

DYNAMINE

COMMENT EXPLOITE-T-ON LES MINÉRAIS ?



SystExt

Systèmes extractifs et environnement

en partenariat
avec



présentent

LA VORACITÉ DE LA MINE INDUSTRIELLE

LIVRET D'ANIMATION

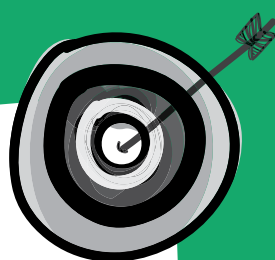
OBJECTIFS

IDENTIFIER les intrants et extrants « techniques » des filières minérales

ASSOCIER LES BESOINS (eau, énergies fossiles et électricité) et rejets (gaz à effet de serre et déchets miniers) d'une mine « moyenne » (et les quantités associées) à chaque étape de son fonctionnement

COMPARER les besoins et rejets moyens des filières charbon, phosphate et or

METTRE EN PERSPECTIVE la situation des filières minérales par rapport à celle de la population française (en termes de besoins et de rejets) et être sensibilisé aux conflits d'usages qui peuvent en découler



DÉROULÉ

DURÉE TOTALE : 2h00

PHASE 1 : 20 MIN
en plénière

PHASE 2 : 40 MIN
en 3 groupes

PHASE 3 : 30 MIN
en plénière

PHASE 4 : 30 MIN
en plénière



MATÉRIEL

1 POSTER A0 Schéma Conceptuel

12 ÉTIQUETTES Intrant/extrant

3 POSTERS A1 Filière

3 FICHES A4 Filière

5 CARTES A4 Synthèse

51 PETITS CUBES bleus

103 PETITS CUBES jaunes

34 PETITS CUBES rouges

237 PETITS CUBES verts

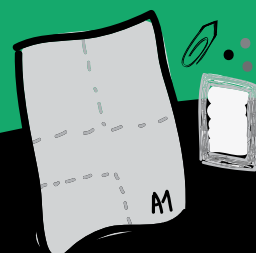
7 GROS CUBES verts

135 PETITS CUBES noirs

8 GROS CUBES noirs

PASTILLES ADHÉSIVES

ACCROCHES AU MUR POUR POSTER



SYSTEXT

L'association SystExt

SystExt pour « Systèmes extractifs et Environnements » est une association de solidarité internationale, née en 2009 au sein de la fédération Ingénieurs sans frontières (ISF) France. L'association se donne pour objectif d'obtenir la transparence et la démocratisation des enjeux associés aux filières minérales. Elle se concentre sur l'industrie minière et ses impacts humains, sanitaires, sociaux et environnementaux. La spécificité de SystExt réside dans le fait que ses membres sont des professionnels du secteur, ou confrontés à ce secteur dans l'exercice de leur métier. Ses missions s'organisent autour de quatre champs d'action : veille citoyenne et accompagnement de la société civile, sensibilisation, formation et expertise.

DYNAMINE

Dynamine : des outils pour sensibiliser aux métaux, aux mines et aux impacts associés

Les filières minérales, depuis l'exploitation minière jusqu'aux usages des métaux et minéraux dans nos objets du quotidien, sont méconnues et pourtant essentielles à notre modèle de développement. Afin d'informer et de sensibiliser le plus grand nombre, SystExt a mis au point 8 outils de sensibilisation sur les filières minérales, répartis en 3 sections : A quoi servent les métaux ? Comment exploite-t-on les minerais ? Quels sont les impacts associés ? Chaque outil est destiné à être animé par au moins deux personnes pour des groupes de 10 à 40 personnes. Le public concerné n'a besoin d'aucun prérequis mais devra disposer de connaissances scientifiques et techniques simples, aussi est-il plus adapté à un public adulte (à partir du niveau lycée).

CRÉDITS

Mai 2020

SystExt, CC BY-NC-SA 3.0 FR

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 France

Graphisme : Constance Sarazin - www.constance-graphisme.com



PHASE 1

INTRANTS ET EXTRANTS DES FILIÈRES MINÉRALES



Identifier les intrants et extrants « techniques » des filières minérales

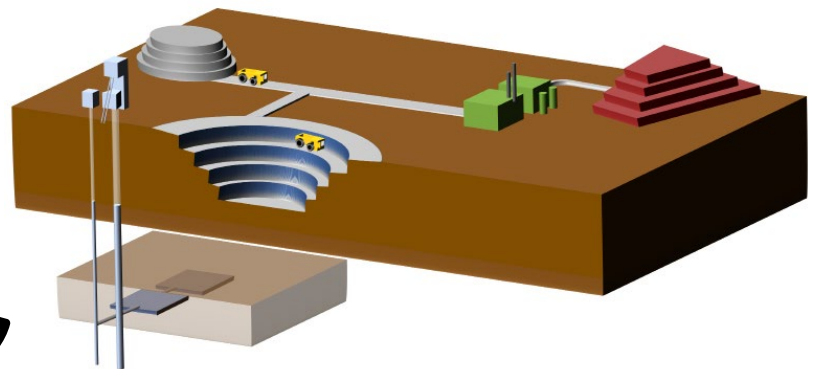


Temps en plénière
DURÉE : 20 MINUTES

LE POSTER A0 « SCHÉMA CONCEPTUEL » EST ACCROCHÉ AU MUR.

Il représente les principaux ensembles d'un site minier :

exploitation (en souterrain ou à ciel ouvert, en bleu), dépôt de stériles miniers (en gris), usine de traitement du minerai (en vert) et dépôt de résidus miniers (en rouge).



L'ANIMATEUR INTRODUIT LES CONCEPTS D' « INTRANT » ET D' « EXTRANT » DE LA FAÇON SUIVANTE :

Les termes « intrant » et « extrant » proviennent de la traduction des termes « *input* » et « *output* » en anglais. Ils sont communément utilisés en économie ou en informatique. Ici, on retient les définitions tirées et traduites du *Cambridge Dictionary*, relatives au domaine de la production :

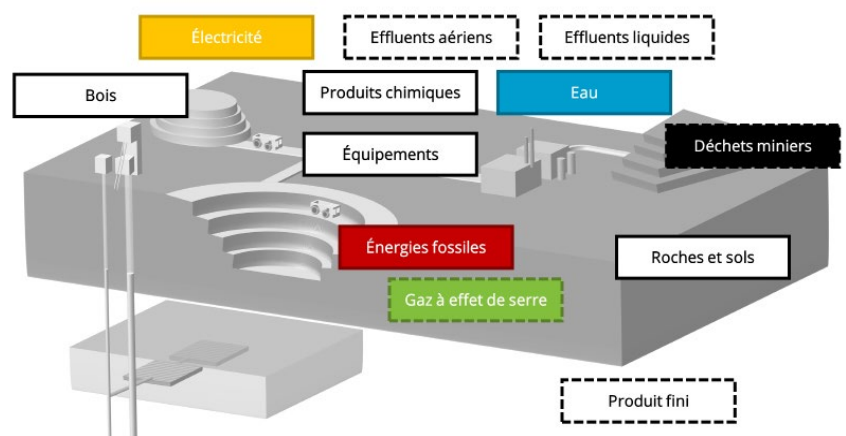
- Les **INTRANTS** définissent les ressources telles que l'énergie, l'argent ou le travail qui sont investies dans un système ou une organisation afin que ceux-ci puissent fonctionner ;
- Les **EXTRANTS** définissent la quantité de biens et de services, ou de déchets, qui est produite par un système ou une organisation.

Dans cette animation, seuls les intrants et extrants « techniques » sont pris en compte, hors considérations humaines et économiques (investissements financiers, main-d'œuvre, etc.).

L'ANIMATEUR POSE LA QUESTION SUIVANTE :

Selon vous, quels sont les intrants nécessaires au fonctionnement d'une mine et les extrants qu'elle génère ?

Au fur et à mesure des réponses, il colle les étiquettes « Intrant/extrant » sur le poster A0, selon le schéma final suivant :

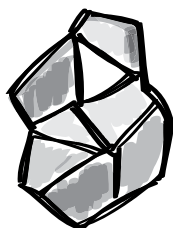


Remarque : Pour les différencier de celles des intrants, les étiquettes associées aux extrants sont marquées d'un contour en pointillés.



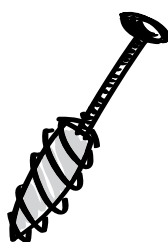
L'animateur peut compléter les réponses des participants en détaillant les différents usages « classiques » des intrants et les origines possibles des extrants avec le tableau suivant (listes non exhaustives) :

INTRANTS



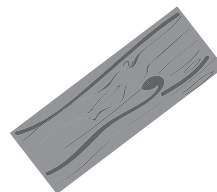
ROCHES (EN VOLUME) ET SOLS (EN SURFACE)

- Extraction minière
- Aménagements et construction des infrastructures



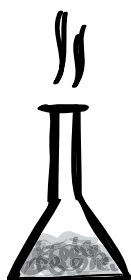
ÉQUIPEMENTS

- Véhicules, bâtiments
- Machines : foreuse, transformateur, compresseur, concasseur, broyeur, convoyeur, dispositifs de séparation et de traitement du minerai, épaisseur, etc.



BOIS

- Soutènement pour les travaux miniers souterrains
- Construction des infrastructures



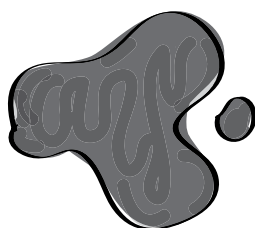
PRODUITS CHIMIQUES

- Réactifs pour le traitement du minerai (acides, huiles, etc.)
- Réactifs pour le traitement des effluents (chaux par exemple)
- Explosifs



EAU

- Principalement : Traitement du minerai
- Arrosage des pistes et des routes pour limiter l'envol de poussières
 - Préparation de remblais miniers
 - Arrosage ou maintien d'une couche d'eau à la surface des parcs à résidus miniers
 - Nettoyage et fonctionnement des installations de surface (bureaux, base-vie)



ÉNERGIES FOSSILES

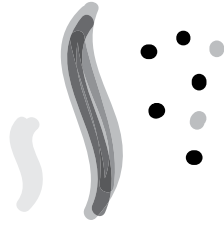
- Principalement : diesel et gaz naturel
- Circulation des véhicules et fonctionnement des équipements (foreuses, chargeuses, etc.)
 - Chauffage



ÉLECTRICITÉ

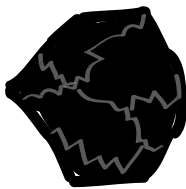
- Principalement : Traitement du minerai et plus particulièrement concassage et broyage
- Eclairage
 - Fonctionnement des installations souterraines
 - Fonctionnement des installations de surface (bureaux, base-vie)

EXTRANTS



EFFLUENTS AÉRIENS

- Rejets des usines de traitement du minerai par pyroméallurgie et des usines de raffinage (principalement NOx, SOx et métaux ; mais aussi hydrocarbures)
- Poussières associées aux travaux d'exploitation, aux opérations de transport et aux déchets solides non confinés



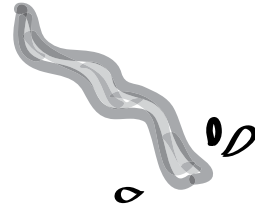
PRODUIT FINI

- Minerai brut
- Concentré (sulfures métalliques par exemple)
- Métal non raffiné



GAZ À EFFET DE SERRE

- CH₄, CO₂, CO (émis par les engins et par l'exploitation des mines de charbon, majoritairement)
- NOx, SOx



EFFLUENTS LIQUIDES

- Eaux minières (qui circulent dans les mines à ciel ouvert ou les travaux miniers souterrains)
- Eaux contaminées au contact des déchets miniers et des sols pollués



DÉCHETS MINIER

- Stériles miniers associés au creusement pour accéder au gisement (en ciel ouvert ou en souterrain)
- Résidus miniers issus du traitement du minerai
- Sols pollués

A LA FIN DE CETTE PREMIÈRE PHASE, L'ANIMATEUR MET EN ÉVIDENCE 5 ÉTIQUETTES (CELLES QUI SONT COLORÉES) :

eau, électricité, énergies fossiles, gaz à effet de serre, déchets miniers.

Il annonce que la phase 2 sera consacrée à l'étude de ces 5 intrants/extrants pour trois filières : charbon, phosphate et or.

PHASE 2

BESOINS ET REJETS D'UNE MINE « MOYENNE »



Associer les besoins (eau, énergies fossiles et électricité) et rejets (gaz à effet de serre et déchets miniers) d'une mine « moyenne » (et les quantités associées) à chaque étape de son fonctionnement



Travaux en 3 groupes
DURÉE : 40 MINUTES



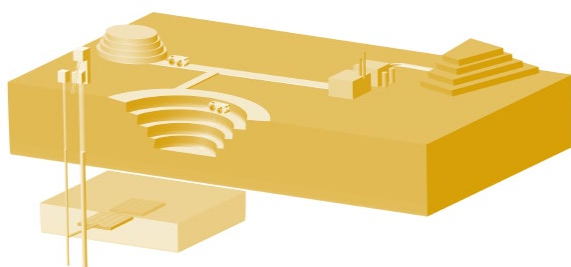
Chaque groupe étudie une filière (charbon, phosphate ou or).

La suite de la description, illustrée avec l'exemple de la filière or, est valable pour chacune des 3 filières

L'ANIMATEUR DÉPOSE AU MILIEU DE LA SALLE DE TRAVAIL (SUR UNE TABLE PAR EXEMPLE) TOUS LES CUBES NÉCESSAIRES (VOIRE PLUS).

L'ANIMATEUR INSTALLE AU MILIEU DE L'ESPACE DE TRAVAIL DE CHAQUE GROUPE (SUR UNE TABLE PAR EXEMPLE) UN POSTER AU FORMAT A1 « FILIÈRE ».

DYNAMINE
La voracité de la mine industrielle | Filière Or



Association SystExt - Mai 2020 - CC BY-NC-SA 3.0 FR



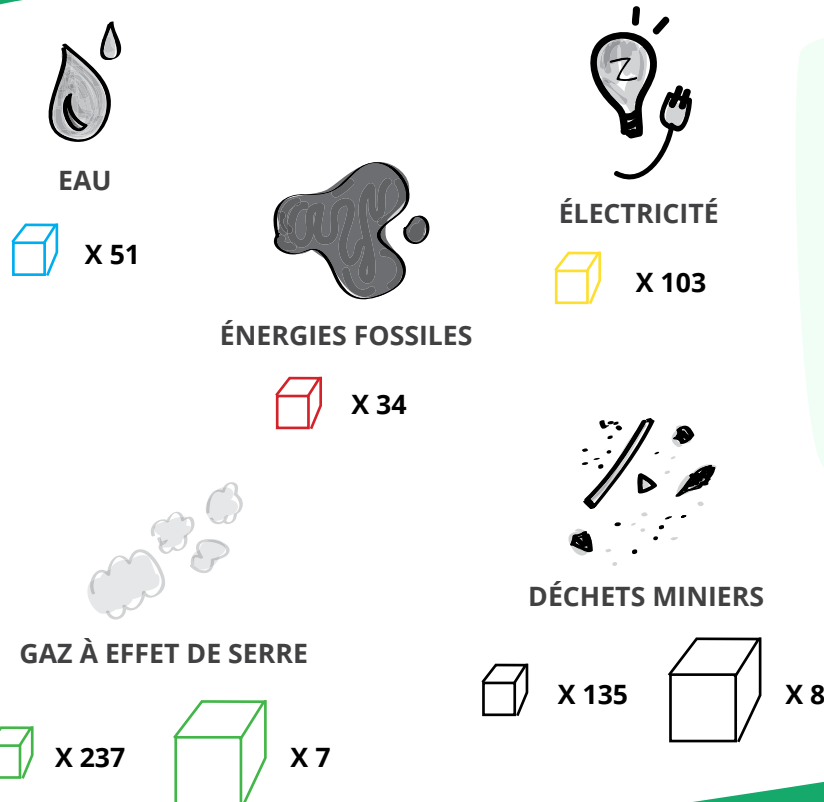
IL DISTRIBUE ENSUITE AU GROUPE LA FICHE A4 « FILIÈRE » CORRESPONDANTE (4 PAGES). L'idéal est de disposer de plusieurs exemplaires pour le groupe.



L'ANIMATEUR INTRODUIT LA SESSION DE TRAVAIL À VENIR.

Les participants doivent représenter par un empilement de **cubes** les quantités des **3 intrants** et **2 extrants** sélectionnés, nécessaires au fonctionnement d'une mine « moyenne », associés à l'étape d'« **Exploitation** » (extraction du minerai du sous-sol) et à celle de « **Traitement** » (traitement du minerai en usine). Chaque **cube** représente une unité « théorique » (d'eau, d'électricité, etc.), identique, quelle que soit la filière considérée. Ce que représente « réellement » cette unité sera discuté lors de la **phase 4** de l'animation.

À la lecture de la **fiche « Filière »**, chaque groupe peut quantifier (en nombre de **cubes**) les intrants et extrants puis les associer aux étapes « **Exploitation** » ou « **Traitement** ». En fonction des indications fournies dans la fiche, il peut en effet déduire le nombre de **cubes** qu'il convient d'associer à ces étapes, selon les règles suivantes :



LÉGENDE

1 
UNITÉ

100 
UNITÉS

X 10 = nombre total de cubes pour les trois groupes

Le nombre total de cubes est indiqué sur la première page de chaque **fiche « Filière »**. Au fur et à mesure de la lecture de la **fiche**, les **cubes** peuvent être déposés sur le **poster A1 « Filière »** : à gauche, pour l'étape « **Exploitation** », à droite, pour l'étape « **Traitement** ».

Par exemple, si la fiche indique que 50% de l'eau est utilisée à l'étape de « **Traitement** » et que cet intrant représente un total de **20 cubes**, les participants doivent déposer **10 cubes bleus** à droite, sur leur **poster A1**.

Chaque **fiche** décrit le fonctionnement d'une mine « moyenne ». Par mine « moyenne » on entend une mine dont le type d'exploitation et de traitement du minerai reflète ce qui se fait le plus souvent pour cette filière. Ce qui y est décrit correspond « théoriquement » à un gisement qui présente des teneurs moyennes (par rapport aux autres gisements exploités dans le monde) et dont la production annuelle est également « moyenne » (valeur calculée par SystExt et explicitée dans la fiche).

Par ailleurs, la **fiche « Filière »** détaille toutes les sous-étapes, depuis l'exploitation du minerai jusqu'à son traitement (concentration et/ou valorisation du minerai). Il fournit également des informations complémentaires sur la filière étudiée (production mondiale, usages, exemples de produits finis, etc.)

L'ANIMATEUR ANNONCE QUE CHAQUE GROUPE DEVRA DÉSIGNER UN RAPPORTEUR.

Lors de la **phase 3**, celui-ci présentera aux autres groupes, leur **poster A1 « Filière »** sur lequel ils auront déposés les **cubes**. À cette occasion, le **rapporteur discutera également les conclusions que son groupe en a tirées (intrant uniquement attribué à une étape, extrant plus présent à une étape qu'à une autre, etc.)** et tente d'expliquer ces résultats au regard des caractéristiques techniques et du fonctionnement de la mine « moyenne » étudiée.



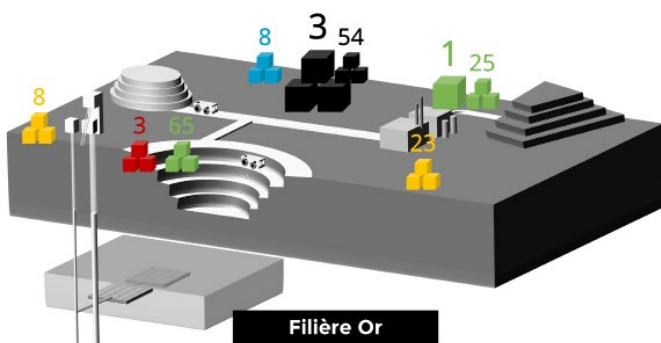
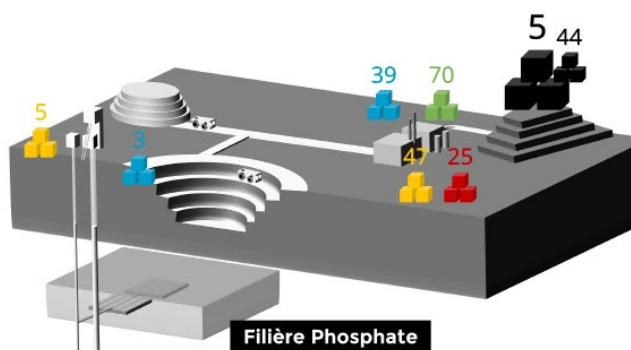
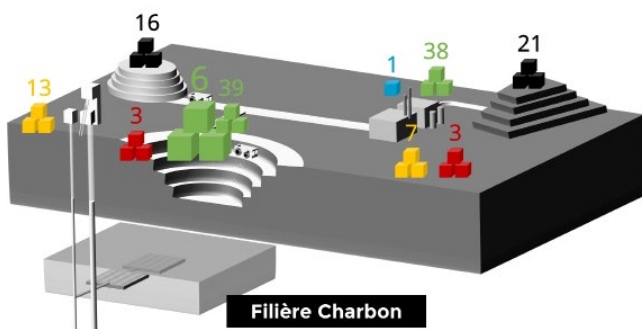
Toutes les données utilisées et les méthodes de calcul mises en œuvre par SystExt sont détaillées dans l'Annexe 1 jointe à ce livret. SystExt insiste sur le fait qu'il s'agit d'un travail destiné à donner des **ORDRES DE GRANDEUR** et non à fournir des données valables pour toutes les mines en exploitation dans le monde.

Chaque groupe peut discuter avec l'animateur afin de vérifier leurs calculs et la disposition des cubes sur leur poster A1 « Filière ».



SOLUTIONS

Un tableau de synthèse du nombre de **cubes**, pour chaque filière, pour chaque étape « **Exploitation** » ou « **Traitement** », et pour chaque intrant et extrant, est fourni en **Annexe 2**, jointe à ce livret.



PHASE 3

CHARBON, PHOSPHATE, OR : À CHAQUE FILIÈRE, SES SPÉCIFICITÉS



Temps en plénière

DURÉE : 30 MINUTES



Comparer les besoins et rejets moyens des filières charbon, phosphate et or

L'ANIMATEUR DEMANDE À CHAQUE GROUPE DE RAPPROCHER LEURS POSTERS « FILIÈRE » SUR LESQUELS LES CUBES ONT ÉTÉ DISPOSÉS, éventuellement corrigés par l'animateur à la fin de la **phase 2** (par rapprochement des tables sur lesquelles ils ont été installés, par exemple).

Chaque rapporteur est invité à présenter en quelques minutes les conclusions et observations de son groupe.



L'animateur peut compléter cette étape avec les éléments suivants :

OBSERVATION

EXPLICATION

CHARBON

Presque autant de déchets miniers dans les deux étapes

Minerai « riche » (dans le gisement, beaucoup de charbon par rapport aux roches stériles)

Beaucoup de gaz à effet de serre à l'étape « Exploitation »

Emanations massives de méthane lors de l'exploitation à ciel ouvert

Très peu d'eau et uniquement à l'étape « Traitement »

Traitement du charbon simple par rapport à d'autres filières

PHOSPHATE

Très peu d'intrants et d'extrants au niveau de l'étape « Exploitation »

Minerai « riche » (dans le gisement, beaucoup de phosphate par rapport aux roches stériles)
Couches de phosphate récupérées de façon sélective
Facilité d'exploitation et de transport du minerai

Concentration des intrants et extrants au niveau de l'étape « Traitement »

Traitement du minerai de phosphate requérant de nombreuses étapes (et donc de nombreux équipements, de grandes quantités d'eau, etc.)

Beaucoup de déchets miniers à l'étape « Traitement »

À un traitement complexe et long, sont nécessairement associées de grandes quantités de déchets miniers

OR

Beaucoup de déchets miniers (associés au site minier en général)

Teneur en or très faible dans le gisement (environ 1g d'or par tonne de roche)

Beaucoup de gaz à effet de serre, tant pour les étapes « Exploitation » que « Traitement »

Exploitation et traitement du minerai complexes, nécessitant l'intervention de nombreux équipements et machines

L'ANIMATEUR POSE LA QUESTION SUIVANTE : Lorsque vous comparez les trois filières, quelles principales différences constatez-vous ? Vous attendiez-vous à d'autres résultats ? (par exemple : une filière plus énergivore que les autres, une filière ayant besoin de moins d'eau que les autres, etc.)

PHASE 4

FILIÈRES MINÉRALES VS SOCIÉTÉ ET CONFLITS D'USAGES



Mettre en perspective la situation des filières minérales par rapport à celle de la population française (en termes de besoins et de rejets) et être sensibilisé aux conflits d'usages qui peuvent en découler



Temps en plénière
DURÉE : 30 MINUTES

L'ANIMATEUR PRÉSENTE ET AFFICHE AU FUR ET À MESURE LES CARTONS A4 « SYNTHÈSE » QUI DÉTAILLENT CE QUE REPRÉSENTE « RÉELLEMENT » CHAQUE CUBE.

Par exemple, un cube bleu pour l'eau équivaut à la quantité d'eau consommée par 10 000 habitants en France pendant un an !



Quantité d'eau (en m³) consommée par **10 000 habitants** en France pendant un an

Création : SystExt, Mai 2020
Crédits icônes : Goutte d'eau et robinet : Freapik - Flaticon Basic, Licence (www.flaticon.com)
Crédits images : Pépite d'or : James St. John - 2006 - cc by 2.0 | Charbon : Jeffrey Beall - 2012 - cc by-sa 2.0 | Roche phosphatée : James St. John - 2013 - cc by 2.0



Ce qui signifie que sur une période d'un an, une mine « moyenne » d'or consomme autant d'eau que 80 000 français !

Les cartons « **Synthèse** » rappellent également le nombre total de **cubes** pour chaque mine « moyenne » des trois filières considérées.



En Annexe 1, SystExt a également calculé ces équivalences pour la filière internationale de chaque matière première minérale étudiée. L'animateur peut ainsi mettre en perspective ces ordres de grandeur à l'échelle de toute la filière. Par exemple, pour la filière mondiale d'or (qui produit annuellement 3 165 tonnes du métal jaune ; là où la mine « moyenne » étudiée en produit 16 tonnes), la consommation annuelle d'eau équivaut à celle de presque 16 millions de français sur un an, soit près d'un quart de la population française !

L'ANIMATEUR INCITE LES PARTICIPANTS À RÉAGIR SUR LES ORDRES DE GRANDEUR PRÉSENTÉS POUR LES 3 INTRANTS (EAU, ÉNERGIES FOSSILES ET ÉLECTRICITÉ) ET LES 2 EXTRANTS (GAZ À EFFET DE SERRE ET DÉCHETS MINIERS) ÉTUDIÉS.

Il insiste sur les questions que soulèvent ces constats au regard des défis de nos sociétés pour les années et décennies à venir : préservation de la ressource en eau, sobriété énergétique, limitation des émissions de gaz à effet de serre, en particulier.



Il peut conclure sur les conflits d'usages soulevés par ce secteur d'activité. Selon SystExt, si notre modèle de développement repose sur l'usage massif de ressources minérales, il doit également permettre aux populations d'avoir accès à l'eau et à l'énergie et de pouvoir vivre dans un environnement sain. Une production croissante de ressources minérales impliquera nécessairement une pression grandissante sur les ressources énergétiques, sur l'eau et sur les sols. Il est nécessaire que les États se responsabilisent vis-à-vis de ces enjeux et se préparent aux arbitrages qui risquent de se multiplier lorsqu'il s'agira d'implanter de nouveaux sites miniers sur leur territoire.