteur à combustion interne (**moteur à explosion**) a permis l'exploitation du pétrole et du gaz. Il a fallu attendre 1950 pour maîtriser la fission nucléaire.

En 200 ans, la consommation mondiale a ainsi passé quelques millions de tonnes de bois et des moulins à eau et à vent (sans compter la part importante du travail des animaux<sup>1</sup> et des esclaves) à 14 Gtep de charbon, de pétrole et de gaz, c'est-à-dire qu'elle est aujourd'hui des millions de fois plus importante que dans toute l'histoire de l'humanité avant la révolution industrielle.

<sup>1</sup> En Suisse, il y avait encore 150'000 chevaux de trait en 1946

## Slide 5- Des machines, pour tout, partout, mais pas pour tous...



Les machines thermiques et électriques ont permis aux humains de démultiplier leur propre force afin d'offrir notamment :

- des services (éclairage, climatisation, soins médicaux, transports, etc.)
- des biens de consommation (machines de production, robots industriels, appareils divers, voitures, vêtements, nourriture, etc.)

Un être humain peut développer une puissance de 50 watt sur une journée de 10h (100 watt en effort soutenu, 250 watt pour cycliste professionnel. Par exemple, un bœuf développe une puissance de 600 watt).

Un mixer, c'est donc la puissance équivalente au travail de 10 personnes, un grille-pain de 20 personnes, un ascenseur de 100 personnes (voir vidéo complémentaire <https://www.youtube.com/watch?v=S4O5voOCqAQ>).

Il faudrait pédaler 12 heures pour chauffer l'eau d'une douche, 16 jours pour produire un T-shirt, plus de 1 mois pour produire un jeans et 14 ans, 24h/24 pour produire l'énergie nécessaire à la fabrication d'un ordinateur.

Sur une journée un travailleur produit seulement l'équivalent de 0.5 dl de pétrole, ce qui permettrait de ne rouler qu'environ 10 km en voiture !

Aujourd'hui, la puissance équivalant à la production de tous les biens et de l'énergie consommés en moyenne chaque jour par chaque habitant dans le monde équivaut au travail 24h/24 de 200 personnes (200 x FH).

Mais cet accès aux ressources s'est fait de manière très inégale. Les habitants des pays industrialisés (20% de la population du monde) mobilisent directement et indirectement entre 600 et 1'000 « travailleurs » pour répondre à leurs besoins, alors que les habitants des pays émergents (80% de la population) n'en mobilisent qu'environ 30.



**La révolution industrielle : de la croissance inégalement répartie..... et de la décroissance pas souhaitée du tout !**



Mais ce développement extraordinaires n'a pas eu que des effets positifs. Il a aussi conduit :

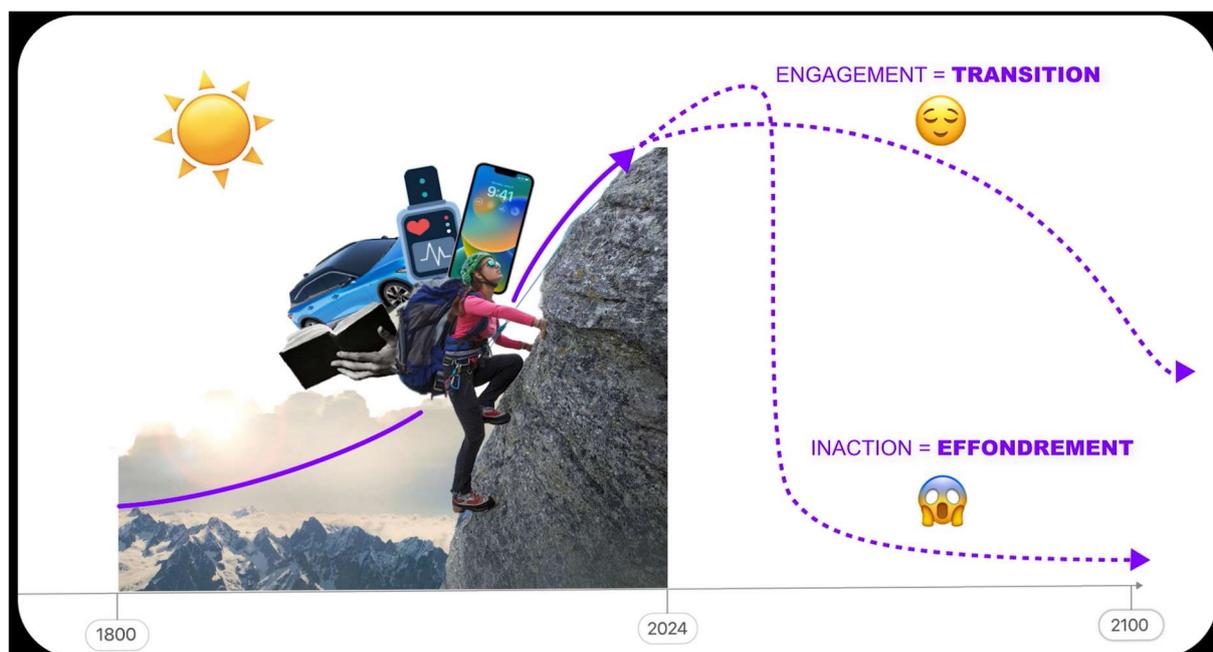
- à la perte de la biodiversité et à la fragilisation des éco-systèmes, notamment au travers de la déforestation
- à l'épuisement des ressources énergétiques et minières
- à l'épuisement des ressources non-renouvelables comme le sol, l'eau potable,
- etc.

Mais aussi :

- au renforcement des inégalités au niveau mondial (esclavage, colonialisme et néo-colonialisme, etc.
- à la production de montagnes de déchets, des pollutions massives, dont celle de l'Internet
- au réchauffement climatique et à ses effets (hausse du niveau des océans, réfugiés climatiques, phénomènes météorologiques extrêmes, pertes de production agricole)
- à des tensions géopolitiques et à des conflits socio-environnementaux dus aux déplacements de population rendus nécessaire par la montée du niveau des mers et autour des ressources énergétiques et minières
- etc.

Nous avons imaginé qu'un développement illimité dans un monde fini était possible. Ce n'est pas le cas ! Poursuivre dans cette direction n'est donc pas durable. Nos sociétés doivent résolument s'engager dans une transition écologique.

La situation actuelle est problématique, mais on a énormément de savoirs et des outils puissants !



En Europe, comme en Suisse, le futur peut paraître inquiétant, mais tout est encore possible si nous prenons des décisions responsables et intelligentes. Et pour cela, la valorisation du savoir accumulé et des technologies développées durant ces derniers siècles seront essentiels.

Vous, les jeunes n'êtes pas responsables de cette situation, mais en revanche, vous êtes les artisans et les seuls artisans de votre futur. Vous êtes responsables des choix que vous faites aujourd'hui, en particulier pour votre engagement dans la société en tant que citoyen (comportements, actions, engagement politique) et professionnel.

La tendance actuelle est de poursuivre notre croissance et de continuer à croire que l'on va pouvoir répondre aux besoins par un développement technologique encore plus intense (photovoltaïque, véhicules électriques ou à hydrogène, etc.). Mais cette course en avant n'est pas une solution durable, ne serait-ce que par la disponibilité limitée des ressources minières par exemple.

On aura un grand besoin de gens capables de réparer et de recycler des appareils, d'organiser le partage de ressources plus que de vendeurs pour nous inciter à en acheter de nouveaux. Il nous faudra aussi beaucoup de professionnels dans les métiers de l'environnement afin de préserver la biodiversité, de protéger ou de régénérer les cours d'eau et les sols, d'artisans et de spécialistes en énergie, que ce soit avec un CFC ou une formation supérieure. Nous aurons aussi besoin de personnes capables de faire changer les mentalités : enseignants, sociologues, médiateurs, spécialistes en processus participatifs, etc.

Les études montrent que l'on ne peut plus continuer à consommer ainsi. Il vous faudra donc inventer un futur différent, un modèle alternatif, peut-être basé sur une croissance du bien-être / du bonheur / de la paix plutôt que sur celle de la consommation...

Pour prendre un exemple, l'Internet, les réseaux sociaux, les monnaies virtuelles, etc. consomment d'énormes quantités d'énergie et de métaux en particulier (production des appareils, gestion des réseaux informatiques, refroidissement des Datacenter, etc.). Mais ils offrent aussi un immense potentiel pour créer des réseaux de compétences, obtenir des connaissances, se former, communiquer, créer, etc.

On ne peut pas revenir en arrière. On doit aller de l'avant, mais pas n'importe comment !

- Utiliser les ressources de manière plus sobre :
  - Ne consommer que ce dont nous avons vraiment besoin (services, biens de consommation)
  - Éviter la surenchère technologique et préférer des solutions simples
- Utiliser l'énergie et les ressources de manière plus efficace et parcimonieuse (chauffage, mobilité)
- Améliorer la répartition de l'énergie → réduire les inégalités au niveau mondial
- Se préparer / s'adapter aux changements à venir
- Préserver notre environnement (la biodiversité, les sols, les ressources en eau, etc.)

Vous avez la chance de vivre en Suisse, où les possibilités d'investir, de créer et de se former sont immenses en comparaison internationale. Sachez en profiter !

De nouvelles formations apparaissent dans les universités, les HES et les écoles professionnelles, qui contribuent à cette nouvelle révolution. Dans tous les domaines, vous pouvez choisir un métier passionnant et cohérent avec notre situation, et porteur de sens.

Et si un métier en lien avec la transition écologique vous attire, alors lancez-vous !  
Informez-vous auprès de l'orientation professionnelle et faites des stages !



POST TENEBRAS LUX

REPUBLIQUE  
ET CANTON  
DE GENEVE



Clés  
du Climat  
Genève

Département du territoire (DT)



QUIZ DES MÉTIERS DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

## Propositions de thèmes pour discussions en classe

1 Reprendre la question de la photosynthèse et de la combustion des énergies fossiles. Énumérer les chaînes de transformation à partir du soleil, e.g. :

- Soleil abricots → nourriture → travail et chaleur
- Soleil fraises + soleil végétaux pétrole → production en Espagne et transport en Suisse → travail et chaleur
- Soleil herbe + soleil soja + soleil végétaux pétrole engrais fourrage → élevage, viande → travail et chaleur

2 Revenir sur la question des durées. Le CO<sub>2</sub> capté dans l'atmosphère durant 300 millions d'années est libéré en 200 ans. Le déséquilibre est dû à la vitesse des changements et à la difficulté que cela engendre pour l'humanité et pour l'environnement de s'adapter. Imaginer 300 millions d'années (e.g. 300 km) et 200 ans (200 mm) sur une échelle de distance

3 En luttant contre les émissions de CO<sub>2</sub> en remplaçant les énergies fossiles par des énergies renouvelables, on continue de consommer énergie et ressources minières pour produire des capteurs solaires et des éoliennes. N'est-ce pas une course en avant pour ne pas remettre en question notre modèle socio-économique ? Comment pourrions-nous faire autrement ? → la réflexion doit déboucher sur une réduction de la consommation de biens et services, changement du modèle socio-économique basé sur la croissance.

4 Mieux expliciter pourquoi les gaz à effet de serre sont un problème et quels sont leurs effets. E.g. fonte de la neige et des glaciers → hausse du niveau des océans → immersions des terres → migrations et conflits -> <https://www.energie-environnement.ch/climat-co2/rechauffement-climatique>

5 La surconsommation d'énergie dans une population de plus en plus grande pèse sur l'environnement et en a modifié les équilibres dans un temps très court.

6 Développement inégal des sociétés depuis la révolution industrielle. À quoi est-ce que cela se voit ?

7 Une journée de travail correspond à 5 décilitres de pétrole, soit ce qu'il faut pour faire rouler une voiture 10 km. Qu'est-ce que cela dit du point de vue de l'énergie que nous sommes capables de fournir ? Visionner <https://www.youtube.com/watch?v=S4O5voOCqAQ>.

8 Idem pour la puissance. Donner la puissance de quelques appareils du quotidien et imaginer combien de personnes devraient pédaler pour les faire fonctionner : mixer, grille-pain, chargeur de téléphone, trolleybus ou tram...

[https://www.facebook.com/permalink.php?story\\_fbid=6043847135644038&id=150262898335854](https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=6043847135644038&id=150262898335854)

9 "Réfugiés climatiques" : un problème très concret pour nous, en Europe et en Suisse.

10 Dans le fond, quel est le message de cette vidéo ?

11 Quels sont les principaux facteurs d'émissions CO<sub>2</sub> ? (transports, logements, alimentation, consommation)

12 Pouvez-vous citer quelques bénéfices que la nature (et biodiversité) apporte à l'être humain (services écosystémiques) ?

13 En quoi pourriez-vous contribuer à la transition écologique dans les domaines suivants :

- bâtiment - e.g. en isolant les bâtiments, en posant des capteurs solaires, en optimisant le fonctionnement des installations, en concevant des bâtiments à énergie positive, en travaillant dans une régie immobilière, etc.

- agriculture-nature-paysage – e.g. en travaillant dans l’agriculture bio ou dans les métiers de la forêt, en créant des espaces verts dans les villes, etc.
- mobilité – en conduisant des bus ou des trains, en me spécialisant dans les véhicules à hydrogène, etc.
- économie circulaire – e.g. en faisant du recyclage de matériaux, en m’engageant dans une structure de réparation de vélos ou d’appareils électroménagers, etc.
- métiers transversaux – e.g. en m’engageant dans une organisation active pour le climat, en devenant graphiste ou spécialiste en communication, journaliste, etc.

14 Donner aux élèves quelques exemples de compétences et de métiers du futur :

*Pénurie de professionnels (e.g. ingénieurs thermiciens, isoleurs, poseurs de capteurs solaires, spécialistes en économie circulaire, chimistes, animateurs territoriaux, hydr'eau-diplomates, accompagnateurs du changement, ingénieurs en gestion de la nature, biologistes, paysagistes, agronomes, forestiers bûcheron, techniciens forestier, spécialistes de la construction en bois - architectes, ingénieurs, techniciens, menuisiers, charpentiers)*

*Manque de compétences (e.g. équilibrage hydraulique de la distribution de chaleur, pose de capteurs solaires en façades, gestion de l'exploitation d'installations de production d'hydrogènes, économie des prestations écosystémiques, gestion des sols sur les chantiers, valorisation des matériaux minéraux de chantier dans la construction, choix de matériaux sains pour une bonne qualité de l'air intérieur, agriculture de conservation, adaptation des cultures et modes de production pour faire face aux changements climatiques, arborisation, analyse d'impact et de la fonctionnalité des systèmes naturels notamment urbains, gestion des solutions basées sur la nature pour la transition écologique).*

*Nouveaux métiers (non-encore répertoriés par les services de l'orientation professionnelle)*

- *Eco-concepteur de produits à faible impact environnemental / faibles ressources*
- *Manager numérique responsable*
- *Juriste de l'environnement*
- *Ambassadeur du climat, lobbyiste*
- *Spécialiste en processus participatif*
- *Assistant à la maîtrise d'ouvrage énergie*
- *Assistant à la maîtrise d'usage*
- *Technicien de régie*
- *Chargé de mission rénovation énergétique de l'habitat*
- *Exploitant de bâtiments complexes*
- *Diagnosticteur immobilier*
- *Ingénieur en énergies renouvelables*
- *Technicien en maintenance éolienne*
- *Ingénieur en énergie solaire*
- *Technicien en énergie solaire*
- *Économiste de flux énergétiques*
- *Expert en traitement des déchets*
- *Conseiller en énergie partagée*
- *Ingénieur en décroissances*
- *Métiers de l'hydrogène (production, transport, distribution, utilisation)*
- *Manager en décarbonation*
- *Agrégateur de solutions durables*
- *Ingénieur en convergence des réseaux énergétiques*
- *Eco-conseiller en sobriété énergétique*

- *Conseiller en économies d'énergie*
- *Conseiller Info-Energie*
- *Chef de projet en installations solaires*
- *Mécanicien-électricien piles à combustible*
- *Exploitant de parcs solaires photovoltaïques*
- *Exploitant de centrales biomasse (biogaz, bois)*
- *Eco-concepteur*
- *Energy Manager*
- *Concepteur d'installation de production d'hydrogène*
- *Exploitant d'installations de production d'hydrogène*
- *Technicien en méthanisation*
- *Exploitant d'installations hydroélectriques*
- *Gestionnaire énergie de sites industriels*
- *Domoticien*
- *Exploitant de structures de stockage d'énergie*
- *Analyste de données énergétiques*
- *Expert en géo-ingénierie*
- *Conseiller en mobilité durable : promotion de modes de déplacement écologiques comme le vélo ou les transports en commun.*
- *Mécanicien sur véhicules à hydrogène*
- *Gestionnaire de déchets : collecte, tri, recyclage et valorisation des déchets*
- *Ingénieur en conception écoresponsables : conception de produits respectueux de l'environnement*
- *Agriculteur bio ou permaculture*
- *Designer de mode éthique : création de vêtements et accessoires respectueux de l'environnement*
- *Réparateur : réparation de produits électroniques, électriques ou mécaniques pour prolonger leur durée de vie*
- *Éco-entrepreneur : développement et gestion d'entreprises qui fonctionnent selon les principes de l'économie circulaire*
- *Architecte durable / bâtiments bioclimatiques*
- *Consultant en économie circulaire : accompagnement et conseil pour l'adoption de principes d'économie circulaire dans les entreprises*
- *Responsable de la logistique inverse : gestion de la récupération et de la réutilisation des produits en fin de vie*
- *Expert en énergie renouvelable : conception, mise en place et maintenance de systèmes utilisant des énergies renouvelables*
- *Technicien en méthanisation : traitement des déchets organiques pour produire de l'énergie*

## Test de compréhension (quelques propositions)

1. Quel est le rapport entre la maîtrise du feu il y a 400'000 ans et la découverte de la machine à vapeur ? *R : Ils ont tous les deux permis d'accroître le pouvoir de l'humain par la transformation de l'énergie ; en chaleur pour le feu et en travail pour la machine à vapeur.*
2. Dire ce que le soleil produit au travers de la photosynthèse. *R. Végétaux : bois, légumes fruits, plancton (lignine et cellulose, sucre, huile).*
3. Si un humain peut fournir un travail mécanique de 50W, quelle énergie en kWh peut-il fournir sur une journée ? Combien cela coûterait-il pour produire la même quantité avec de l'électricité, sachant que le kWh coûte 30ct aux SIG ? *R :  $50W \times 8h = 400Wh$ , soit 0.4 kWh → 12ct*
4. En quoi l'invention de l'alternateur et du moteur électrique ont-ils permis d'accroître la consommation d'énergie dans nos sociétés ? *R : en permettant de produire du travail en tout point du réseau électrique et en tout temps.*
5. Que mettre en œuvre en Suisse / dans les autres pays pour :
  - limiter les émissions de CO<sub>2</sub> ? *R : réduire la consommation de biens et de services, substituer les énergies fossiles par des énergies renouvelables.*
  - rétablir ou limiter la perte de la biodiversité ? *R : réduire la consommation de biens et de services, substituer les énergies fossiles par des énergies renouvelables + accroître la part de « bio », permaculture en limitant l'utilisation de pesticides + préserver les surfaces naturelles, renaturations de cours d'eau, gestion des espèces invasives, etc.*
  - se prémunir des effets des dérèglements climatiques ? *R : créer des éco-quartiers (bâtiments à faible consommation, arborisation, surfaces naturelles), stocker l'eau de fonte des neiges pour l'été, etc.)*
  - se prémunir de la limitation des ressources énergétiques et minières ? *R : réduire la consommation de biens et de services, substituer les énergies fossiles par des énergies renouvelables, sortir du modèle de croissance économique, règle des 5 « R » - renoncer, réduire, réutiliser, recycler, rendre à la terre.*
6. En quoi la Suisse est-elle mieux préparée que le reste du monde pour aborder la transition écologique ? *R : des possibilités de formation très accessibles, variées et de qualité, et des moyens financiers sans commune mesure avec le reste du monde.*
7. À compléter