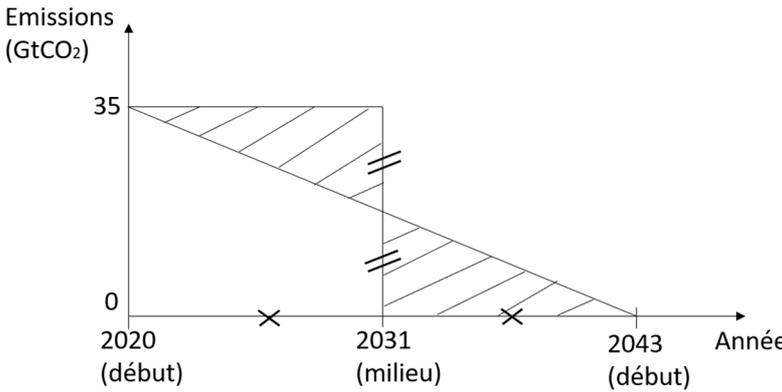


<b>Exercice 1 : Pollution à l'arsenic</b>	
1.1	$X_{entrant} = X_{sortant}$ donc $Q_D = Q_A + Q_B = 10 + 30 = 40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ $Q_D C_D = Q_A C_A + Q_B C_B \rightarrow C_D = (Q_A C_A + Q_B C_B) / Q_D$ AN : $C_D = (10 \times 480 + 30 \times 8) / 40 = 126 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
1.2	$X_{entrant} = X_{sortant}$ donc $Q_S = Q_D + Q_{EU} = 45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ $Q_S C_S + k C_L V_L = Q_D C_D + Q_{EU} C_{EU} \rightarrow C_S (Q_S + k V_L) = Q_D C_D + Q_{EU} C_{EU}$ $\rightarrow C_S = (Q_D C_D + Q_{EU} C_{EU}) / (Q_S + k V_L)$ Conversion de k $\rightarrow k = 0,01 \cdot \text{h}^{-1} = 0,01 / 3600 = 2,78 \cdot 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$ AN : $C_S = C_L = (40 \times 126 + 5 \times 80) / (45 + 2,78 \cdot 10^{-6} \times 10^5) = 120,1 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ <i>Unités obligatoires pour les Applications Numériques</i>
1.3	Vecteurs possibles de contamination directe ou indirecte des êtres humains : - <b>Baignade</b> dans lac ou rivière $\rightarrow$ contact cutané / ingestion. - <b>Pêche</b> en lac et rivière $\rightarrow$ poissons $\rightarrow$ <b>alimentation</b> . - Si eau utilisée en <b>irrigation</b> $\rightarrow$ transfert aux cultures (agriculture) $\rightarrow$ <b>alimentation</b> . - Si lien du système avec la <b>nappe phréatique</b> $\rightarrow$ eau potable.
1.4	Définition <b>mutation</b> : <b>modification anormale de l'ADN</b> , soit spontanément lors de la division cellulaire, soit sous l'influence d'agents extérieurs appelés mutagènes. <i>Ce processus est aléatoire.</i> Définition <b>ADN</b> : ADN ( <b>acide désoxyribonucléique</b> ) : une macromolécule <b>biologique</b> présente dans presque toutes les cellules ainsi que chez de nombreux virus. L'ADN <b>contient l'information génétique (le génome)</b> permettant le développement, le fonctionnement et la reproduction des êtres vivants.
1.5	a) Définition limites planétaires : <b>seuils</b> que <b>l'humanité ne devrait pas dépasser pour ne pas compromettre les conditions favorables</b> dans lesquelles elle a pu se développer et pour pouvoir durablement vivre dans un écosystème sûr. /ou/ <b>Seuils critiques</b> au-delà desquels <b>la biosphère s'expose au risque d'un effondrement global</b> . b) Limites planétaires principale mobilisées : <b>Introduction d'entités nouvelles dans la biosphère</b> c) Autres LP mobilisées : <b>Cycle eau douce + Biodiversité</b>
1.6	Gestion du problème <u>à la source</u> pour régler le problème ( <i>compter tous les points pour une solution cohérente en ce sens</i> ) Exemples : gérer l'ancienne mine pour limiter les rejets au passage de l'eau (confinement de la partie polluée ? tentative de dépollution même si souvent directement la roche ? etc.), gérer le lit de la rivière pour limiter les interactions avec la mine, etc. Gestion du problème <u>sans remédier à la source</u> ( <i>compter la moitié des points pour solution cohérente en ce sens</i> ). - Protection des populations (les tenir à l'écart des rivières et du lac) - Pêche et baignade interdite. - Solutions de dépollution de la rivière - Etc (liste non exhaustive)
<b>Exercice 2 : Equation de Kaya</b>	
2.1	$8,76 \text{ TWh}/\text{an} = 8760 \text{ GWh}/\text{an} = 8760 / (365 \cdot 24) \text{ GWan}/\text{an} \text{ (ou GWh}/\text{h}) = 1 \text{ GW}$ ( <i>avec unité</i> )
2.2	C'est un <b>flux</b> car c'est une <b>production de biens ou de services pendant un intervalle de temps donné</b> , sur un espace donné.
2.3	b) Produit Intérieur Brut par habitant, donc quantifie la <b>Richesse moyenne</b> (relié au pouvoir d'achat) c) <b>Intensité énergétique du PIB</b> (besoin en énergie pour 1 point de PIB) d) Intensité carbone de l'énergie : <b>Pollution en émissions de CO<sub>2</sub></b> générée par unité d'énergie primaire (mix énergétique)
2.4	La tonne équivalent CO <sub>2</sub> (eq CO <sub>2</sub> ) est un <b>indice</b> (ou une <b>unité de mesure</b> ) qui permet de <b>comparer les impacts des différents GES (Gaz à Effet de Serre) en convertissant la masse d'un GES en quantité de CO<sub>2</sub></b> qui aurait le même impact sur le réchauffement. <i>Cet indice est obtenu en multipliant les émissions par le PRG (pouvoir de réchauffement global (PRG) du GES, qui prend aussi en compte la durée de vie du gaz qui n'est pas la même suivant la période donnée.</i>

2.5	$M_{\text{Paris}} = 400 \text{ GtCO}_2$ (tableau 2) $M_{\text{Paris}} = 1000 \text{ GtCO}_2 \rightarrow$ moitié des points
2.6	<p>a. Figure 2 : en 2020 : émissions de <b>35 GtCO<sub>2</sub> / an</b> <math>\rightarrow 400 / 35 \approx 11,5</math> années <math>\rightarrow</math> le budget carbone serait atteint au milieu de <b>2031</b>.</p> <p>b. Schéma :</p>  <p>Le report de l'aire du triangle entraîne <math>\rightarrow 11,5 + 11,5 = 23</math> ans <math>\rightarrow</math> budget carbone atteint fin 2042 / début 2043.  <i>Commentaire</i> : La durée pour émettre le budget carbone se retrouve doublée + plus de temps pour effectuer les transitions de société (dans la trajectoire a, les émissions doivent toutes s'arrêter abruptement).</p> <p>c. Les émissions doivent être réduites chaque année de <math>35 / 23 = 1,52 \text{ GtCO}_2</math>  Donc taux de baisse la 1<sup>ère</sup> année = <math>1,52 / 35 \approx 4,3 \%</math>  Et taux de baisse la dernière année = <math>1,52 / 1,52 \approx 100 \%</math> !  <i>Commentaire</i> : Effort important dès la première année (+ de la moitié de l'impact COVID !) et de plus en plus compliqué</p>
2.7	<p><b>BONUS</b></p> <p><b>2.7.a.</b>  <i>Exemple de Facteurs pour atteindre -5% :</i></p> <p><b>a (POP)</b> : pour l'instant, +1,5% / an dans le monde (cf TD exponentielle). Différences très grandes entre continents. Proposition : contrôle de la natalité dans certains pays pour atteindre au moins une croissance linéaire et non exponentielle, voire une stabilisation. <b>Donc effort ramènerait à + 1% par an sous 10 ans ?</b> Possible commentaire sur aspect moral / éthique de vouloir contrôler la natalité.</p> <p><b>b (PIB/POP)</b> : « richesse » = PIB par habitant, actuellement, taux de = 5% / an environ au niveau mondial <math>\rightarrow</math> idem, taux plus élevé dans certains pays, et difficile de leur interdire... <math>\rightarrow</math> « décroissance » dans les pays à fort PIB en favorisant le réemploi par exemple, les échanges de services (qui ne génèrent pas de PIB, cf TD). Mais globalement, <b>effort permettrait croissance (positive) de +2% / an au niveau mondial ?</b></p> <p><b>c (E/PIB)</b> : « intensité énergétique du PIB ». actuellement, environ -1% / an ; gain de rendement par la technologie, partage de technologies (effort des ingénieurs !!!) <math>\rightarrow</math> - <b>3% (chaque année) ?</b> (division par 2 ou 3 mais sûrement jusqu'à un certain seuil)</p> <p><b>d (CO<sub>2</sub>/E)</b> : « intensité carbone de l'énergie » : actuellement, stable <math>\rightarrow</math> transition / décarbonation du mix énergétique (part de ce gain rendu possible par la technologie) <math>\rightarrow</math> favoriser les énergies moins carbonées : -5% (chaque année), énorme effort...</p> <p><b>Bilan sur tous les facteurs</b> : <math>1,01 \times 1,02 \times 0,97 \times 0,95 \approx 0,95</math> soit -5 %</p> <p><b>2.7.b.</b> <u>Exemples d'intérêts</u> qui peuvent être discutés : fait apparaître des leviers d'action ; permet de quantifier les leviers d'action au regard des efforts</p> <p><u>Pertinence / limites possibles</u> : Ne prend en compte que les émissions de CO<sub>2</sub> (ni autres GES, ni autres limites planétaires) ; On peut faire apparaître les facteurs qu'on veut ; Est-ce que les indicateurs de l'équation sont les meilleurs ? (ex : PIB ?)</p>