

TD1 - Situer le Numérique

Le but de cette séance est d'aborder les questions environnementales liées aux outils numériques. Comme le suggère le titre du livre qui sert de fil rouge à la première partie, il s'agit de "Situer le Numérique".

Le travail se déroule en deux parties:

- Lecture et échange de différents documents, en groupe autour de 6 thématiques: Infrastructures, Matériaux et fabrication, Travail humain, Recherche de débouchés, Impacts environnementaux, Usages et tendances de développement.
- Ateliers d'exploration autour des thèmes suivants (tous relatifs au cas particulier du smartphone):
 - identification des chaînes d'approvisionnement;
 - calcul du "sac à dos" écologique;

1 Lecture de documents

Une part importante des lectures proposées sont issues du livre "Situer le Numérique" de Gauthier Roussilhe. L'ouvrage est indiqué par le pictogramme .

1.1 Dossier 1 : Une infrastructure invisibilisée

Documents

1. Points d'Échange Internet et câbles sous-marins, Lire les pages 58 à 67 du chapitre « Comprendre l'infrastructure du numérique » .
2. How the internet travels across Oceans Lire l'article du New York Times, daté du 10 mars 2019.
<https://www.nytimes.com/interactive/2019/03/10/technology/internet-cables-oceans.html>
3. The invisible infrastructure of the internet
<https://thespinoff.co.nz/internet/14-07-2022/the-invisible-infrastructure-of-the-internet>

Questions

Question 1 Sur un plan économique, quelle différence majeure note-t-on entre l'organisation des Internet Exchange Points nord-américains et européens?

Aux États-Unis d'Amérique, il s'agit d'entreprises privées lucratives, alors qu'en Europe on trouve plutôt des associations non lucratives.

Question 2 Quel est le diamètre usuel d'un câble sous-marin ?

Les chiffres sont durs à valider parce que ça dépend beaucoup de la génération des câbles qu'on regarde. Les infos qu'on trouve sont des diamètres en 10 et 25cm.

Question 3 A votre avis, quel impact environnemental ces câbles peuvent-ils avoir ?

Essentiellement :

- Destruction du fond marin, lors de la pose ou de la relève pour réparation ;

- Empêchement des animaux, comparable au phénomène dans les filets de pêche ;
- Pollution par dégradation des matériaux.

Question 4 En 2021, quelle est la proportion de la bande passante circulant sur des câbles détenues par une des entreprises Microsoft, Google, Facebook (aujourd'hui Meta) et Amazon ? Quel problème pensez-vous que cela pose ?

Dans l'article du New York Times, on peut lire " plus de 50% " (date en 2021). Un risque important de cette situation est celui de la non-neutralité du réseau, ie que l'infrastructure avantage l'accès au réseau pour des contenus plutôt que d'autres. A l'extrême on peut imaginer une forme de censure de la part des fournisseur d'accès. Pour des information sur la neutralité du net, voir <https://www.laquadrature.net/>.

Question 5 Quelles est la longueur totale des câbles internet sous-marins, mis bout à bout ?

Sur <https://www.theverge.com/c/24070570/internet-cables-undersea-deep-repair-ships> on trouve le chiffre de 800 000km.

Question 6 Plusieurs sources différentes sur internet permettent d'obtenir de l'information sur l'infrastructure sous-marine. :

- <https://www.submarinecablemap.com/submarine-cable/> cartographie les câbles sous marins (mais ne donne pas beaucoup de détails).
- <https://www.submarinenetworks.com/en/> qui est un site de partage d'info à destination de l'industrie du câble sous-marin, et du grand public, répertoriant des informations plus précises (débits notamment).

Comparez les capacités (débits) de deux câbles de générations différentes. Choisissez des câbles reliant l'Europe à l'Amérique du Nord.

Le but n'est pas ici de retenir des valeurs mais :

- se rendre compte qu'on a des sites constitué pour collecter ce genre d'information
- se rendre compte des ordres de grandeur.

Donc on trouve, par exemple :

- Dunant (Ready For Service en 2021) tourne à 300 Tbps,
- Marea (RFS en 2017) à 200 Tbps, Exa Express (RFS en 2015) à 59 Tbps.

Le livre de Roussilhe donne des exemples, mais ceux-ci sont bien sûr figés dans le temps et ne montrent pas les tendances.

Question 7 Au delà des points relevés par les questions ci-dessus, notez ci-dessous les informations qui vous ont surprises, vous ont paru d'intérêt notable.

Ceci est une question pour vous encourager à lire activement. On n'a pas parlé du tout des Internet Exchange Points, ni du cas de Marseille que nous vous encourageons à regarder, par exemple à travers : <https://www.laquadrature.net/2024/11/20/accaparement-du-territoire-par-les-infrastructures-du-numerique/>

1.2 Dossier 2 : Matériaux, fabrication

1.2.1 Documents

1. Ruée sur les métaux rares Lire la double page « Ruée sur les métaux rares» issue de «Atlas mondial des matières premières» par Bernadette Mérenne-Schoumaker, 2015, Éditions Autrement. Extrait disponible sur modeler.
2. «La consommation de métaux», pp 119-144, .
3. How ASML became Europe's most valuable tech firm Lire cet article de la BBC, daté du 21 février 2023. URL : <https://www.bbc.com/news/business-64514573>
4. The adventures of TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) in the USA
 - 2022 : <https://www.bbc.com/news/business-63883047>
 - 2024 : <https://edition.cnn.com/2024/01/19/tech/tsmc-taiwan-arizona-project-delay-intl-hnk/index.html>

1.2.2 Questions

Question 8 Donnez une définition de « terres rares ».

L'expression terre rare désigne un groupe de métaux de numéros atomiques entre 57 et 71 (plus le Scandium et l'Yttrium de numéros atomiques 21 et 39). C'est un terme trompeur d'origine historique : ils sont en fait très abondants si on regarde à l'échelle de la croûte terrestre. Mais ils sont souvent localement éparpillés et difficiles à séparer des uns des autres et du matériaux terre dans lequel on les trouve.

Question 9 Quel « problème » la production de ces terres rares pose en terme technologique ?

Ici, il est important de noter les propriétés suivantes :

1. ils sont présents dans des concentrations très faibles (même dans les « bons » gisements), leur extraction nécessite donc de sortir bcp de terre
2. ils sont mélangés les uns aux autres, il faut donc des procéder assez complexes pour les isoler les uns des autres
3. ils sont présents dans les appareils électroniques dans des quantités vraiment minuscules, donc leur recyclage n'a quasiment aucune chance d'être intéressant économiquement parlant. Document 2.

Sur le sujet, on peut écouter les conférences grand public d'Aurore Stéphant, par exemple https://www.youtube.com/watch?v=CjM2srcf_pA

Question 10 Donnez l'évolution de la consommation mondiale de minerais entre 1900 et 2009, rapportée à l'augmentation de la population.

Réponse trouvée dans le livre de G. Roussilhe: on trouve une *30 pour la consommation de minerais, contre *4 pour la population. On peut se dire que les sociétés humaines se sont "minéralisé", même si il faut toujours prendre ces tendances avec circonspections car elles cachent toujours de grandes disparités.

Question 11 (4) [mobilisation de ETRE S3] Rappelez la différence entre réserve et ressource (les étudiants issus du FIMI peuvent expliquer cela à leurs voisins admis directs).

- Les **Réserves** ce sont ce qu'on sait exploité à un prix raisonnable (Gauthier Roussilhe parle de « prix actuel ») ;
- Les **Ressources** ce sont la quantité estimée de minerais dans la croûte terrestre, incluant des quantités qui ne seront vraisemblablement jamais exploitées.

Question 12 Que produit ASML? Quelle position stratégique détient cette entreprise?

ASML veut dire « Advanced Semiconductor Materials Lithography », c'est un fabricant de machines de photolithographie (notamment à Extreme UV). Ils sont en situation de quasi-monopole.

Question 13 Que produit TSMC ? Quelle motivation les USA ont-ils à voir implanter des usines de cette firme sur leur territoire ?

TSMC veut dire "Taiwan Semi-conductor Manufacturing Company" Avoir des usines de dernières générations de TSMC sur le continent américain lèverait la menace de la chine sur Taïwan et augmenterait l'indépendance des USA pour la fabrication des équipements numériques.

2 Le cas particulier du smartphone

Les questions qui suivent ont trait au document "Modélisation et évaluation du poids carbone de produits de consommation et de biens d'équipements" de l'ADEME¹.

2.1 Une rapide géographie de la fabrication d'un smartphone

Cette section doit vous permettre d'aborder la question des dépendances géographiques apparaissant dans la fabrication des objets numériques.

Question 14 Dans le tableau 5-7 du rapport de l'ademe [?], identifiez les 4 principales "matières premières" (en quantité) présentes dans un smartphone.

On trouve les 4 éléments suivants : Aluminium, Verre (ie Silicium), Cuivre, Plastique. Attention le "Verre" et le plastique c'est une question compliquée parce que c'est déjà le produit de processus technique complexe.

Question 15 Pour chacun d'entre eux, retrouvez sur internet le ou les premiers pays producteurs au monde.

On trouve (par exemple sur wikipedia ou d'autres sources comparables) : Aluminium = Chine, Silicium Dioxyde = Chine, Cuivre = Chili. Pour le plastique = c'est trop compliqué d'être sûr, parce que ça dépend trop du type de plastique. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_aluminium_production https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_silicon_production https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_copper_production

Question 16 Une multitude d'autres éléments (notamment minéraux) entrent en jeu dans les processus de fabrication des composants électroniques. Parmi ceux-ci, on note notamment le cobalt et le tantale qui sont . Trouvez les pays extracteurs principaux pour ces deux éléments.

¹Modélisation Et Évaluation Des Impacts Environnementaux De Produits De Consommation Et Biens D'Équipement, rapport de l'ADEME, 2018. Consultable en ligne, lien sur moodle.

Le principal pays producteur de Cobalt est la République Démocratique du Congo. Pour le Tantal, on trouve République Démocratique du Congo et Rwanda.

Question 17 Pour ceux d'entre vous qui n'ont pas lu les documents du dossier "Matériaux, fabrication", vous devez être en mesure de donner une définition des terres rares. Vous pouvez compléter les textes de ce dossier, par exemple, par cette vidéo d'introduction produite par le journal Le Monde.

<https://www.youtube.com/watch?v=7ySubZMDA3w>

Voir plus haut, la définition de terres rares à été donnée dans la section précédente.

Question 18 Trouvez un exemple de localisation d'usine fabriquant les composants suivants: Processeur, Mémoire, Caméra, cameras, batterie, etc

Pour répondre, vous pouvez chercher simplement sur internet et trouvent des graphiques du type : <https://www.reddit.com/media?url=https%3A%2F%2Fi.redd.it%2Fuhr8n1g57qg91.png>
Attention, un des points importants c'est que ce genre de document dit "designed in the USA", mais quand on cherche les usines, on les trouve massivement en Chine pour la période 2007-2020. Sachant également que la tendance émergente et que ces usines commencent à être déplacées vers le Vietnam et l'Inde depuis.

Question 19 Trouvez où les smartphones en question sont assemblées.

Les iPhone ont longtemps été fabriqués dans des usines situés en Chine (Foxconn, sous-traitant principal d'Apple pour l'assemblage de ses téléphones). Récemment, Apple pousse Foxconn à délocaliser au Vietnam et en Inde. On pourra évoquer les questions de géopolitiques actuelles avec lesquelles ces questions résonnent particulièrement.

Question 20 Complétez la carte du monde de la page 6 avec ces différentes localisations.

2.2 Sac à dos écologique

On s'intéresse maintenant aux estimations existantes concernant les quantités de ressources mobilisées dans les processus de fabrication de nos smartphones.

Lisez les pages 12 et 13 du document de l'ADEME.

Question 21 Que veut dire le terme MIPS?

MIPS = Material Input Per Service-unit. Il s'agit de la quantité de matière mobilisée dans l'ensemble des processus de fabrication.

Question 22 Donnez une définition du SuperBom.

SuperBom = C'est la composition relative d'un équipement (ici, le smartphone) en différents matériaux (biotiques ou abiotiques). On inclut plus l'ensemble des matières qui entre en jeu, mais seulement les matières qu'on trouve dans le produit fini, en comptant aussi les pertes lors des processus de fabrication.

Question 23 La méthode utilisée dans ce document (et issue d'un travail de l'Institut Wuppertal en Allemagne) propose de calculer le MIPS pour un certain nombre de produits de consommation. Listez l'ensemble des Ressources contenues dans le "sac à dos écologique" global. Identifiez celles retenues pour calculer l'indicateur MIPS.

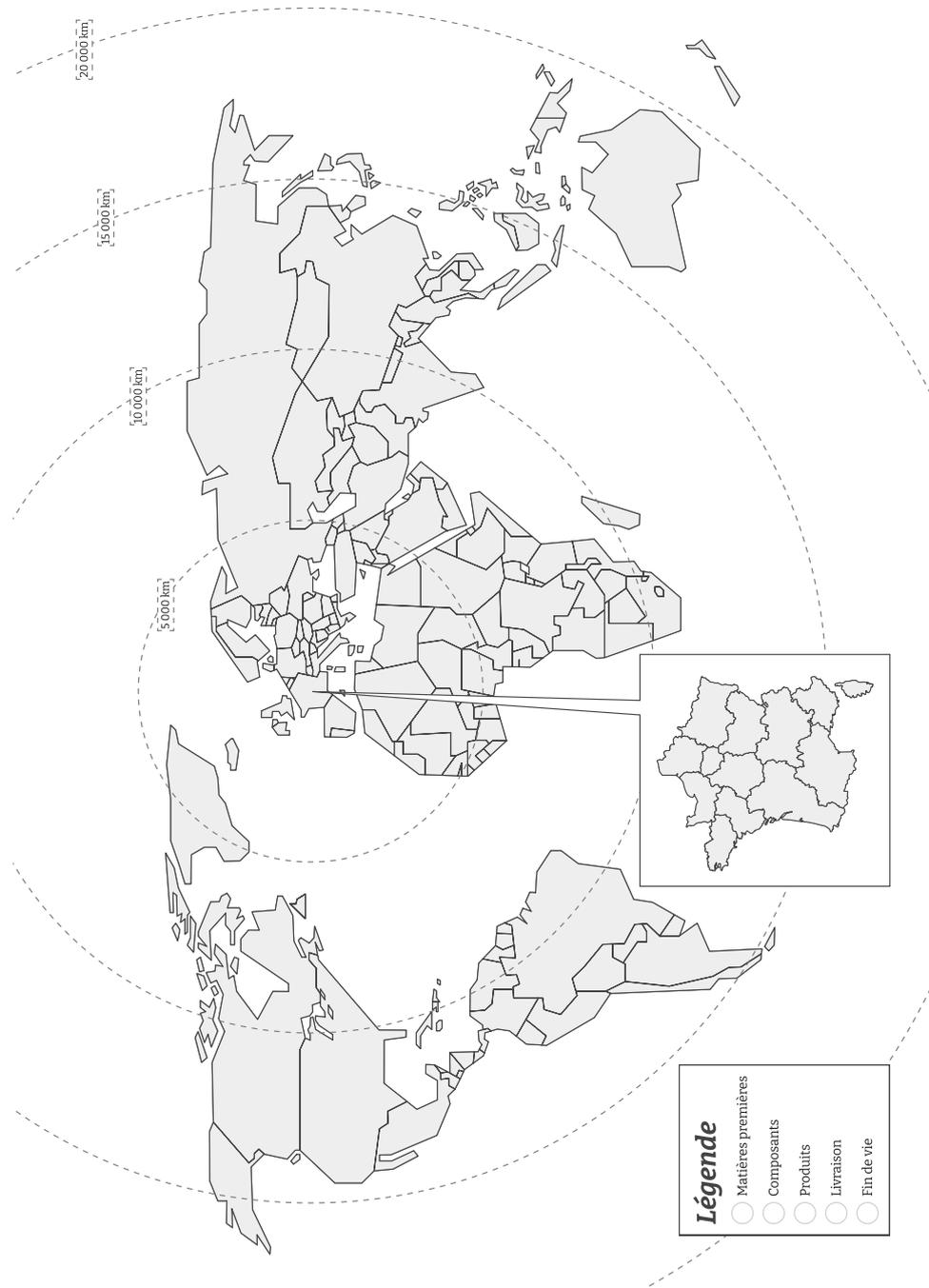


Figure 1: Chaîne d'approvisionnement, smartphone.

La réponse est la figure 3-1. On constatera que le sac à dos écologique ne parle pas de tous les impacts environnementaux du numérique, seulement des matières biotiques et abiotiques.

Question 24 Au final, constater l'estimation du sac à dos écologique d'un smartphone. Rapportez le au poids de l'objet final.

Là, il s'agit de regarder le tableau 5-1 page 25. Réponse : un smartphone de 300g mobilise 220kg. La ligne laptop parle de 835.7kg pour appareil de 2.4kg à l'arrivée.