

# **ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

## **ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК**

*Методические указания к практическим занятиям  
для студентов магистратуры всех направлений подготовки*

---

# **LANGUE ÉTRANGÈRE**

## **LANGUE FRANÇAISE**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2019**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра иностранных языков

# ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

## ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК

*Методические указания к практическим занятиям  
для студентов магистратуры всех направлений подготовки*

---

LANGUE ÉTRANGÈRE

LANGUE FRANÇAISE

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2019

УДК 811.133.1 (073)

**ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК. Французский язык:** Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *Е.О. Никифоровская*. СПб, 2019. 57 с.

Методические указания, составленные на материале аутентичных текстов, предназначены для практических занятий со студентами магистратуры всех специальностей и согласованы с программой по иностранному языку для магистратуры неязыковых вузов. Изучение предложенного материала поможет как в совершенствовании навыков чтения, так и в обогащении активного лексического запаса, а также в формировании языковых моделей, необходимых для построения научно-технических текстов и развития устной специализированной речи.

Научный редактор доц. *А.В. Ивкина*

Рецензент старший преподаватель *Н.Б. Змеева* (СПбГУ)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данные методические указания по дисциплине "Иностранный язык" предназначены, прежде всего, для аудиторной работы студентов магистратуры. Они также могут быть полезны для вузов технического профиля.

В соответствии с требованиями государственных программ Российской Федерации по профессиональной подготовке магистров методические указания имеют целью развитие у обучающихся навыков и умений самостоятельно вести беседу в профессиональной среде, составлять доклады, научные статьи и рефераты на французском языке.

Предложенные аутентичные материалы и комплекс упражнений направлены на совершенствование навыков устной и письменной иноязычной речи в ситуациях профессионально-ориентированного общения. Тематика текстов затрагивает как научную, так и инженерно-практическую проблематику.

Особое внимание уделяется накоплению активного словарного запаса, включающего наиболее употребительные термины и слова общетехнического значения.

## **CHAPITRE I. PROFILS ET MÉTIERS**

### **Lexique autour du savoir-faire scientifique et technique**

**Effectuer une recherche:** faire, entreprendre une recherche, y participer, découvrir, créer, inventer, étudier.

**Élaborer:** combiner, former, construire quelque chose, synthétiser, concevoir, réaliser.

**Analyser (un échantillon):** examiner, disséquer, étudier l'objet soumis à l'analyse. L'échantillon est le prélèvement (la partie prise d'un ensemble), l'exemple témoin.

**Dépister (une anomalie):** déceler, détecter, diagnostiquer, découvrir, retrouver en suivant sa trace (en vue de rétablir les normes, de réparer). L'anomalie est tout écart par rapport à la normale (maladie, dysfonctionnement, défaut, erreur, panne, défaillance, défectuosité).

**Optimiser:** calculer le point optimal, contrôler la qualité, surveiller, améliorer, corriger au maximum, soigner, arriver au meilleur possible, entretenir, mettre en état, maintenir au meilleur niveau, tester la fiabilité, sécuriser.

**Gérer:** administrer, maîtriser par les moyens appropriés, organiser, piloter, encadrer, diriger, planifier.

### **Le chercheur**

Le chercheur est un spécialiste de l'un des champs de recherche scientifique. Sa formation est très approfondie, il est thésard et docteur spécialiste ayant la fine pointe des connaissances dans son domaine. Il entreprend sa recherche dans le cadre d'une convention avec des laboratoires publics ou privés. Il connaît les équipes qui travaillent sur les sujets voisins de ses thèmes de recherche. Il participe aux colloques dans le monde en vue de trouver l'information lui permettant de progresser.

**1) Remplissez les blancs avec les mots proposés: noms sujets: *généticiens, biologistes, physiciens, pharmacien industriel*; verbes: *étudier, améliorer, analyser, élaborer, découvrir, effectuer*.**

En tant que spécialistes de la microbiologie, les... (1)...

(2)... des recherches sur les phénomènes de l'hérédité chez les organismes vivants (animaux, végétaux, être humains, microorganismes, etc.) À cette fin, ils... (3)... et déterminent les caractères héréditaires, les propriétés physiques et chimiques des gènes et font des mutations sur des espèces animales et végétales en vue d'... (4)... les espèces.

Dans la recherche appliquée, le... (5)... s'unit à d'autres équipes professionnelles (biologistes, ingénieurs-chimistes, médecins, vétérinaires) pour... (6)... de nouveaux médicaments ou (7)... ceux existants. Il détermine la composition, choisit la forme galénique (gélule, comprimé...) et le mode de conditionnement compte tenu des impératifs de conservation, de sécurité et de facilité d'emploi.

Le but des recherches des... (8)... est de... (9)... les lois qui président à l'évolution de la vie sous toutes ses formes. Ils travaillent notamment dans la recherche médicale, l'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique, l'agronomie, l'environnement. Dans ce domaine, on peut aussi être spécialiste d'un animal ou d'un type de plante. Les... (10)... (11) la structure du monde matériel de l'infiniment petit (l'intérieur de l'atome) à l'infiniment grand (le cosmos), ce champ disciplinaire a un grand impact dans tous les secteurs de la science et de la technologie (informatique, nouvelles sources d'énergie, télécommunications, environnement.

## **L'ingénieur**

L'ingénieur est la personne ayant reçu une formation scientifique et technique la rendant apte à diriger certains travaux et à participer à des recherches. Sa spécialité est la mise en œuvre de certaines applications de la science dans le domaine de la production ou l'organisation

économique. Cette spécialité caractérise le titre de son poste. Ses études sont approfondies: bac + 5 et plus.

**2) Associez à chacun de ces titres de poste d'ingénieur son profil décrit ci-après. 1. Ingénieur industriel 2. Ingénieur civil 3. Ingénieur agronome.**

a) ....

Il est spécialiste des Eaux et Forêts, il a en charge un service qui gère des milliers d'hectares de forêts. Toutes les décisions lui reviennent: il planifie, il établit des plans de gestion des forêts et il encadre les techniciens qui, eux, agissent sur le terrain.

b) ....

Il détermine le moment, l'ordre et la manière d'exécuter l'ensemble des tâches sur la chaîne de production. Ce, en fonction de l'évolution de la demande des articles, des délais de livraison et de la disponibilité des matières premières.

c) ....

Il est formé dans le sens de concevoir, réaliser et gérer des aménagements, des infrastructures et des systèmes, au service de l'homme et de la société. Il réalise des bâtiments (pour l'habitat, le commerce, l'administration et l'industrie), des voies de communication et des équipements énergétiques.

### **Le technicien**

Le technicien est un professionnel, un spécialiste doté d'une technique particulière qui est une application pratique de la science dans les domaines de la production ou l'organisation économique. En général, le technicien poursuit de courtes études: bac ou niveau bac + deux et plus. Toutefois, il a toutes les possibilités d'approfondir ses études et devenir ingénieur. Il peut également effectuer des recherches dans sa spécialité. Selon sa formation et l'expérience acquise, le technicien évolue dans sa

carrière en passant du titre de technicien qualifié à celui de technicien supérieur ou technicien chef. Il dirige des projets qui ne nécessitent pas la présence d'un ingénieur. La spécialité d'un technicien ainsi que le secteur d'activité et les tâches qui lui sont confiées caractérisent le titre de son poste. Ainsi, on dit: technicien chimiste, technico-commercial, technicien en informatique, technicien de maintenance, technicien de son, etc.

**3) Trouvez l'auteur de chacun de ces témoignages en choisissant dans la liste: 1) *technicien commercial*, 2) *technicien de laboratoire de la police technique et scientifique*, 3) *technicien en électricité du bâtiment*.**

Techniciens	Témoignages
Technicien .....	<i>En arrivant sur une intervention, je découvre le système et je détecte la panne, puis j'effectue des réparations en procédant aux opérations de maintenance. En effet, les systèmes ne se ressemblent pas, il existe rarement un plan à jour avec toutes les modifications. Dans notre métier, on doit se former sur l'évolution des techniques et des normes du domaine.</i>
Technicien .....	<i>Grâce aux nouvelles méthodes d'investigation dont nous disposons, l'identification génétique notamment, nous contribuons à l'identification des auteurs de crimes et délits.</i>
Technicien .....	<i>J'assure l'accueil, le conseil et la vente des produits auprès des clients. Je suis capable de m'adapter aux nouvelles formes de techniques de vente générées par les évolutions des technologies, les attentes des consommateurs et l'évolution des marchés, notamment celui de l'informatique.</i>



## **Le logisticien**

Il maîtrise l'art de combiner tous les moyens de transport, de ravitaillement, d'équipement, de gestion et organisation, d'installation, de logement, etc. Sa formation varie selon le cycle de formation suivi (cycle court: bac + 2/cycle long: bac + cinq et plus).

### **4) Quelles sont les tâches de chacun des logisticiens de la liste?**

**1) *approvisionneur*, 2) *consultant*, 3) *gestionnaire de stock*,**

**4) *magasinier*, 5) *chef de quai*.**

Il assure l'organisation du stockage de marchandises et l'amélioration des performances des magasins.

---

Il assure la manipulation et le déplacement des marchandises dans l'entrepôt.

---

Il définit et anticipe les besoins de l'entreprise, négocie les meilleures conditions d'approvisionnement.

---

Il fait l'audit, met en place les axes d'amélioration. Il est doté d'un esprit de synthèse, il est capable d'élaborer des solutions.

---

Il assure la réception, le stockage, la préparation, la distribution des marchandises.

---

## **Exercices pour s'entraîner en grammaire**

**1. Complétez le texte suivant en utilisant les adverbes ou les indications de temps qui conviennent. Imaginez-vous la situation pareille mais dans le cadre de votre poste de travail.**

Je passerai vous laisser mes clés \_\_\_\_\_ de partir; j'apporterai \_\_\_\_\_ mon petit chat. Il ne devrait pas vous ennuyer car \_\_\_\_\_ sa série de piqûres, il va beaucoup mieux. îi ne faudra pas oublier de lui donner \_\_\_\_\_ matin sa pillule. \_\_\_\_\_ à la fin de ses piqûres, c'est indispensable. \_\_\_\_\_ J'avais oublié de les lui donner, il a été horriblement malade. \_\_\_\_\_ on ne s'occupait pas des animaux comme aujourd'hui. \_\_\_\_\_ que les gens se sentent seuls, ils ont besoin de ces petits compagnons et ce n'est pas parce que \_\_\_\_\_ l'homme communiquera sur ies autoroutes de l'information qu'il communiquera plus avec ses voisins. Allez, au revoir et merci.

## CHAPITRE II. RECHERCHE ET SPÉCIALITÉS

### Lexique autour de la recherche

**Inventer**: concevoir une chose ou un objet qui n'existait pas.

**Découvrir**: révéler une réalité, un phénomène préexistants.

**Créer**: concevoir, imaginer, donner naissance à une idée, une théorie.

**Contribuer**: apporter aide et collaboration, participer, être associé à une réalisation.

**Démontrer (quelque chose/que)**: prouver par une démonstration logique.

### Les différents champs disciplinaires

La recherche en **sciences exactes** se divise en deux grandes catégories: fondamentale et appliquée ayant recours à diverses techniques et technologies. La recherche fondamentale permet l'acquisition des connaissances scientifiques et la recherche appliquée en fait un usage pratique et les met au service de la technique.

Les **sciences de la matière (A)** ont pour objet d'étude la matière, ses composés, ses transformations et son rapport avec l'énergie, l'espace et le temps.

Les **sciences de la vie (B)** étudient les organismes vivants: les cellules, les tissus, les organes et les systèmes...

Les sciences de la terre et de l'univers consistent en l'exploration et la compréhension du fonctionnement des planètes particulièrement la planète terre à travers sa géologie et son évolution.

Les **sciences mathématiques (C)** étudient les nombres, les fonctions et les figures ... Les mathématiques appliquées interviennent dans le traitement des problèmes et des données avec le calcul scientifique et numérique.

Outre cette classification générale, on peut citer d'autres champs de recherche interdisciplinaire dont les sciences de l'ingénieur qui cherchent

à développer l'ensemble des connaissances, des procédés, des techniques et méthodes d'application utilisés par les ingénieurs dans un domaine particulier. Aussi, on peut citer les sciences de l'homme et de la société qui s'intéressent à l'Histoire et la vie de l'homme, l'Histoire et la vie des sociétés et des civilisations. Quant aux sciences du danger, elles regroupent les sciences dont le centre d'intérêt est l'hygiène, la sécurité et le développement durable.

Les branches sont interdépendantes, la combinaison des champs disciplinaires en sciences a donné naissance à de nouvelles disciplines où la collaboration entre les chercheurs donne lieu à de l'innovation technologique et à des progrès scientifiques spectaculaires.

**1) Trouvez le bon verbe (ou les bons verbes) pour chaque exemple : *calculer, démontrer (que), écrire, quelle est, trouver, résoudre, déterminer.***

1. \_\_\_\_\_ l'ensemble des points  $W_k$  lorsque  $k$  décrit l'ensemble des réels positifs.
2. \_\_\_\_\_ une équation cartésienne de la courbe...
3. \_\_\_\_\_ l'ensemble des points  $M$  du plan tels que  $AMA'$  soit un triangle  
Test l'hyperbole équilatère des sommets  $A$  et  $A'$
4. \_\_\_\_\_ la valeur  $v$  de la vitesse du proton...
5. \_\_\_\_\_ l'énergie et la longueur d'onde de chaque proton,  $y$  ayant la valeur donnée dans la première question.
6. \_\_\_\_\_ l'équation  $y = ax^2 + b$ .

## A. Les sciences de la matière

**2) Faites correspondre les textes de définition aux noms des disciplines de la liste: a) la mécanique, b) la physique, c) la chimie, d) l'alchimie, e) l'optique, f) l'astronomie, g) le nucléaire, h) l'astrologie.**

- 1) la science qui étudie les transformations de la matière.
- 2) la science qui a pour objet d'étude la matière, l'énergie, le temps et l'espace.
- 3) le domaine d'étude de l'énergie provenant des noyaux atomiques et leurs réactions.
- 4) une partie de la physique qui étudie les mouvements des corps et les forces auxquelles ils sont soumis.
- 5) une pseudoscience très répandue au Moyen Âge qui cherchait en particulier à transformer les métaux en or.
- 6) la partie de la physique qui étudie la lumière.
- 7) la science qui étudie les astres (planètes, étoiles, galaxies, etc.)
- 8) l'étude des liens entre la position des astres lors de la naissance et le caractère de l'homme, voire son destin.

**3) Les termes de la liste ci-après expriment la manière dont se fait la combinaison des particules constituant la matière. Placez chaque terme dans les textes de définition. (Possibilité de répétition du mot): a) le proton, b) l'atome, c) l'électron, d) le neutron, e) la molécule.**

1. La ... est la plus petite quantité de corps pur possédant les propriétés de ce corps. H<sub>2</sub>O est... d'eau.
2. La plus petite quantité de matière pouvant exister dans une ... est .....
- Une ... d'eau est composée de deux ... d'hydrogène et un ... d'oxygène.
3. Contrairement au ..., le ... a une charge négative ou nulle, ils constituent tous les deux le noyau atomique.
4. Le ... est l'un des deux constituants du noyau atomique. Sa charge est positive.

5. Les ... tournent en orbite autour du noyau atomique.

4) Classez les termes de la liste proposée dans le tableau : *cristallisation, fusion, réchauffement, dilatation, refroidissement, jaunissement, décompression, évaporation, condensation, compression, solidification, blanchissement, liquéfaction, épuration, distillation, noircissement, rétrécissement, dessalement, carbonisation.*

Type de transformation de la matière	Termes désignant la transformation de la matière
Changement de température	
Changement d'état de la matière	
Changement de volume	
Changement de composition chimique	
Changement de couleur	

5) Même exercice: *Elévation, chute, irruption, éruption, rotation, baisse, flottement, jaillissement, précipitation, tourbillonnement* (Parfois plusieurs possibilités).

Types de mouvement	Termes désignant le mouvement
Mouvement du bas vers le haut	
Mouvement du haut vers le bas	
Mouvement circulaire	
Mouvement violent	
Mouvement brusque	

**6) Lisez le texte et traduisez-le. Trouvez un bon titre. Choisissez la matière essentielle pour le domaine de votre activité et présentez-la.**

Les argiles se forment à partir de l'érosion des massifs montagneux. La pluie emporte de minuscules particules minérales (principalement des silicates) qui s'agglutinent au fond de grandes étendues d'eau (océans, mers, lacs, lagunes...) pour former progressivement, par sédimentation, un nouveau minéral: l'argile. Le climat, la topographie, la nature des roches détériorées et le temps nécessaire à la formation de ce "mille-feuille minéral" déterminent la composition et les propriétés des futures argiles.

Les argiles sont présentes sur la quasi-totalité de la surface du globe, et ce, pour une raison simple: elles sont le fruit de l'altération des roches magmatiques – granités et basaltes, notamment – qui constituent l'enveloppe terrestre superficielle, la lithosphère.

Les roches magmatiques, comme le granité, s'érodent sous l'action de l'eau et du vent. Les particules en surface de ces roches, principalement des silicates, particules minérales à base de silicium, qui composent 97 % de la croûte terrestre, sont drainées par le ruissellement jusque dans les plaines alluviales où elles se déposent sous forme de limon et de vase dans le lit et sur les rives des cours d'eau, mais également dans les lacs, les lagunes, les mers ou les océans. Sur leur trajet, ces silicates se combinent avec une autre molécule, l'oxyde d'aluminium, pour donner naissance à des silicates d'alumine qui s'agencent sous forme de feuillets, matrice commune aux différents types d'argile existants. Ces feuillets s'empilent les uns sur les autres, pour créer une sorte de "mille-feuille minéral" au sein duquel les éléments chimiques présents dans les sols environnants s'intercalent. Ce sont ces éléments issus du milieu extérieur qui déterminent la famille à laquelle l'argile nouvellement formée appartient.

Au cours du temps, les terrains dans lesquels se forment les argiles sont amenés à se transformer et cette évolution géologique influe sur la composition, la nature et les propriétés des argiles. En milieu continental,

dans les dépôts sableux des rivières et des fleuves, les argiles peuvent relâcher certains des éléments chimiques qu'elles contiennent et se transformer: ils libèrent leur potassium, ce qui donne de la kaolinite. Ces argiles sont dites "dégradées". En milieu lacustre, lagunaire ou marin, les argiles dégradées sont susceptibles de réintégrer des éléments chimiques du milieu environnant: c'est le phénomène dit "déaggradation". Par adjonction de fer, de magnésium, de sodium ou de calcium, les illites se transforment en smectites ou en minéraux mixtes illites-smectites. Enfin, après leur dépôt, les argiles s'enfouissent petit à petit sous les alluvions nouvellement drainées. Avec la profondeur, la température augmente (3°C tous les 100 mètres), ainsi que la pression environnante, qui chasse l'eau contenue entre les feuillets. Des substances puisées dans l'environnement (fer, calcium, potassium, magnésium, sodium...) viennent remplacer l'eau perdue. La structure de l'édifice minéral s'ordonne et se consolide. L'argile devient dure et perd la texture proche de la glaise qu'elle présente dans des conditions "normales".

Des argiles se forment également sous terre, grâce à l'action des eaux thermales. De nombreux échanges d'éléments chimiques ont lieu entre l'eau de mer et les roches magmatiques au travers desquelles elle s'infiltré, donnant ainsi naissance à de nouvelles espèces minérales (parmi lesquelles des argiles). Dans ce contexte, les formations argileuses apparaissent non plus sous forme de couches, mais de filons suivant le cours de ces sources thermales souterraines.

Les origines des argiles sont multiples et l'histoire de leur formation est longue et complexe; elle passe souvent par plusieurs phases. La composition de ces matériaux témoigne de l'évolution de la composition du sol et du climat au cours des temps géologiques qui les ont vus naître. L'étude de ces matériaux et des éléments qu'ils contiennent peut donc permettre de rechercher des matières premières spécifiques pour un usage donné, notamment des ressources fossiles comme le pétrole.



**7) Lisez les textes. Récupérez les noms des substances puis composez les phrases avec ces mots-là.**

### **Extraction et modification des colorants**

Dès la Préhistoire, l'homme utilise des pigments et des colorants pour modifier son environnement. Depuis les oxydes de fer des peintures rupestres, jusqu'aux colorants synthétiques, de l'art à l'industrie alimentaire, les couleurs caractérisent les objets qui nous entourent. D'où viennent ces couleurs? Quels paramètres physico-chimiques influencent la couleur d'un objet? Pigment ou colorant, quelle différence? La couleur d'un objet dépend de deux facteurs: sa composition chimique propre et les propriétés de la lumière qui l'éclaire. Les constituants chimiques qui donnent à un objet sa couleur sont appelés pigments, colorants ou teintures. Ils se présentent généralement sous forme de poudre. Un pigment est une substance colorante insoluble, utilisée en suspension dans un liant. Un colorant est une substance colorante soluble, utilisée en solution dans un solvant. Une teinture est un colorant absorbé dans un support (par exemple dans les fibres d'un textile, dans un cuir ou un cheveu). Quelques repères historiques: l'ocre est une roche ferrique rouge, brune ou jaune, utilisée comme pigment depuis la Préhistoire; de nombreuses plantes tinctoriales sont utilisées depuis l'Antiquité: garance (rouge), indigotier (bleu), henné (brun), curcuma (jaune-orangé). Les pigments bleus du Moyen Âge sont généralement constitués de lapis-lazuli (pierre semi-précieuse) ou d'azurite (roche cristalline); le commerce international de pigments et colorants, comme l'indigo et le rouge de cochenille, a causé de véritables batailles économiques entre le XVI et XIX siècle. Les premiers pigments synthétiques remontent à l'Égypte Ancienne, mais l'essor des colorants synthétiques commence en 1856 avec la synthèse de la mauvéine par Perkin; de nos jours la plupart des colorants industriels sont synthétiques.

Comment extrait-on les colorants? Différentes méthodes physico-chimiques permettent de séparer les espèces chimiques les unes des autres, et sont applicables aux colorants: l'extraction par un solvant consiste à ajouter un solvant dans lequel le colorant est plus soluble que dans son solvant d'origine, pour le séparer des autres constituants d'un mélange; la chromatographie sur couche mince ou CCM consiste à déposer sur une plaque ou un papier un échantillon ainsi que des substances de références, pour comparer leur hauteur de migration lorsqu'ils sont entraînés par un solvant (éluant).

Comment modifier la couleur d'une substance? De nombreux paramètres peuvent modifier la couleur de certaines substances chimiques. L'humidité: le sulfate de cuivre anhydre, blanc, devient bleu en présence d'eau; le chlorure de cobalt anhydre, bleu, devient rose lorsque l'air est humide (il était souvent utilisé pour recouvrir de petites figurines décoratives); le pH: les indicateurs colorés de pH sont des substances dont la couleur varie en fonction de l'acidité du milieu; le thé, le jus de chou rouge en sont des exemples naturels; le bleu de bromothymol, la phénolphthaléine et l'héliantine sont des indicateurs de synthèse très utilisés en laboratoire de chimie; la température: on qualifie de thermochromes les substances dont la couleur dépend de la température, comme les cristaux liquides ou les encres utilisées pour éviter la contrefaçon par photocopie des billets de banque; le rayonnement: des substances photochromes sont utilisées pour certains verres qui foncent lorsqu'ils sont exposés aux rayons ultra-violet. Lors des applications industrielles des colorants et pigments, les conditions d'utilisations et les réactions avec d'autres constituants chimiques sont aussi susceptibles de modifier la couleur obtenue: nature du support, composés utilisés pour la fixation, etc.

### **La formulation des peintures**

La peinture est un matériau composite dont les différents éléments sont traditionnellement liés par une huile (de lin, par exemple) ou une résine (gomme d'acacia ou de merisier) qui se solidifient lors du séchage. L'opacité et la couleur d'une peinture sont dues aux minéraux et aux matières pigmentaires qu'elle contient. Les composés minéraux assurant

l'opacité du produit sont soumis à des exigences de blancheur strictes pour ne pas influencer sur sa couleur. Utilisées depuis la préhistoire dans l'art pariétal, avec une excellente durabilité – plusieurs milliers d'années, les argiles connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt dans le domaine des peintures industrielles «haut de gamme».

Les argiles jouent de nombreux rôles dans les peintures. Elles leur confèrent un meilleur «pouvoir couvrant», d'une part en les opacifiant et d'autre part en minimisant la quantité de liant nécessaire à leur fabrication: huiles, gommés et, aujourd'hui, composés acryliques... D'infimes particules d'argile – de talc, notamment – comblent l'espace existant entre les différents composants de la peinture. Ce principe de «remplissage granulaire» donne une meilleure opacité à la peinture. Ainsi, cette dernière bloque le passage de la lumière, ce qui empêche de voir le support à travers la couche de peinture. De surcroît, les grains d'argile offrent une bonne homogénéité à la peinture. Il suffit de passer une fine couche pour qu'elle recouvre parfaitement la surface sur laquelle elle est appliquée; ceci permet donc de réaliser une réelle économie de produit. Certaines utilisations actuelles – les peintures projetées au pistolet, par exemple – ont également exploité ces découvertes. Ces peintures adhèrent mieux au support et leur aspect après application est plus régulier. Elles fournissent ainsi un meilleur rendement, en minimisant le temps de travail du peintre et la quantité de peinture utilisée.

Plus récemment, les argiles ont trouvé d'autres applications dans la formulation des peintures. En particulier, on a résolu le problème du «coulage» (ou «gouttage») en introduisant de faibles quantités d'argiles gonflantes dans les formules; leur présence assure un comportement «rigide» qui entrave l'écoulement de la peinture. Cette rigidité participe aussi au renforcement de l'homogénéité du matériau. Elle empêche la séparation du liant avec les pigments quand la peinture est au repos; ainsi, la peinture ne s'altère pas lorsqu'elle est laissée dans son pot pendant de longues durées.

L'un des critères déterminants dans le choix d'une peinture est son aspect après séchage. Mate, satinée ou brillante, la finition d'une peinture dépend du rapport entre les quantités de pigment et de liant qu'elle contient. L'aspect brillant d'une peinture, notamment, est dû à la

migration de fines particules à la surface au moment du séchage. Grâce à la structure caractéristique de certaines d'entre elles, les argiles influent directement sur leurs mouvements à l'intérieur du matériau et participent donc au rendu final.

## **B. Les sciences de la vie.**

### **8) Reliez les éléments de la colonne A et ceux de la colonne B.**

1. Virologie	a) Science qui étudie la dynamique des populations et des peuplements (animaux, végétaux...) et le fonctionnement des écosystèmes et des paysages.
2. Botanique	b) Domaine de la biologie qui étudie le système de défense de l'organisme.
3. Écologie	c) Domaine de la microbiologie consacré à l'étude des virus.
4. Agronomie	d) Une science née de l'interaction entre les chimistes et les biologistes.
5. Immunologie	e) Science qui étudie la production végétale et son environnement.
6. Microbiologie	f) Domaine de la biologie qui étudie les microorganismes (virus, bactéries, champignons, parasites, etc.).
7. Biochimie	g) Partie de la biologie consacrée à l'étude des plantes ou végétaux.
8. Biosphère	h) Regroupe deux éléments indissociables réagissant l'un sur l'autre: la biocénose, une communauté animale et végétale, et le biotope, le milieu que cette communauté

	occupe.
9. Photosynthèse	i) Une zone qui entoure le globe et où la vie se maintient grâce à l'énergie solaire et dont les éléments sont relativement indépendants les uns des autres.
10. Écosystème	j) Processus par lequel l'énergie lumineuse est transformée en énergie chimique.
11. Virus	k) Microorganisme, être vivant microscopique et unicellulaire d'une importance capitale pour l'équilibre du monde vivant.
12. Bactérie	l) Un microorganisme, un être microscopique, unicellulaire pathogène ou inoffensif.
13. Microbe	m) Microorganisme, parasite constitué d'un seul type d'acide nucléique et qui ne peut se développer qu'à l'intérieur d'une cellule. Il est responsable d'infections et de maladies graves.

**9) Lisez le texte et composez des questions qui peuvent aider à résumer l'interview à La Recherche.**

### **Les anciennes mines continuent de polluer les rivières**

*Françoise Elbaz-Poulichet est directrice de recherche CNRS au laboratoire hydrosciences de Montpellier. Elle est spécialiste des transferts de polluants métalliques dans les eaux.*

**Des truites des rivières des Cévennes contiennent des taux trop élevés de métaux lourds. Trouve-t-on cette pollution dans toute la région?**

**F.E.** Fabrice Monna, de l'université de Bourgogne, et ses collègues ont identifié une pollution sévère des rivières du Parc national des Cévennes, classé au patrimoine mondial de l'Unesco. Ces cours d'eau, que l'on croyait propres parce que éloignés de sites industriels actuels, présentent des concentrations en plomb dans les sédiments près de 100 fois supérieures aux concentrations régionales, déjà naturellement supérieures à la normale. C'est en étudiant le foie de truites pêchées près de site miniers abandonnés que Fabrice Monna a découvert que ces métaux lourds sont accumulés le long de la chaîne alimentaire, et présentent donc un risque l'ensemble de l'écosystème et éventuellement pou l'homme. Mais toutes les Cévennes ne sont pas polluées, seulement certaines zones minières anciennes et actuelles comme les bassins du Gardon et de l'Ardèche, le sud du massif Central et le mont Lozère.

### **Pourquoi ce problème est-il passé inaperçu jusque-là?**

**F.E.** L'exploitation minière s'est installée là-bas parce que les métaux y sont naturellement présents dans le sol. Il est probable que, même en l'absence de mines, certaines rivières aient des concentrations en métaux plus élevées que la normale parce qu'elles drainent des minéralisations riches en métaux. C'est le bruit de fond géochimique régional, une pollution naturelle. Fabrice Monna a réussi à distinguer la contamination due à l'activité humaine de ce bruit de fond. Les recherches ont commencé dès les années 1960 et 1970. Et les agences de l'eau surveillent la région. Mais leurs analyses ne portent pas sur la faune. Or les niveaux de pollution peuvent être bas dans l'eau puis augmenter le long de la chaîne alimentaire.

### **D'autres régions en France présentent-elles les mêmes risques?**

**F.E.** Tout cours d'eau en aval d'une mine présente un risque, qu'elle soit toujours en activité ou non. Fabrice Monna a prélevé des échantillons près d'une mine abandonnée depuis le Moyen Âge et a constaté qu'elle continuait de contaminer l'eau. C'est d'ailleurs un problème mondial. D'après des estimations, l'Angleterre compterait 600 kilomètres de

rivières affectées par des décharges de mines abandonnées, les États-Unis 20 000 kilomètres. Et ce problème rend l'eau impropre à la consommation. En France la tension sur cette ressource est modérée, mais dans les régions où elle est forte, les conséquences sont graves.

### C. Les sciences mathématiques et les mathématiques appliquées

#### 10) Reliez les éléments de la colonne A et ceux de la colonne B.

1. Algèbre	a) Science qui étudie les relations entre les points, les droites, les courbes, les surfaces et les volumes.
2. Arithmétique	b) Branche des mathématiques qui recueille, traite et analyse un ensemble de données réelles quantifiables pour établir des prévisions et aider à la décision.
3. Statistiques	c) Science majeure qui considère la nature des grandeurs selon leur nature et non selon leur valeur et les représente par des lettres et des symboles.
4. Géométrie	d) Branche des mathématiques consacrée à l'étude des nombres entiers naturels et relatifs, et des nombres rationnels.

#### 11) Barrez ce qui n'est pas associé aux sciences mathématiques ou mathématiques appliquées:

Probabilités, analyse et programmation, géothermie, systèmes algorithmiques, systèmes électroniques, systèmes hyperboliques, méthodes de dosage, méthodes d'approximation, méthodes numériques.

## Géométrie algébrique

*Une équipe internationale de mathématiciens (ASK) vient de lancer un programme de classification des formes géométriques de base en dimension 4.*

### **Pourquoi classer les formes géométriques?**

ASK La classification est un des fondements du travail mathématique. Platon et Archimède avaient notamment commencé à classer les polyèdres réguliers. Plus généralement, les mathématiciens cherchent à classer les variétés algébriques, objets géométriques abstraits définis par des équations polynomiales. La sphère ordinaire, une surface, est un exemple de variété de dimension 2; les coordonnées spatiales de chaque point sont les solutions d'une équation polynomiale du second degré. Comme les variétés algébriques sont des objets définis par des équations, l'idée d'avoir une description explicite de ces objets en termes de variétés plus simples intéresse tous ceux – ingénieurs, physiciens – qui se soucient de ce qui peut être modélisé sous la forme d'une équation. C'est dans ce cadre qu'Alessio Corti, de l'Imperial College de Londres, a entrepris de classer les variétés de dimension 4.

### **Y a-t-il des variétés plus simples qui servent à classer les autres?**

ASK Les mathématiciens les ont baptisés «variétés de Fano», du nom du mathématicien italien Gino Fano, qui a commencé à les étudier dans les années 1930. Il s'agit de variétés que l'on peut visualiser en considérant qu'elles ont une courbure positive, et sont donc des analogues en dimension supérieure de la sphère. Ces variétés apparaissent comme les briques de base pour la compréhension de beaucoup de variétés. Les physiciens théoriciens les trouvent en outre particulièrement intéressantes, car ces variétés ont de profondes connexions avec les variétés de Calabi-Yau, des espaces que l'on rencontre en théorie des cordes lire «Un classement pour la physique théorique», ci-contre.



### **Comment procéder pour faire ce classement?**

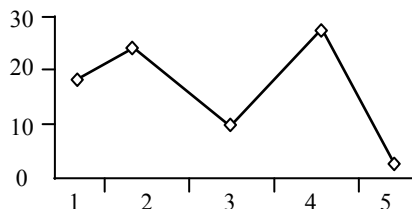
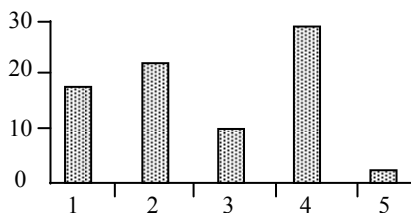
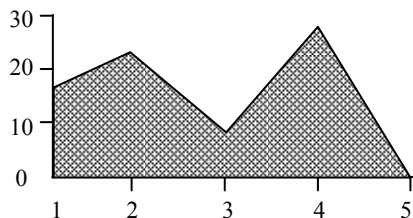
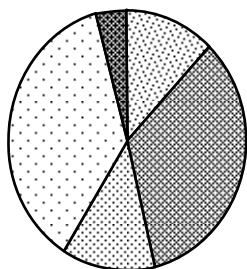
ASK Pour les petites dimensions, le problème n'est pas trop compliqué. En dimension 2, la propriété positive de la courbure peut être transcrite en termes algébriques, et on parvient à avoir une description explicite des différentes variétés, ce qui permet de les classer. Ainsi on trouve 10 variétés de Fano en dimension 2, dont la sphère ordinaire. Au-delà, les mathématiciens étaient bloqués jusqu'à ce que le Japonais Shigefumi Mori montre, en 1979, qu'en dimension supérieure ou égale à 3, il existe une sorte de succession d'opérations topologiques élémentaires permettant de ramener n'importe quelle variété soit à des variétés de Fano, soit à un type de variété dites minimales qui ne contiennent pas de courbes à courbure positive. Ces opérations ne modifient la variété que le long de sous-variétés à courbure positive – qui sont donc des variétés de Fano de dimension inférieure. Explicitement, ces opérations « contractent » les sous-variétés de courbure positive. On peut en théorie comprendre n'importe quelle variété de dimension 3 à l'aide des variétés de Fano de dimension 3, 2 et 1. C'est en ce sens que les variétés de Fano sont l'un des outils fondamentaux pour la compréhension des variétés de dimensions supérieures à 2. Grâce à ce programme de Mori, les mathématiciens sont parvenus à classer les 105 types de variétés de Fano de dimension 3.

### **Et en dimension 4?**

ASK En dimension 4, la complexité augmente beaucoup, et le programme de Mori devient inapplicable directement. Récemment, Alessio Corti et son équipe ont eu l'idée d'utiliser la symétrie miroir, une symétrie issue de la théorie des cordes consistant en une dualité entre deux variétés de Calabi-Yau. Cette symétrie peut être traduite par une correspondance entre deux polytopes réflexifs – un type particulier de polyèdres – qui définissent des variétés de Fano. En dimension 3, 4 319 polytopes réflexifs donnent 105 variétés de Fano. En dimension 4, il y a 473 800 776 polytopes réflexifs, qui devraient correspondre à plusieurs millions de variétés de Fano. Même avec l'aide de l'outil informatique,

cela va demander quelques années de classement pour ce travail qui fait intervenir une dizaine de mathématiciens à travers le monde.

**12) Quel est le renseignement fourni par chacune des représentations graphiques de séries statistiques? Reliez les éléments de la colonne A et ceux de la colonne B.**



Représentation graphique	Information fournie
1. Camembert ou graphique en secteurs	a) Met en évidence les variations continues ou discrètes (discontinues).
2. Histogramme ou diagramme à bâtons	b) Met en évidence la grandeur des valeurs et calcule la moyenne des variations.
3. Courbe	c) Indique les proportions ou la part de chaque élément du total ou dans l'ensemble. Met en valeur l'élément important.
4. Graphique en aires	d) Indique des variations d'une manière discrète (discontinue).

### **Exercices pour s'entraîner en grammaire**

#### **1. Mettez les phrases de ce texte à la forme active.**

Une solution a été trouvée par le gouvernement à la crise qui l'oppose au monde paysan. Des subventions seront versées rapidement aux éleveurs par l'Union européenne et par le gouvernement français. Des mesures seront prises par les services des douanes pour empêcher les importations illégales.

#### **2. Transformez à la forme passive quand c'est possible.**

1. Quatre grands fleuves arrosent la France. \_\_\_\_\_
2. L'opinion publique prend ses mesures au sérieux \_\_\_\_\_
3. Le nouveau locataire a constaté une fuite d'eau. \_\_\_\_\_
4. Toute la ville a parlé de l'incident. \_\_\_\_\_

5. La presse locale a exagéré les détails de l'incident. \_\_\_\_\_
6. L'opinion publique croit à ces mesures. \_\_\_\_\_

**3. Remplacez *on* par la forme passive.**

On a cambriolé le musée de la ville. On a volé des toiles et divers objets. On constate depuis ces derniers mois une augmentation des vols. Mais on ne note pas proportionnellement une augmentation des succès de la police. On enregistre plutôt une campagne de calomnies dans une certaine presse.

**4. Mettez les phrases de ce texte à la forme passive.**

Tout le monde le connaissait et tous l'appréciaient Il ouvrait sa maison à tout le monde. Des livres dans toutes les langues composaient sa bibliothèque. Des peintures anciennes et modernes couvraient les murs. Des objets exotiques remplissaient les coins laissés libres par les livres et les tableaux.

**5. Remplacez *on* par la forme pronominale de sens passif.**

1. On rencontre souvent cette situation.
2. On emploie de moins en moins cette expression.
3. On utilise de plus en plus la violence.
4. On ne publie pas beaucoup ce type de livres.
5. On voit souvent ce genre de phénomène.
6. On doit laver cet outil à l'eau froide.
7. On construit à très grandes vitesses des villages de toile pour les réfugiés et le provisoire est installé "définitivement".
9. On trouve du fluor principalement dans certains légumes et certains fruits (tomate, pomme de terre, cerise), les légumes secs (haricots, lentilles) et le thé.

**6. Utilisez *se faire* ou *se laisser* + infinitif à la place de la forme passive.**

1. Il a été agressé dans la rue et n'a pas réagi.
2. Ils ont été punis par le maître.
3. Il a été séduit par son sourire.
4. Elle a été entraînée dans une histoire bizarre.

**7. Remplacez les verbes suivants par le verbe pronominal de sens passif correspondant:**

1. Mon exposé sera divisé en cinq parties.
2. Le paludisme est traité habituellement de la façon suivante.
3. Cette gamme de produits est de moins en moins utilisée.
4. Les voitures japonaises sont de plus en plus vendues en Europe.
5. Le noyau de l'atome d'uranium est composé de 92 protons et de 143 ou 146 neutrons.

**8. Transformez ces phrases avec une tournure impersonnelle à la forme passive comme dans l'exemple.**

On a dit que le magasin serait fermé le lundi. – *Il a été dit que le magasin serait fermé le lundi.*

1. Ils ont répondu que l'affaire n'aurait pas de suite.
2. Ils ont décidé que la grève serait générale.
3. Il nous a permis de nous absenter.
4. On a défendu de fumer ici?
5. Les autorités ont interdit qu'on fasse des travaux dans les eaux territoriales.

## CHAPITRE III. APPAREILLAGE ET ÉQUIPEMENT

### Lexique autour de l'appareillage et équipement

Le mot «**appareil**» désigne un assemblage de pièces ou d'organes réunis en un tout pour exécuter un travail, observer un phénomène ou prendre des mesures.

Le mot «**outil**» désigne un objet utilisé directement par la main. L'outillage: équipement, matériel d'un métier, d'une usine, ou de bricolage (jardinage, menuiserie et autres).

Le mot «**instrument**» est un terme plus général. Il désigne un objet conçu et fabriqué pour servir à l'exécution d'une tâche ou une opération. Il désigne également un appareil, un outil, un engin, une machine, un ustensile... Toutefois, l'instrument est moins concret que «outil» et désigne des objets plus simples que «appareil». Le mot «instrumentation» désigne l'ensemble des instruments ou des appareils conçus pour l'équipement d'une installation ou une machine et désigne à la fois leur fabrication.

Une «**machine**» est un appareil simple ou complexe, un instrument mécanique ou électrique, qui fonctionne sous la commande humaine ou automatique: appareils électroménagers, équipement d'usines (machines à moulage), d'ateliers (machines à coudre), des lieux de travail (machine à écrire, ordinateurs, distributeurs automatiques).

**1) Remplissez les blancs avec les termes proposés: un outil – un engin – un instrument – un appareil – une machine.**

Les **satellites** sont des... placés en orbite, des outils d'exploration de l'espace et d'observation de notre planète. Aujourd'hui, ils sont indispensables pour les réseaux de télécommunication dans le monde entier.

Le **sismographe** est un... qui détecte les ondes sismiques provoquées sur terre par les séismes ou les explosions.

Le **four à micro-ondes** est... qui utilise des ondes radio dont la longueur varie entre 1 mm et 30 cm mais qui sont de haute fréquence. Ces ondes font vibrer les molécules d'eau contenues dans les aliments et produisent l'échauffement.

Une **perceuse** électrique est... mécanique portatif qui permet de réaliser des trous, utilisé dans divers travaux, de menuiserie notamment, et qui est souvent équipé d'accessoires qui permettent de poncer, de polir et de limer.

Le **distributeur automatique** est... qui propose à la vente divers types de marchandise: boissons, confiseries, etc.

## 2) Informez-vous

Certains instruments, appareils et machines, sont appelés plutôt «**engins**» vu leur usage spécifique, tels le matériel de guerre, de construction, de pêche ou encore les gros véhicules et les appareils aéronautiques.

**Mécanisme**: combinaison, agencement de pièces, d'organes montés en vue d'un fonctionnement d'ensemble. Mécanisme d'un instrument, un appareil ou une machine: mode de fonctionnement.

**Dispositif**: manière dont sont disposés les pièces ou les organes d'un appareil. Le mécanisme lui-même.

**Système**: un ensemble cohérent d'organes ayant une structure analogue. Systèmes optique, électrique, électronique.

**Principe**: le fondement, l'origine ou la source de l'action produite. L'élément matériel qui entre dans la composition, la constitution ou l'élaboration d'un dispositif, mécanisme ou appareillage.

## 3) Que permettent de mesurer ces instruments?

**Exemple**: *Le pied à coulisse: mesure les dimensions, le diamètre.*

1) la règle, 2) le palmer, 3) le voltmètre, 4) l'ampèremètre, 5) le chronomètre, 6) la balance, 7) les lentilles, 8) le pH-mètre, 9) le thermomètre, 10) le densimètre, 11) l'anémomètre, 12) le conductimètre, 13) l'humidimètre, 14) le viscosimètre, 15) le débitmètre, 16) le sonomètre, 17) le respiromètre ou oxymètre.

#### 4) Reliez les éléments de la colonne A et ceux de la colonne B.

Colonne A	Colonne B
L'analyse bactériologique et physicochimique	permet de diagnostiquer des parasitoses intestinales
La pH-métrie	permet le dépistage et le suivi du diabète
L'examen parasitologique des selles	permet de contrôler la qualité de l'eau potable
Le dosage du taux de glucose dans le sang	est un examen qui consiste à mesurer le potentiel d'hydrogène

#### 5) Quel est le nom qui désigne l'ensemble de ces instruments? Donnez la définition de chacun:

1) pissette, 2) compte-gouttes, 3) flacons, 4) bêcher, 5) Erlenmeyer, 6) fiole jaugée, 7) éprouvette.

#### 6) Complétez les instructions du technico-commercial:

*a) quand, b) jamais, c) pendant, d) régulièrement, e) systématiquement, f) en, g) dans, h) souvent, i) après.*

1. Entretenez \_\_\_\_\_ votre four.
- 2 \_\_\_\_\_ chaque utilisation, essayez les parois, l'intérieur de la porte et les joints avec une lavette humide.
- 3 \_\_\_\_\_ vous n'êtes pas certain d'un ustensile, testez-le en le plongeant dans l'eau et en déclenchant le four \_\_\_\_\_ une minute.
4. Une décongélation rapide se fait \_\_\_\_\_ 2 min.



5. Les ustensiles de cuisson sont le plus \_\_\_\_\_ en verre, en porcelaine, en faïence et en plastique. Attention, certains plastiques sont inadaptés et les métaux sont \_\_\_\_\_ proscrits.

6. Ne fermez \_\_\_\_\_ hermétiquement un récipient, il pourrait se fissurer ou exploser.

**7) composez les instructions concernant l'équipement utilisé dans votre métier.**

**8) Consigne supplémentaire : trouvez ci-dessous le texte à lire et à traduire. Faites le diaporama d'un équipement (instrument, outil) appliqué dans votre domaine de travail en français devant vos collègues de classe.**

### **Fonctionnement d'un tunnelier**

Un tunnelier se compose principalement des éléments suivants: **la roue de coupe, la chambre de forage, l'érecteur de voussoir, le train suiveur:**

- **La roue de coupe** est fixée à l'avant du tunnelier, elle assure le forage et l'excavation, même dans des roches très dures. Elle tourne et exerce une forte pression sur la roche pour la briser grâce aux molettes de coupes et aux pics de tungstène (métal très dur). Ensuite, les roches brisées passent derrière la roue de coupe par les ouvertures et arrivent dans la chambre d'excavation. Il existe de très nombreux types de roue adaptés aux différentes roches; pour cela, elles ont des outils différents.
- **La chambre de forage (ou d'excavation)** est située à l'avant du tunnelier, et immédiatement derrière la roue de coupe. Elle s'adapte à la diversité des terrains, meubles ou durs, avec ou sans pression d'eau, et offre un accès aux ouvriers pour nettoyer ou changer les outils de coupe. Toutefois compte tenu du danger potentiel (écroulement,

arrivées d'eau, etc.), les ouvriers n'interviennent dans la chambre d'excavation que très rarement et avec beaucoup de précautions suivant des protocoles très stricts.

- **Le bouclier:** il s'agit du cylindre métallique qui supporte la roue de coupe, les moyens d'extractions et garantit la protection et l'étanchéité du travail d'excavation sur le front de taille. L'étanchéité est en particulier garantie par une «jupe» sous laquelle sont mis en place les voussoirs composant le revêtement du tunnel.
- **Le train suiveur:** Situé à l'arrière du tunnelier, il permet notamment d'approvisionner le tunnelier en voussoirs et d'évacuer les décombres de roches. Certains peuvent s'étendre sur plusieurs centaines de mètres.
- **La vis d'extraction:** Elle permet d'extraire les déblais, en les remontant jusqu'au convoyeur à bandes qui les évacue à l'arrière du tunnelier.
- **L'érecteur de voussoirs:** Les voussoirs sont des éléments en béton préfabriqué qui une fois assemblés forment un anneau. Leur forme est un arc de cercle. Ils servent à soutenir la roche lorsque ses caractéristiques mécaniques ne permettent pas d'assurer la stabilité du tunnel. Ils composent la paroi de tunnel après le percement. Le tunnelier assure la pose des voussoirs grâce à un érecteur de voussoir situé dans le bouclier. Un injecteur de mortier situé après la jupe permet de remplir le vide laissé par le bouclier lors de son avancement. Le tunnelier avance tout en posant les voussoirs et est approvisionné par le train suiveur.

Le tunnelier avance en brisant la roche devant lui (front de taille ou d'abattage) avec la roue de coupe. Les décombres passent ensuite derrière la roue et se retrouvent dans la chambre d'excavation d'où ils sont extraits par la vis d'extraction. Celle-ci les conduit dans le train suiveur afin être rejetés. En même temps les érecteurs de voussoirs placés à l'extrémité de la cloison étanche (bouclier) fabriquent les parois du tunnel. Un tunnelier avance dans le terrain telle une chenille: le

creusement est coordonné à la poussée sur les vérins. Ceux-ci s'appuyant sur le dernier anneau de voussoirs posé, il faut avancer suffisamment pour pouvoir dégager l'espace nécessaire à l'assemblage des nouveaux voussoirs. Durant la pose des voussoirs, le creusement est bien entendu arrêté. Avec ce système, on peut atteindre des cadences journalières records: jusqu'à 18 mètres par jour! Il existe de nombreuses techniques de forages différentes adaptées aux situations. Lorsque le forage se fait dans une roche meuble ou aquifère il est essentiel de maintenir une pression suffisante au niveau du front de taille pour éviter un brusque déplacement de roche et ainsi créer un tassement de terrain en surface. Ce qui est inenvisageable sous un milieu urbain tel que la ville de Lyon. C'est pourquoi il existe différents moyens pour maintenir cette pression.

Il existe deux grandes classes de tunneliers se distinguant par leur bouclier (parois extérieur du tunnelier): les boucliers à front libre (ou ouvert) et les boucliers à front pressurisé.

- **Les boucliers à front ouvert.** Ces boucliers ne possèdent pas de système de stabilisation du front de taille, ils ne peuvent donc être utilisés que pour le creusement en roche solide de bonne tenue, roche massive ou sédimentaire dont la cohésion est suffisante. Étant ouvert il est ne peut être utilisé avec un quelconque système de maintien de pression. Il faut être sûr des conditions géologiques qui seront rencontrées. De la même manière ce type de bouclier ne permet pas de travailler sous le niveau de la nappe phréatique.
- **Les boucliers à front pressurisé.** Ces boucliers sont utilisés lorsque le front de taille n'est pas stable (terrain meuble), ou est situé dans la nappe phréatique (zone aquifère). Leur particularité est en effet de permettre d'exercer une pression stabilisatrice sur le front de taille. Cette stabilisation peut être assurée par une pression de terre, une pression d'air (air comprimé) ou une pression de fluide (boue bentonitique). Quel que soit le mode de pression, il doit être parfaitement maîtrisé: une perte de pression dans la chambre

d'excavation peut entraîner des tassements de surface conséquents et tout à fait inadmissibles en zone urbaine. Ces tassements peuvent se manifester instantanément ou de manière différée.

De différents tunneliers sont adaptés aux situations. Aujourd'hui, on peut utiliser les tunneliers dans tous les types de terrain. Mais la façon d'attaquer la roche n'est pas la même, suivant que l'on soit dans un granite sain ou un sable. Sans vouloir fixer des règles absolues, on peut répertorier la technologie de creusement avec le type de roche et les conditions hydrogéologiques:

- **Roches dures:** on pourra utiliser un tunnelier équipé de molettes, qui écrasent, fissurent et surtout « éclatent » la roche. Le front peut rester ouvert et après concassage (par passage dans un concasseur) l'évacuation des déblais sera réalisée, par un convoyeur à bande (tapis roulant). Donc pour progresser, le tunnelier ne peut pas s'appuyer sur les voussoirs (il n'y en a pas) donc il utilise des grippers. Ce sont des vérins de poussée qui s'appuient sur les parois du tunnel et qui font un ancrage par friction. C'est absolument le contraire. Elle reste défloculée durablement.
- **Roches tendres:** On utilisera un tunnelier équipé de molettes et de dents, ces dernières faisant office de couteaux cisillant la roche. Le front sera généralement ouvert mais peut être fermé et légèrement pressurisé à l'air comprimé si des venues d'eau apparaissent. L'extraction des débris rocheux après concassage éventuel sera réalisé, par une vis d'extraction puis convoyeur à bande. Dans ce cas, le soutènement se fait avec des anneaux de voussoirs. Chacun d'eux compte 6 éléments de 35 cm d'épaisseur: 5 voussoirs (dont 3 standards et 2 contre-clefs), et une clef de voûte trapézoïdale (voussoir plus petit conçu pour constituer le clavage de l'anneau et dont la position sur l'anneau indique la position relative du tunnel). Donc la progression du TBN se fait par poussée des vérins sur les

derniers voussoirs du dernier anneau posé.

- **Sols pulvérulents ou fins** : On utilisera un tunnelier équipé de dents, ces dernières faisant office de couteaux entraînant le sol. Cependant il faut une certaine pression pour assurer la stabilité du terrain, dans le cas de sables aquifères par exemple, on devra utiliser un tunnelier à pression de boue qui creuse dans une chambre d'abattage remplie de bentonite. Cette dernière assure un confinement uniforme et génère un «cake» sur quelques centimètres en avant du front, assurant l'intégrité et la tenue du terrain. En cas d'intervention sur la roue ou les outils de coupe, il faudra vider la boue et travailler en hyperbare (air comprimé). L'évacuation des déblais dans le cas des tunneliers à bentonite sera réalisée, après concassage éventuel, par pompage de la boue chargée. Celle-ci sera ensuite filtrée et traitée pour être ré-acheminée au front de taille. On parle alors de marinage hydraulique. Le soutènement s'effectue avec des anneaux de voussoirs de la même manière que le tunnelier pour roche tendres.
- **Zone aquifère**: La traversée des zones aquifères, autrement dit des zones situées dans une nappe phréatique ou qui font l'objet d'une circulation d'eau (lits d'une rivière, failles, etc...), a toujours posé d'énormes problèmes. La difficulté est d'autant plus grande que les terrains sont presque toujours de nature sableuse ou terreuse, avec très peu de cohésion. Lorsqu'une zone aquifère est localisée, plusieurs solutions sont envisageables. Si le creusement se fait au tunnelier, l'excavation a lieu sous bouclier fermé. Une bonne étanchéité est à prévoir entre les voussoirs ainsi qu'entre voussoirs et bouclier. Dans les méthodes conventionnelles, selon le débit d'eau ainsi que la qualité du terrain traversé, il peut s'avérer nécessaire.

## 8) Informez-vous.

### Matériaux

Revêtement intérieur et ustensiles	Propriété
1. L'incox	a) absorbe la chaleur et la diffuse pour des aliments cuits en douceur
2. La céramique-émail	b) ne captent pas les ondes
3. La faïence dorée	c) captent les ondes
4. Le verre et le plastique adaptés	d) facilite le nettoyage
5. L'aluminium et le fer	e) provoque des étincelles

### Exercices pour s'entraîner en grammaire

#### 1. Répondez aux questions en utilisant «*parce que*».

1. Pourquoi est-ce que tu pars tôt?
2. Pourquoi est-ce qu'elle rentre dans son pays?
3. Pourquoi n'étiez-vous pas à la réunion hier soir?
4. Pourquoi ne lui a-t-il pas dit la vérité?
4. Comme je (*avoir*) \_\_\_\_\_ mal à l'estomac, je ne bois pas de jus d'orange.

#### 2. Complétez avec «*puisque*» comme dans le modèle.

*Puisque tu es bon en maths, explique-moi ce problème de géométrie!*

1. \_\_\_\_\_ partons sans lui!
2. \_\_\_\_\_ je ne t'en reparlerai pas!
3. \_\_\_\_\_ allons voir un autre film!

**3. Reliez les phrases proposées par «étant donné que» ou «du fait que» pour créer un rapport cause/conséquence.**

1. Les loyers sont chers. / Les gens désertent (es grandes villes pour aller habiter en banlieue.
2. Les gens regardent beaucoup la télévision. / Le cinéma est en crise.
3. Vous n'avez pas 18 ans. / Vous avez besoin d'une autorisation parentale.
4. Les aiguilleurs du ciel sont en grève. / Les avions ne partiront pas.

**4. Transformez ces phrases en utilisant «sous prétexte que».**

1. Ils ne sont pas venus au cinéma avec nous parce qu'ils prétendaient qu'ils avaient vu le film.
2. Ils ont détruit ce vieil immeuble parce qu'ils ont prétendu qu'il représentait un danger.
3. Elle ne m'a pas écrit parce qu'elle a prétendu avoir perdu mon adresse.

**5. Complétez avec *grâce à* ou *à cause de***

1. Il a pu continuer ses études \_\_\_\_\_ une bourse du ministère.
2. Elle a été sauvée \_\_\_\_\_ un nouveau médicament.
3. J'ai mal aux pieds \_\_\_\_\_ mes chaussures neuves.
4. Je me suis enrhumé \_\_\_\_\_ changement de temps et \_\_\_\_\_ l'humidité.
5. Cette entreprise a continué de fonctionner \_\_\_\_\_ une subvention de la région.
6. Ils sont arrivés en retard \_\_\_\_\_ d'une panne de voiture.

**6. Terminez les phrases.**

1. Les magasins sont illuminés en raison de \_\_\_\_\_
2. J'ai raté mon train à cause de \_\_\_\_\_
3. Il a réussi son examen grâce à \_\_\_\_\_
4. Le poisson est cher en raison de \_\_\_\_\_
5. Les banques seront fermées en raison de \_\_\_\_\_
6. Il a raté son examen \_\_\_\_\_

7. Ils ont pu faire ce voyage \_\_\_\_\_

**7. Transformez la phrase en utilisant *étant donné* + nom ou du fait de +nom.**

1. Nous sommes rentrés parce qu'il y avait une tempête.
2. La rue est interdite à la circulation parce qu'il y a des travaux.
3. La population était mécontente parce que les prix augmentaient.
4. Il a dû quitter son poste parce qu'il y avait un scandale autour de sa vie privée.
5. Il y aura une manifestation parce que l'Assemblée a voté une nouvelle loi.
6. Ils ont changé le règlement parce qu'il y avait trop de fraudes.

**10. Relier les deux phrases par une préposition causale suivie d'un nom en effectuant les modifications nécessaires:**

*À cause de - grâce à - faute de - compte tenu de - du fait de - à force de - en raison de*

1. On procède à un grand nombre d'itérations. L'erreur est ramenée à une valeur très faible.
2. La masse volumique de l'air est faible et les vitesses du vent importantes. L'énergie éolienne nécessite des surfaces de captation importantes.
3. Les polluants industriels ont connu une diminution sensible. La réglementation est renforcée et l'évolution des techniques croissantes.



## CHAPITRE IV. TECHNIQUE ET PROCÉDÉS

### Lexique autour du mot *TECHNIQUE*

**Les technique(s):** c'est l'ensemble des procédés d'application du savoir théorique, c'est l'aspect pratique d'une chose ou un savoir-faire qui relève d'une spécialité. Le terme est associé aux outils mais aussi aux méthodes de raisonnement, de gestion et d'organisation.

**La technique:** le savoir-faire, la manière de procéder, le procédé lui-même, la prise en charge de l'aspect matériel. (La locution verbale «avoir la technique veut dire savoir s'y prendre».)

**La technicité:** la qualité de ce qui fait montre d'un savoir-faire ou qui l'exige.

**Le technicien:** un professionnel qui maîtrise les techniques de son domaine.

**Techniquement:** considérant l'aspect pratique qui mène au résultat recherché.

**Les technologies** sont l'ensemble des savoirs, des procédés, outils, machines et méthodes qui font usage des dernières découvertes et applications scientifiques à savoir l'innovation technologique.

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) désignent les découvertes en informatique et communication.

**Technologique:** qui a trait aux dernières découvertes et applications scientifiques.

**Les technologues:** spécialistes qui s'occupent de l'étude des procédés et des équipements utiles à l'industrie.

**1) En vous aidant de la liste ci-dessus, complétez les phrases:**

*a) technique, b) techniquement, c) technicité, d) technologie, e) technologues f) technologiquement, g) technicien.*

1. Une équipe de ... a été formée pour étudier le projet de mise en place d'une nouvelle entreprise industrielle spécialisée en microinformatique.
2. Beaucoup d'effets spéciaux sont rendus... possibles grâce au génie logiciel.
3. ... du catalogue ne me permet pas de choisir mon caméscope numérique, je devrais consulter un technico-commercial.
4. Notre service après vente fait appel à des... compétents.
5. Ne vous en faites pas pour lui, pour fidéliser la clientèle, c'est facile, il a... !
6. Votre cahier de charge quoique compliqué est... réalisable, vous pouvez compter sur notre architecte.
7. Les ingénieurs en informatique maîtrisent les... de pointe.

### **Les techniques et les procédés.**

Traditionnellement, nos ancêtres possédaient divers procédés et techniques de conservation des aliments. Les méthodes les plus connues sont celles qui utilisaient le dépeçage, la dessiccation et la salaison ou le salage. Cela consistait à éliminer l'humidité d'un corps puis le saler sec ou trempé dans une saumure (eau très salée) et le sécher au soleil. D'autres produits ont été réputés pour leur qualité de conservation, à savoir: le sucre employé dans la préparation de gelées et confitures, le gras servait d'enrobage de même que l'huile, le vinaigre ajouté à l'eau salée conservait les petits légumes. La stérilisation et le traitement des aliments moyennant la chaleur et les ustensiles hermétiques est un procédé qui remonte à plusieurs siècles. Aujourd'hui, ces mêmes procédés sont utilisés technologiquement et donnent lieu à des traitements chimiques.

**2) Remplacez les titres: a) la fermentation, b) la stérilisation, c) la salaison, d) la distillation.**

1. ....

Utilise le nitrate de sodium ou de potassium pour conserver les viandes, procédé parfois remis en question à cause de la possible formation de nitrosamine qui pourrait avoir des effets cancérigènes.

2. ....

Modifie chimiquement les substances organiques sous l'action d'enzymes produits par les moisissures, les bactéries et les levures.

3. ....

Consiste à séparer deux composants contenus dans un même liquide, on procède par une vaporisation suivie d'une condensation.

4. ....

Technique de conservation des aliments qui consiste à éliminer les bactéries. Aussi opération consistant à détruire les germes.

### **3) Lisez le texte et traduisez-le.**

#### **Procédés de fabrication des matériaux de construction.**

Depuis qu'il s'est sédentarisé à proximité de cours d'eau et dans des plaines fertiles propices au développement de l'agriculture, l'homme est devenu un bâtisseur. Au fil du temps, ses techniques ont évolué afin de construire des édifices plus robustes, plus spacieux, plus hauts... et il a tout naturellement utilisé l'argile, un matériau abondant dans son environnement immédiat. L'argile crue est encore utilisée aujourd'hui dans de nombreux endroits du globe. Contrairement à une idée reçue, les ouvrages en terre crue s'accommodent très bien de conditions climatiques où la pluviométrie est forte, à condition que le bâti soit tenu à l'abri des ruissellements. Une grande partie de la construction rurale européenne est à base de moellons maçonnés aux argiles, une autre à base de composites d'argiles et de divers végétaux, et certaines de ces constructions sont pluriséculaires. Il existe même de grands édifices en argile crue, comme la grande mosquée de Djenné au Mali et la citadelle de Bam en Iran – avant qu'elle ne soit très endommagée par un important séisme.

L'argile est aussi une matière première indispensable à la fabrication de matériaux plus résistants (à l'usure, à la charge et à la température), tels que les liants minéraux, les bétons, les briques et les tuiles. Depuis le XIX<sup>e</sup> siècle et l'industrialisation, la production en grand volume de ces matériaux de construction s'est considérablement développée.

Le liant minéral le plus commun est le ciment. On l'obtient en chauffant un mélange de calcaire et d'argile à 1 500 °C, ce qui donne le clinker ensuite broyé et additionné de diverses substances. Le ciment ainsi défini donne un composé qui durcit après adjonction d'eau: c'est un liant dit «hydraulique». Mélangé à du sable, il entre dans la composition des mortiers, des coulis, des crépis. Mêlé à du sable et à des granulats, il donne les bétons. Il existe d'autres liants hydrauliques incorporant des argiles: c'est le cas des chaux hydrauliques qui s'obtiennent par calcination à 1 000 °C de calcaires contenant un peu d'argiles. Certaines argiles cuites à 600 °C permettent aussi de fabriquer des liants qui donnent des composés durcis quand on les intègre à des bases fortes (par exemple de la chaux): ce sont les liants dits «pouzzolaniques» (béton romain), dont l'importance historique est capitale.

Certaines techniques incorporent 6 à 8 % de ciment dans des argilites. L'ensemble est ensuite extrudé et pressé à froid: c'est ce que l'on appelle «l'argile-ciment».

Communément appelées «produits rouges», les tuiles et les briques sont obtenues par cuisson d'une pâte riche en argile, préalablement moulée ou extrudée, et pressée en fonction de la forme recherchée. On trouve une multitude de compositions d'argiles susceptibles de donner des terres cuites pour le bâtiment et, bien entendu, les conditions de séchage et de cuisson dépendent de cette composition; ainsi, après séchage, les plus fusibles sont cuites à 850 °C et les plus réfractaires à 1 150 °C.

#### 4) Lisez les textes, traduisez-le et ensuite faites la liste des mots-clé.

##### Processus technologique de la séquestration géologique.

La séquestration géologique, c'est-à-dire le stockage de gaz dans des couches géologiques imperméables, fait partie des méthodes de lutte envisagées contre l'élévation du taux atmosphérique du dioxyde de carbone, principal responsable du réchauffement climatique planétaire. Alors que la sûreté à moyen et long terme de cette séquestration reste un enjeu industriel majeur en raison du risque de fuites accidentelles, l'expérimentation CarbFix en Islande dirigée par Juerg Matter, de l'université de Southampton, en Grande-Bretagne, a permis la transformation de centaines de tonnes de CO<sub>2</sub> en roches carbonatées inertes en seulement deux ans.

La séquestration du CO<sub>2</sub> est en général envisagée dans d'anciens gisements d'hydrocarbures épuisés – des poches constituées de roches étanches – ou dans des aquifères profonds, c'est-à-dire des roches fortement poreuses qui ne communiquent pas avec les aquifères de surface constituant les nappes phréatiques. Le gaz est alors injecté à haute pression sous forme de fluide supercritique. Mais dans ces conditions, le risque de relargage accidentel reste présent pendant des centaines d'années, le temps nécessaire pour que le CO<sub>2</sub> se minéralise, c'est-à-dire se transforme en roches stables.

Dans le cas de l'expérience CarbFix, menée en 2012, le choix s'est porté sur une injection de dioxyde de carbone dans des roches basaltiques (issues du refroidissement rapide du magma). « Cela fait une vingtaine d'années qu'on sait que le basalte présente les caractéristiques nécessaires pour provoquer une minéralisation beaucoup plus rapide », précise Steve Peuble, chercheur au laboratoire de Géologie de Lyon. Roche poreuse, ultrabasique, riche en fer, magnésium, et calcium, le basalte permet à la fois une bonne diffusion du gaz, mais aussi la réaction acidobasique qui transforme le CO<sub>2</sub>, substance acide, en carbonates inertes et stables.

Première expérimentation menée *in situ*, CarbFix a consisté à injecter environ 220 tonnes de gaz carbonique issues d'un site industriel voisin dans du basalte entre 400 et 800 mètres de profondeur. Afin de limiter le risque de fuite vers la surface, maximisé par la fracturation

naturelle de la roche et la faible profondeur de l'expérimentation, les scientifiques ont choisi de dissoudre le gaz dans de l'eau avant l'injection. Cela permet également d'accélérer la formation des carbonates, puisque les ions métalliques issus des roches se dissolvent également dans cette eau injectée et réagissent ainsi plus facilement avec le gaz carbonique.

L'accès à d'impressionnantes quantités d'eau limite cette séquestration essentiellement aux sites côtiers: l'eau représentant 95 % de la masse injectée lors du processus, une centrale électrique émettant annuellement 40000 tonnes de CO<sub>2</sub> nécessiterait l'équivalent de près de 800 piscines olympiques. En revanche, l'eau utilisée ne devrait pas polluer, selon Steve Peuble: «Comme le CO<sub>2</sub>, l'eau se retrouve piégée dans le basalte, car il est surmonté par une couche de hyaloclastites, une roche imperméable. Et en cas de remontée accidentelle, elle n'est de toute façon pas polluée par le procédé».

Deux ans après, les mesures effectuées dans le puits principal comme dans les puits de contrôle montrent qu'au moins 95 % du gaz carbonique injecté ont été convertis en roches carbonatées dont la stabilité se compte en centaines de milliers d'années. Pour Steve Peuble, «la quantité exacte de CO<sub>2</sub> ainsi séquestrable reste à déterminer. Notamment, en précipitant, le CO<sub>2</sub> peut petit à petit réduire les pores de la roche et finir par boucher le puits. Et une autre réaction chimique, la serpentinisation, qui crée des sortes de filaments minéraux, peut contribuer à ce phénomène. Néanmoins, l'expérience CarbFix montre d'ores et déjà qu'il est aujourd'hui envisageable d'absorber les milliers de tonnes de gaz produites chaque année par les sites industriels installés à proximité de couches basaltiques. Rien qu'en Islande, les estimations de stockage sont comprises entre 2 et 2000 gigatonnes ».

### **Enterrer le carbone en détarrant du méthane?**

Du dioxyde de carbone pourrait être massivement stocké dans certains aquifères salins profonds, notamment dans le golfe du Mexique. L'exploitation du méthane contenu dans ces saumures et de leur chaleur assurerait la rentabilité de cette méthode.

Mark Twain, dit-on, observait que tout le monde se plaint du temps qu'il fait, mais que personne ne fait rien à son sujet. On pourrait transposer sa remarque au changement climatique, contre lequel les mesures sérieuses manquent. L'aspect économique l'explique en grande partie. Réduire l'accumulation de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère – le moteur principal, d'origine humaine, du changement climatique – est coûteux. Cela nécessite soit un changement de politique énergétique, avec la fin de la prépondérance du charbon et du pétrole, soit une technologie complexe pour capturer le CO<sub>2</sub> émis et le confiner pendant des siècles (on parle de séquestration).

Et si nous pouvions à la fois produire de grandes quantités d'énergie et enterrer les gaz à effet de serre grâce à une méthode rentable et compatible avec l'infrastructure industrielle existante? Ce scénario pourrait devenir réalité en plusieurs endroits du monde, notamment le long de la côte du golfe, au Sud-Est des États-Unis. Grâce à la configuration géologique particulière de cette région, une énorme quantité de CO<sub>2</sub> pourrait être stockée à plusieurs kilomètres de profondeur. Le gaz serait injecté dans des saumures, des fluides chauds et salés que l'on remonterait à la surface avant de les renvoyer dans le sous-sol. Au passage, on y prélèverait du méthane (le principal composant du gaz naturel) et de la chaleur. Les techniques employées seraient dérivées de celles utilisées pour l'extraction du pétrole et du gaz. Pris isolément, ni le stockage ni la production de méthane ou d'énergie géothermique ne sont économiquement viables, mais ils le deviennent quand on les combine.

Les énormes quantités de CO<sub>2</sub> émises par les activités humaines ne peuvent être stockées dans un réservoir classique et l'unique endroit assez grand est le sous-sol. Dans la couche supérieure de la croûte terrestre, sur une épaisseur de quelques kilomètres, les pores des roches sédimentaires pourraient contenir des siècles d'émissions. Pour réduire de 15 pour cent la quantité de CO<sub>2</sub> envoyée dans l'atmosphère par les États-Unis, il faudrait en séquestrer jusqu'à une gigatonne chaque année. Environ quatre gigatonnes de pétrole brut et deux gigatonnes de gaz naturel sont extraites par an dans le monde. Ces ordres de grandeur suggèrent que la séquestration d'une gigatonne de CO<sub>2</sub> compressé pourrait être réalisable, mais avec un effort conséquent. Bien sûr, le

stockage de CO<sub>2</sub> peut s'accompagner d'autres mesures, telles que l'amélioration de l'efficacité énergétique et le passage à des carburants non fossiles, qui réduiraient les émissions à la source.

La difficulté est que le dioxyde de carbone tend à remonter vers la surface à travers des fissures et des pores, pour finir par s'échapper dans l'atmosphère, à moins qu'il ne rencontre un « joint étanche » sur son trajet – une couche rocheuse dont les pores sont si minuscules que le gaz ne peut s'y infiltrer. L'industrie pétrolière bénéficie de flux ascensionnels similaires. Le pétrole et le gaz arrivent dans les réservoirs du sous-sol à partir de roches encore plus profondes, et une partie continue de migrer jusqu'à la surface. À l'origine, la plupart des prospecteurs foraient là où ils repéraient un suintement.

Plusieurs études ont montré que de nombreuses structures géologiques du sous-sol peuvent bloquer l'ascension du CO<sub>2</sub>, mais que le gaz risquerait tout de même de remonter par divers conduits naturels. Cependant, une propriété intéressante du CO<sub>2</sub> pourrait être exploitée.

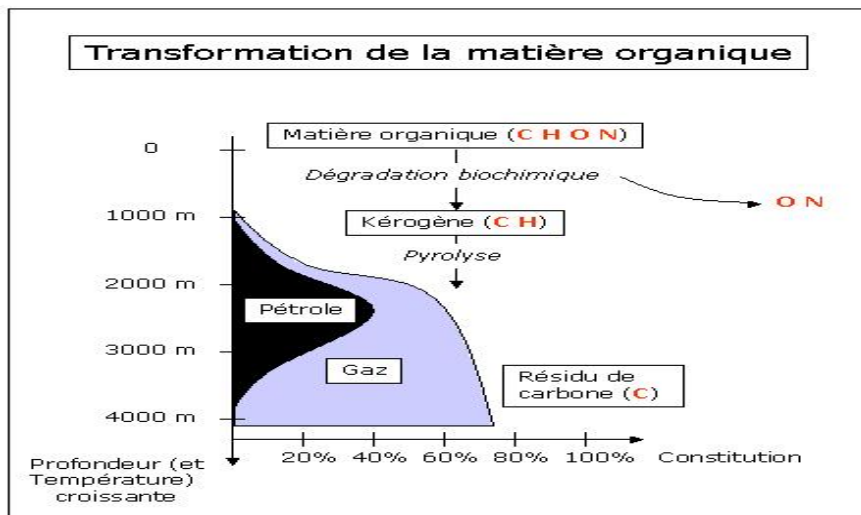
### **Formation et pyrolyse du kérogène**

En l'absence de dioxygène dans la couche sédimentaire, seule l'activité des bactéries anaérobies est possible. Ces bactéries extraient de la matière l'oxygène et l'azote dont elles ont besoin. Le résidu est appelé « kérogène », c'est un mélange de composés de masse moléculaire très élevée principalement constitué de carbone et d'hydrogène. Cette activité est observée sur une profondeur de l'ordre du millier de mètre au sein de la couche terrestre (voir la figure suivante). Elle constitue la dernière partie biologique du cycle de transformation.

La tectonique des plaques provoque l'enfoncement de la « roche mère », la couche sédimentaire qui contient le kérogène, à une vitesse de quelques mètres à quelques dizaines de mètres par million d'années. À mesure qu'il s'enfonce, le kérogène est soumis à des pressions et des températures de plus en plus élevées. À partir de quelques milliers de mètres de profondeur, lorsque la température a atteint une valeur suffisamment élevée (entre 50 et 120°C) et en l'absence d'oxygène, le kérogène commence à se décomposer sous l'effet de la chaleur. Cette pyrolyse produit principalement du pétrole, du gaz naturel, du dioxyde de carbone et de l'eau. La figure suivante montre l'allure de l'évolution du



kérogène avec la profondeur d'enfouissement. Dans un premier temps, la formation de pétrole et de gaz est simultanée, puis celle de pétrole passe par un maximum et devient négligeable par rapport à la production de gaz.



Les produits de la pyrolyse du kérogène sont initialement prisonniers de la roche mère mais ils peuvent en être expulsés. Le mécanisme d'expulsion est encore inconnu, ce pourrait être par exemple l'apparition de microfissures au sein de la roche suite à l'augmentation de pression interne due à l'apparition des produits. Une fois expulsés, les produits progressent vers la surface. S'ils rencontrent sur leur trajet des roches poreuses («roches réservoirs»), ils sont piégés dans les pores et forment un gisement en profondeur. Dans le cas contraire, ils parviendront à la surface. Les premiers gisements de pétrole connus de l'homme, en Mésopotamie durant l'antiquité, étaient de tels affleurements. Ils sont aujourd'hui épuisés et l'exploitation nécessite des forages en profondeur.

**5) Complétez les tableaux:**

**1. salaison, 2. moulage, 3. stérilisation, 4. distillation, 5. fermentation.**

Le procédé	Le résultat
	a) vin, alcool, pain
	b) eau douce
	c) conserves de viande
	d) conserves de lait
	e) donner des formes aux produits

**a) congélation, b) fusion, c) décongélation, d) solidification, e) vaporisation, f) condensation, g) liquéfaction, h) sublimation.**

L'effet recherché	Procédé utilisé
Transformer un solide en un liquide	
Transformer un liquide en un solide	
Transformer un gaz en un solide	
Transformer un liquide en un solide	
Transformer un gaz en un liquide	
Transformer un solide en un gaz	

**6) Reliez les éléments de la colonne A aux éléments de la colonne B.**

Procédé	Utilisation
Chromatographie	Traitement des eaux usées
Ozonisation	Extraire des huiles essentielles
Épuration	La procréation
Entraînement à la vapeur	Étape dans la production de l'eau potable
Fécondation in vitro	Revêtement de carrosserie automobile

## Exercices pour s'entraîner en grammaire

### 1. Complétez en exprimant la conséquence.

1. La situation s'est aggravée si bien que ... .
2. Le gouvernement a pris une mesure impopulaire tant et si bien que ... .
3. La voiture n'avait pas été révisée si bien que ... .
4. Un malaise général envahissait le pays si bien que ... .
5. Il avait plu pendant une semaine si bien que
6. Elle voyageait sans billet de sorte que ... .
7. Je n'avais pas payé ma facture de téléphone de sorte que ... .

### 2. Complétez avec «*si*» ou «*tant*».

1. Il avait \_\_\_\_\_ peur que ses mains tremblaient.
3. Le soleil était \_\_\_\_\_ fort qu'ils ont la peau brûlée.
4. L'herbe est \_\_\_\_\_ haute qu'on peut à peine marcher.
5. Elle a \_\_\_\_\_ de soucis qu'elle ne dort plus.
6. Nous chantions \_\_\_\_\_ fort que les voisins se sont réveillés.

### 3. Complétez avec «*tellement*» ou «*tant*».

1. Ils couraient \_\_\_\_\_ vite qu'on n'a pas pu les rattraper.
2. Elle a \_\_\_\_\_ bijoux qu'elle peut en changer tous les jours.
3. La pièce est \_\_\_\_\_ sombre que je ne peux pas lire.
4. On avait \_\_\_\_\_ froid qu'on ne pouvait plus bouger les doigts.
5. Il a \_\_\_\_\_ parlé qu'il n'a plus de voix.

### 4. Exprimez la conséquence avec les éléments donnés. Variez les expressions de la conséquence.

1. Être très ému – Ne plus pouvoir parler.
2. Un grand choix de vêtement – Difficile de choisir

3. Beaucoup de bruits – Ne pas entendre l'orateur
4. Manifestations violentes-Intervention de la police
5. Augmentation du travail des femmes – Baisse du taux des naissances

### **5. Complétez et exprimez une conséquence.**

1. Le musée était en réparations; en conséquence ...
2. Elle maîtrise trois langues étrangères; c'est pourquoi ...
3. Je suis tombée dans la rue hier; c'est pour ça que ...
4. Ils ont annoncé des licenciements massifs; aussi ...
5. Le Premier ministre a retiré sa proposition de loi; ainsi ...

### **6. Exprimez la conséquence avec les éléments donnés. Variez les expressions de la conséquence.**

1. Un train a déraillé. – Fermeture de la ligne pendant trois jours.
2. Vous n'avez pas de pièces d'identité. – Nous ne pouvons pas vous payer.
3. Un désordre général régnait sur le pays. – L'armée a pu prendre le pouvoir.
4. Il avait insulté le patron. – Il a été renvoyé.
5. Le triangle a un angle droit. – C'est un triangle rectangle.

### **8. Voici des enchaînements de causes et de conséquences ; relier ces phrases par des liens logiques et construire deux paragraphes. On pourra nominaliser certaines phrases.**

#### **I. Les effets aggravants de la météo sur la pollution de l'air.**

- La température de l'air décroît avec l'altitude
- L'air chaud contient des polluants
- Au niveau du sol, l'air chaud se disperse verticalement
- La température s'inverse
- Le sol se refroidit de façon importante pendant la nuit

- La température à quelques centaines de mètres d'altitude est supérieure à celle mesurée au niveau du sol
- Les polluants se trouvent bloqués sous une couche d'inversion qui joue le rôle de couvercle thermique
- En l'absence de vent, les concentrations de polluants augmentent dans des proportions importantes

## **II Les astéroïdes.**

- Les astéroïdes gravitent autour du soleil sur des trajectoires normalement situées entre Mars et Jupiter.
- Ils ont parfois des orbites plus excentriques.
- Ils peuvent croiser l'orbite terrestre
- Une collision avec la Terre est possible.
- s'ils sont de petite taille, ils brûlent dans l'atmosphère.
- s'ils ont une taille suffisante, ils atteignent le sol.

**Consigne supplémentaire : trouvez ci-dessous le texte à lire et à traduire. Faites le diaporama d'un élément de terres rares en français devant vos collègues de classe.**

### **La séparation des terres rares par extraction liquide-liquide.**

L'extraction liquide-liquide est une technologie largement utilisée en hydrométallurgie. L'extraction liquide-liquide (ELL) (ou «distribution liquide-liquide» selon L'Union internationale de chimie pure et appliquée (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) est une méthode de séparation qui repose sur le partage de solutés entre deux phases non ou peu miscibles. Largement utilisée pour les produits organiques, ce n'est qu'après la Seconde Guerre mondiale que les concepts développés dans le Manhattan Project aux États-Unis pour l'industrie nucléaire ont permis son application industrielle aux éléments métalliques. C'est aujourd'hui une technique employée à grande échelle en hydrométallurgie pour la concentration et la purification de

nombreux métaux (Cu, U, Ni, Co, métaux précieux, terres rares, Ga...), le retraitement des combustibles nucléaires, le traitement d'effluents (Zn, Cr, V...), le recyclage de résidus ou produits enfin de vie (Co, Ni, terres rares...). Elle s'applique aussi bien à la récupération et à la concentration d'éléments à l'état dilué qu'à la purification pour obtenir des produits de très haute pureté (99,9999 %). Pour les terres rares (TR), c'est la seule technique industrielle de séparation qui permet de traiter les 120 000 t/an de la production mondiale.

Des minerais de terres rares sont variés. À l'état naturel, on trouve les TR (groupe des lanthanides du 57La au 71Lu, plus 39Y et 21Sc) dans de nombreux minéraux. Enrichis par les techniques de minéralurgie, ils constituent alors les minerais dont les principaux sont des phosphates (monazite, xénotime) et des fluocarbonates (bastnaésite). On les trouve également dans certaines argiles ioniques en Chine. Leur répartition est très variable selon les minerais. On distingue deux voies principales d'attaque des minerais: soit par l'acide sulfurique à haute température («empâtage») suivi d'une dissolution dans l'eau des sulfates obtenus; soit par la soude, et l'hydroxyde de TR obtenu est dissous par un acide HCl ou HNO<sub>3</sub>. On obtient des solutions aqueuses de sels de TR mélangées sur lesquelles on réalise les séparations. Les premières étapes consistent à éliminer les impuretés (dont la radioactivité naturelle – thorium et uranium – toujours plus ou moins associée aux TR dans les minerais). Dans les argiles ioniques, les TR sont récupérées par simple échange d'ions par une solution de sulfate d'ammonium, puis une précipitation par du carbonate fournit directement un concentré de TR. Adaptation des techniques de séparation au développement des applications La structure électronique des lanthanides (4f<sup>0-14</sup> 5d<sup>1</sup> 6s<sup>2</sup>) leur conférant des propriétés chimiques très voisines, leur séparation est difficile. Dans les solutions d'attaque des minerais, les TR se trouvent au degré d'oxydation III. On peut oxyder Ce au degré IV ou réduire Eu au degré II, leurs propriétés très différentes pouvant faciliter les séparations. Au début de l'industrie des TR (début du XXe siècle), les techniques de précipitation et de cristallisation fractionnée ont été mises en œuvre. On a ainsi traité la monazite pour produire un chlorure TRCl<sub>3</sub> transformé en mischmétal pour la métallurgie et les pierres à briquet et un Th-nitrate utilisé dans les manchons d'éclairage au gaz. Puis on a séparé le cérium

du mélange de TRIII chlorure par précipitation oxydante (chlore + soude) de l'hydroxyde de CeIV et purifié La par cristallisation de sels doubles (La<sup>3+</sup>+Na<sup>+</sup> sulfate). À partir des années 60, le marché est demandeur de TR de plus en plus pures, pour les applications verre et céramiques (Ce, Pr, Nd), et surtout pour les luminophores de la télévision couleur (Y, Eu). De hauts niveaux de pureté étant requis (99,99 %), on développe les séparations par les résines échangeuses d'ions. Eu<sup>3+</sup> réduit par Zn peut aisément être séparé par précipitation sélective du sulfate EuII<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Mais lorsqu'il a fallu produire de grandes quantités de façon continue et économique, l'échange d'ions sur résines a rapidement montré ses limitations (solutions diluées, sélectivité obtenue par utilisation de complexants en phase aqueuse à recycler...).

L'extraction liquide-liquide s'est alors imposée dans la période 1965-70, et c'est aujourd'hui la seule méthode industrielle permettant d'obtenir toutes les TR avec une haute pureté (99,999 %) pour les applications en magnétisme, électronique, catalyse. L'extraction liquide-liquide est caractérisé par le partage d'un cation M entre une phase aqueuse et une phase organique (ou solvant) non miscibles par son coefficient de partage, rapport de ses concentrations dans chacune des phases  $PM = [M]_{org}/[M]_{aq}$ . On aura intérêt à avoir un P important pour extraire le cation en phase organique et un P faible pour le désextraire en phase aqueuse. La mise en œuvre de réactions chimiques en solution permet de modifier P en fonction de la nature des solvants. Lorsque deux cations M1 et M2 sont en présence, on définit un facteur de séparation,  $F_{2/1} = PM_2/PM_1$ , qui exprime la sélectivité du solvant pour les deux cations. Plus F est grand, plus la séparation sera aisée. Pour les TR, c'est un paramètre essentiel, qui dépend principalement de la nature du solvant. Le solvant, cœur du procédé d'extraction On appelle solvant la phase organique constituée principalement d'un agent d'extraction (produit actif du système) et d'un diluant (en général un hydrocarbure du type kérosène, aliphatique ou aromatique) facilitant la mise en œuvre hydrodynamique. Le solvant a ainsi le plus souvent une densité inférieure à 1 et l'extractant présente une très faible solubilité dans l'eau. Différents agents d'extraction sont utilisés pour la séparation des TR: acides échangeurs cationiques, basiques échangeurs d'anions ou de paires d'ions, neutres ou solvatants.

Les réactions d'extraction (une chimie de complexes):

- Cas des cationiques (forts, faibles): ils extraient à partir de solutions de chlorures, nitrates, sulfates:  $TR3+ + 3 (HL)_{org} \leftrightarrow (TRL3)_{org} + 3H+$ . L'acidité de la phase aqueuse règle les coefficients de partage:  $PTR = kTR \cdot [HL]^3 / [H+]^3$ . La constante d'extraction  $kTR$  est d'autant plus grande que l'acidité de l'extractant est forte. On a ainsi: alkylphosphorique > alkylphosphonique > alkylphosphinique. Ils extraient en milieu acide et les cations  $TR3+$  sont désextractibles par des solutions acides. En revanche, les acides carboxyliques, plus faibles, extraient les  $TR3+$  en milieu pratiquement neutre (pH 3-5).

- Cas des anioniques: les amines primaires extraient les sulfates de  $TR3+$ ; les sels d'ammonium quaternaire les thiocyanates et les nitrates de  $TR3+$ , par exemple :  $TR3+ + 3 NO3^- + (R4N+NO3^-)_{org} \leftrightarrow (R4N+, TR(NO3)4^-)_{org}$  La concentration en anion est le paramètre d'action sur les coefficients de partage :  $PTR = kTR \cdot [NO3^-]^3 \cdot [R4N+NO3^-]$ . La dés extraction est effectuée par l'eau.

- Cas des neutres: le TBP extrait les  $TR3+$  en milieu nitrate (pas d'extraction en milieu chlorure ou sulfate) :  $TR3+ + 3 NO3^- + 3 (TBP)_{org} \leftrightarrow ((TBP)3, TR(NO3)3)_{org}$  La concentration en nitrate détermine les coefficients de partage:  $PTR = kTR \cdot [NO3^-]^3 \cdot [TBP]^3$ . On peut les augmenter par ajout d'agents «relargants» non extraits (nitrate de sodium ou ammonium). La force d'extraction augmente avec la basicité du groupement P=O (TBP < DBBP).

En fait, les formulations ci-dessus sont simplifiées; la chimie de l'extraction fait intervenir en phase organique des espèces complexes, plus ou moins associées (dimères) et solvatées par des molécules de solvant et/ou d'eau. Selon les conditions, on peut constater la formation d'agrégats, gels ou précipités, ou de démixtions (formation d'une 3e phase) qui peuvent induire des limitations dans la mise en œuvre. Le diluant peut avoir une influence importante sur ces réactions. La sélectivité, une caractéristique essentielle des agents d'extraction.



## BIBLIOGRAPHIE

1. Michel Boularès, Jean-Louis Frérot Grammaire progressive du Français CLE International 2009
2. Argiles. Histoire d'avenir. Acte Sud. 2009
3. [www.total.com](http://www.total.com)
4. [www.lentreprise.lexpress.fr](http://www.lentreprise.lexpress.fr)
5. [www.apce.com](http://www.apce.com)
6. [www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)
7. [www.palais-decouverte.fr](http://www.palais-decouverte.fr)
8. [www.cite-sciences.fr](http://www.cite-sciences.fr)
9. [www.larecherche.fr](http://www.larecherche.fr)
10. [www.academie-française.fr](http://www.academie-française.fr)
11. [www.techniques-ingenieur.fr](http://www.techniques-ingenieur.fr)
12. [www.csmbessac.com](http://www.csmbessac.com)

## Table des matières

CHAPITRE I. PROFILS ET MÉTIERS.....	4
CHAPITRE II. RECHERCHE ET SPÉCIALITÉS .....	10
CHAPITRE III. APPAREILLAGE ET ÉQUIPEMENT .....	29
CHAPITRE IV. TECHNIQUE ET PROCÉDÉS.....	40
BIBLIOGRAPHIE .....	56

# **ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

## **ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК**

*Методические указания к практическим занятиям  
для студентов магистратуры всех направлений подготовки*

---

## **LANGUE ÉTRANGÈRE**

### **LANGUE FRANÇAISE**

Сост. *Е.О. Никифоровская*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
иностраных языков

Ответственный за выпуск *Е.О. Никифоровская*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 26.06.2019. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 3,3. Усл.кр.-отг. 3,3. Уч.-изд.л. 2,9. Тираж 50 экз. Заказ 600. С 213.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2