

2C8123

**Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay
Ecole Normale Supérieure de Rennes**

**SECOND CONCOURS – ADMISSION EN CYCLE MASTER
MATHÉMATIQUES**

Session 2018

Épreuve de Français et culture générale

Durée : 3 heures

« Aucun document n'est autorisé »

« L'usage de toute calculatrice est interdit »

À l'exception – notable – des climato-négationnistes et de quelques « écologistes » sceptiques, rares sont ceux qui se risquent à contester l'état peu affriolant de notre planète. Il faut en effet déployer des trésors d'ingéniosité pour occulter l'évidence. Très localement, la situation a pu s'améliorer – la pollution de l'air dans certaines villes européennes est moindre qu'à la fin du XIX^e siècle ou pendant le grand *smog* londonien de 1952. Mais sur les paramètres globaux, comment nier les forêts tropicales dévastées, le blanchiment des coraux, l'effondrement des populations d'animaux sauvages, l'accumulation de polluants sous toutes les latitudes, l'érosion ou la dégradation des terres arables, l'urbanisation galopante ? Sans faire le tour de la Terre, tout individu âgé de plus de 40 ans se souvient qu'il fallait nettoyer le pare-brise des voitures à la belle saison. Où sont donc passés les insectes ? Le débat entre les pessimistes, qui craignent pour l'environnement, et les optimistes, tenants du *business as usual*, ne porte donc pas sur la nécessité d'agir – personne n'est vraiment pour la disparition des éléphants ou la contamination des nappes phréatiques aux pesticides –, mais sur la gravité du problème, l'intensité et la vitesse avec laquelle il faudrait réagir, la possibilité de changer modes de production et habitudes de consommation, la manière (régulation, taxes, incitations, soutien public...) et les moyens (financiers, techniques) de mener la transition.

La question technologique est particulièrement prégnante, bien qu'à peu près occultée. Les scénarios prospectifs se fondent en général sur une population plus nombreuse, consommant plus d'énergie et se déplaçant (elle-même ou ses marchandises) plus loin et plus fréquemment. De fait, les solutions techniques sont présumées disponibles et abordables, sinon à portée de main, que ce soit pour les énergies « décarbonées », les solutions de mobilité du futur ou la capacité des rendements agricoles à toujours s'accroître – ou à se maintenir. Les plus audacieux, comme Jeremy Rifkin, vont jusqu'à promettre de telles « ruptures » technologiques – un vocable à la mode – que tout ou presque en deviendrait gratuit ou à « coût marginal zéro », à commencer par l'énergie issue de sources renouvelables.

Pourtant, si le rôle de l'innovation technologique est en effet central, il y a une différence entre les problèmes – qui sont bien là – et la multitude de solutions techniques proposées – dont certaines ne sont qu'au stade de l'annonce ou du concept (capture et séquestration du CO₂, voitures à hydrogène...). Et, sans remettre en question ni la formidable inventivité humaine ni les moyens considérables de recherche et de développement dont nous disposons, nous pouvons nous demander si c'est un nouvel âge d'abondance qui se profile ou si nous n'allons pas, au contraire, vers la pénurie, selon les termes actuels d'un vieux débat « malthusien ».

Après tout, nous avons toujours trouvé. L'humanité a réussi à repousser les limites imposées par la nature ou sa condition physique. Elle l'a souvent fait pour réagir au risque de pénurie. Certes, les êtres humains du Néolithique ne sont pas entrés dans l'âge de bronze par manque de silex. Mais la révolution néolithique elle-même a probablement été provoquée par le franchissement d'un seuil de densité humaine, qui devenait de moins en moins compatible avec le nomadisme des chasseurs-cueilleurs : une pénurie de territoires (faiblement) productifs. Quant à la hache de bronze, elle illustre un deuxième ressort historique de l'innovation technique, l'art de la guerre, car nos ancêtres en ont vite découvert l'intérêt, indépendamment du défrichage des forêts.

La pénurie a bien été un aiguillon essentiel, à l'origine d'une grande partie des innovations de la révolution industrielle, car la croissance permanente de la consommation allait bientôt dépasser les capacités de ponction sur les ressources renouvelables, locales ou importées. Jusque tard dans le XIX^e siècle, il y eut une limite purement « surfacique » à la production de produits essentiellement animaux et végétaux : colorants naturels (garance, pastel, indigo, lichen...), graisses, colles et suif des chandelles (à base de déchets d'animaux et d'os), acides et alcools produits par fermentation (vinaigre), cuirs et fourrures, fibres (laine, lin, coton, chanvre), etc. Les locomotives et machines à vapeur étaient lubrifiées à l'huile de cachalot et les égreneuses à coton revêtues de paroi stomacale de morse !

L'exploitation des forêts comme combustible et bois d'œuvre conduit, à partir du XVII^e siècle, à une crise du bois européenne. La double invention de la pompe à vapeur et de la machine à vapeur, au tournant du XVIII^e siècle, permettra l'exhaure des mines souterraines et l'accès aux énormes ressources de charbon situé sous le niveau des nappes phréatiques des bassins houillers anglais.

Parallèlement, la chimie minérale va répondre aux besoins cruciaux artisanaux et industriels : acides pour le traitement des métaux, la préparation des teintures, des fibres, etc. et produits alcalins (soude et potasse) pour la fabrication des savons et des lessives, du verre, le dégraissage des laines... Au milieu du XVIII^e siècle, le salpêtre des caves humides et la soude des algues et des salicornes (plantes méditerranéennes dont Marseille tire sa vocation savonnaire) ne suffisent plus à répondre à la demande. Les conflits d'usage deviennent intenable jusqu'à ce que Nicolas Leblanc mette au point, dans les années révolutionnaires, un procédé industriel de production de soude à partir de sel, de craie et de charbon. Quant à la chimie organique, elle doit son développement aux besoins croissants de colorants et à la découverte du benzène et de ses dérivés – dans les reliquats de distillation du charbon des légendaires « usines à gaz » utilisées pour l'éclairage. Enfin, la polymérisation, dans les années 1930, ouvre la voie aux matériaux artificiels (matières plastiques, fibres synthétiques, résines et colles...) issus du pétrole et du gaz, en quantité jusqu'ici inimaginable.

La période charnière qui va de la moitié du XVIII^e à la fin du XIX^e siècle a été déterminante dans le changement d'échelle de la production, les percées technologiques importantes et nombreuses, et la « *grande transformation* » des rapports économiques. Le XX^e siècle enchaînera avec les gains de productivité de la mécanisation, de la robotisation puis de l'informatisation, améliorant les techniques permettant l'accès à des ressources abondantes, réduisant considérablement, surtout, le temps de travail humain investi pour la production des produits finis, rendant possible le niveau de consommation actuel. Globalement (hors l'épineux problème de répartition), le système technique, enchâssé dans un système social, moral et culturel qu'il modifiait à mesure, a plutôt bien répondu aux « besoins ». Mais cela a eu un prix : celui d'une fuite en avant, d'une accélération permanente entre des risques de pénuries et de nouvelles solutions pour y répondre, créant elles-mêmes de nouveaux besoins et de nouveaux risques ; celui de pollutions, de destructions sociales et environnementales sans précédent. Nos « ingénieurs thaumaturges » font rarement des omelettes sans casser des œufs.

Le procédé Leblanc changea l'échelle des pollutions. Bien sûr, elles existaient avant la chimie industrielle : la ville médiévale et artisanale conciliait, avec difficulté, l'utilisation de l'eau pour les besoins domestiques avec les rejets nauséabonds des tanneurs, des corroyeurs, des blanchisseuses, des savonniers ou des teinturiers, tandis que l'air était souvent vicié par la combustion de bois et de charbon. Mais les rejets des premières usines chimiques allaient atteindre aussi les campagnes, provoquant d'ailleurs de vives réactions.

Les nouveaux matériaux présentaient un grand désavantage par rapport au bois, aux fibres ou au cuir : non biodégradables, ils allaient générer un problème de déchets sans précédent et une pollution globale – comme les nouveaux « continents » océaniques (bel oxymore) de plastiques. Les techniques agricoles, en passant de solutions traditionnelles (boues d'épuration, alternance des cultures...) pour augmenter la productivité des sols aux nitrates de synthèse (après épuisement du guano chilien), ont été diablement efficaces, mais au prix de l'eutrophisation des rivières, de la mort biologique des sols, de l'émission de puissants gaz à effet de serre, etc. « *La mine, l'aciérie, l'usine à papier, l'abattoir. Voilà les quatre fondements de cette civilisation dont nous sommes si fiers. Si tu n'es pas descendu dans la mine, si tu n'as pas senti le souffle sulfureux de l'usine à papier, si tu n'as jamais respiré la fauve et fade odeur de l'abattoir, si tu n'as pas vu le four Martin dégorger son flot de métal en délire, ô mon ami, tu ne connais pas toutes les tristesses du monde, toutes les dimensions de l'homme.* » Mais qui pratique encore les usines aujourd'hui ? La mondialisation est passée par là, facilitée par l'abondance du pétrole et l'essor du transport conteneurisé. La production de nos objets manufacturés complexes, comme l'automobile ou l'électronique, dépend de flux imbriqués de milliers de fournisseurs dans des dizaines de pays ; les produits plus simples se sont concentrés dans les pays aux coûts salariaux plus bas ou aux normes environnementales plus faibles – la ville de Qiaotou, dans le Zhejiang chinois, produit 80 % des boutons et des fermetures à glissière du monde. Les coquilles Saint-Jacques et les boyaux de porc vides font l'aller-retour entre la Bretagne et la Chine pour être nettoyés, avant de revenir pour être garnis de farce.

Ces coûts de transport faibles ont permis l'éloignement entre nos actes (consommer) et leurs conséquences environnementales et sociales (produire). On externalise les pollutions au Bangladesh,

devenu haut lieu du travail du cuir, comme l'électricité et les usines à gaz permirent de repousser la pollution en périphérie des villes à la fin du XIX^e siècle. Edison permet de s'éclairer et de se chauffer sans l'odeur et les traces de suie du charbon, du pétrole ou du gaz. La pollution est bien là – les centrales à charbon restent la première source mondiale d'électricité et de chaleur – mais délocalisée à l'extérieur du tissu urbain.

À quoi ressembleraient nos campagnes, s'il avait fallu y monter les nouvelles usines – et assumer leurs rejets – pour notre consommation exponentielle de téléphonie, d'informatique, de jouets, de vêtements ? Pour y répondre, il faut regarder les zones industrielles chinoises. Mais grâce à la distance, nous nous berçons d'illusions sur la « dématérialisation » de l'économie et la croissance « verte » à base de nouvelles technologies.

Le numérique n'a rien de virtuel. Il mobilise toute une infrastructure, des serveurs, des bornes wifi, des antennes-relais, des routeurs, des câbles terrestres et sous-marins, des satellites, des centres de données... Il faut d'abord extraire les métaux (argent, lithium, cobalt, étain, indium, tantale, or, palladium...), engendrant destruction de sites naturels, consommation d'eau, d'énergie et de produits chimiques nocifs, rejets de soufre ou de métaux lourds et déchets miniers. Ensuite fabriquer les composants, comme les puces au silicium qui nécessitent quantité d'eau purifiée, mais aussi du coke de pétrole, du charbon, de l'ammoniaque, du chlore, des acides, etc., fournis par le cœur du capitalisme « carbonifère ». Puis faire fonctionner le tout, avec plus de 10 % de l'électricité mondiale ! Enfin, se débarrasser des déchets électroniques, parmi les plus complexes à traiter : une partie – majoritaire – est incinérée ou jetée en décharge ; une autre rejoint les circuits « informels » (Afrique de l'Ouest, Chine...), où ils sont brûlés à l'air libre et empoisonnent les sols et les eaux. Le reste rejoint quelques usines spécialisées, qui ne récupèrent que partiellement les ressources. *In fine*, le taux de recyclage de nombreux métaux rares est inférieur à 1 %, un terrible gâchis.

Notre économie 2.0 a toujours le même souffle sulfureux, malgré les exhortations à une économie (plus) circulaire, à la transition énergétique ou à l'« écologie industrielle ». Pourtant, plus que jamais, nous vivons dans la religion exclusive du « techno-solutionnisme », en plaçant tous nos espoirs dans les innovations et les effets bénéfiques (futurs) du numérique, en fantasmant un monde où tout sera bien mieux optimisé, où les outils et les services numériques seront facteurs d'efficacité et de sobriété : énergies renouvelables distribuées par des *smart grids*, covoiturage bientôt servi par des véhicules autonomes, déplacements fluidifiés dans les *smart cities*, économie de la fonctionnalité réduisant les équipements individuels, etc., sans parler des biotechnologies et des applications médicales.

À l'entendre, la *high-tech* – Californie en tête – va continuer à « révolutionner » notre quotidien, mais surtout s'apprête à sauver le monde, à l'image de milliardaires comme Elon Musk, héros des *green techs*, des voitures électriques aux batteries pour panneaux solaires, en attendant Hyperloop et les voyages sur Mars. Mieux, les technologies de demain ne seront pas seulement propres, elles seront *réparatrices* : les bactéries modifiées génétiquement dépollueront les sols, les *big data* et les capteurs protégeront les forêts tropicales, la science ressuscitera même le mammouth laineux, dont l'ADN dégèle en même temps que le permafrost.

Peut-on compter sur une « sortie par le haut » à base d'innovation technologique ? Il serait périlleux de tout miser dessus. En premier lieu parce que la plupart des technologies prétendent « salvatrices » nécessitent, à plus ou moins grande échelle, des ressources métalliques, non renouvelables, et viennent accélérer, plutôt que remettre en cause, le paradigme « extractiviste » de notre société thermo-industrielle. Elles font en effet appel à des métaux plus rares et aggravent les difficultés à recycler correctement, soit parce que les usages dissipatifs augmentent (quantités très faibles utilisées dans les nanotechnologies et l'électronique ; multiplication des objets connectés...), soit parce que la complexité entraîne un *downcycling* des matières recyclées, du fait des mélanges (alliages, composites...) et des applications électroniques. La matérialité de notre consommation entraîne une contrainte systémique : avec une approche monocritère sur la question – certes vitale – du CO₂, on engendre ailleurs des risques sur la disponibilité des ressources et des dégâts environnementaux.

En second lieu parce que les gains d'efficacité sont balayés par un formidable effet « rebond ». Indéniablement, la consommation d'énergie des véhicules, des avions, des centres de données, des procédés industriels baisse régulièrement, les innovations sont nombreuses et les progrès réels. Mais la croissance du parc automobile, des kilomètres parcourus, des données échangées et stockées est

largement supérieure aux gains unitaires. Entre 2000 et 2010, le trafic internet a été multiplié par cent. Que vaut alors une amélioration de quelques dizaines de points d'efficacité énergétique par octet ?

Il n'y a pas de solution technique permettant de maintenir – et encore moins de faire croître – la consommation globale d'énergie et de ressources. En continuant à alimenter la « *chaudière du progrès*, nous nous heurterons tôt ou tard aux limites planétaires, régulation climatique en tête.

C'est donc – aussi – vers l'économie de matières qu'il faut orienter l'innovation. Avant tout par la sobriété, en réduisant les besoins à la source, en travaillant sur la baisse de la demande et pas seulement sur le remplacement de l'offre. Un exercice délicat, face à des « besoins » humains nourris par la rivalité mimétique et une frontière floue entre « fondamentaux » et superflu, qui fait aussi le sel de la vie. Mais on peut imaginer toute une gamme d'actions, comme bannir le jetable, les supports publicitaires, l'eau en bouteille, revenir à des emballages consignés, composter les déchets même en ville dense, brider progressivement la puissance des véhicules et les alléger, avant de passer au vélo, adapter les températures dans les bâtiments et enfiler des pull-overs, car il est bien plus efficace, plus simple, plus rapide, d'isoler les corps que les bâtiments !

Pour recycler au mieux les ressources et augmenter la durée de vie de nos objets, il faudra les repenser en profondeur, les concevoir simples et robustes, réparables et réutilisables, standardisés, modulaires, à base de matériaux simples, faciles à démanteler, n'utiliser qu'avec parcimonie les ressources rares et irremplaçables comme le cuivre, le nickel, l'étain ou l'argent, limiter le contenu électronique. Quitte à revoir le « cahier des charges », accepter le vieillissement ou la réutilisation de l'existant, une esthétique moindre pour les objets fonctionnels, parfois une moindre performance, de l'intermittence, une perte de rendement ou un côté moins « pratique ».

Il faudra enfin mener une réflexion sur nos modes de production, privilégier des ateliers réimplantés près des bassins de consommation, un peu moins productifs mais plus intensifs en travail, moins mécanisés et robotisés, mais économes en ressources et en énergie, articulés à un réseau de récupération, de réparation, de revente, de partage des objets du quotidien.

Face aux forces en présence et aux tendances de fond, cela paraît bien utopique. Mais peut-être pas plus que le *statu quo*, un maintien *ad vitam aeternam* de notre civilisation industrielle sur sa précaire trajectoire exponentielle. La robotisation et l'intelligence artificielle nous promettent un chômage de masse à des niveaux inégalés tandis que nous serons rattrapés par l'effondrement environnemental. Pourquoi ne pas tenter plutôt la voie d'une transition post-croissance vers un nouveau « contrat social et environnemental » ?

Bihouix, Philippe. « Le mythe de la technologie salvatrice », *Esprit*, vol. mars - avril, no. 3, 2017, pp. 98-106.

QUESTIONS

- 1- Résumer le texte en 360 mots (avec une marge de tolérance de + ou – 10%). Le nombre exact de mots utilisés sera indiqué en fin de résumé.

[Question notée sur 10 points]

- 2- Sous forme d'un développement construit, commenter, au choix, l'une des deux réflexions suivantes de l'auteur :
 - a. *Pourtant, plus que jamais, nous vivons dans la religion exclusive du « techno-solutionnisme ».*
 - b. *La sobriétéun exercice délicat, face à des « besoins » humains nourris par la rivalité mimétique et une frontière floue entre « fondamentaux » et superflu, qui fait aussi le sel de la vie.*

[Question notée sur 10 points]