

*Introduction***Questions à l'échelle planétaire ou, au minimum, industrielle :**

Quelles économies d'énergie ?

Quelles sources d'énergie ?

Quelle production éco-responsable d'énergie ?

Comment limiter la dissipation ?

Comment recycler l'énergie ?

Comment limiter le nombre d'étapes (consommatrices d'énergie) dans un procédé industriel ?

**Question de physique et de chimie :**

Qu'est-ce que l'énergie d'un système ?

Quelles sont les différentes formes d'énergie ?

Comment l'énergie quitte-t-elle un système ?

Comment se réalisent les transferts d'énergie ?

Dans une transformation, comment minimiser :

- L'apport extérieur d'énergie ?
- La dissipation d'énergie ?

... Qu'est-ce qu'un système ?

***A - Transferts d'énergie : le cas de l'énergie thermique (et de la chaleur  $Q$  échangée)*****(Energies macroscopiques et microscopiques)****1) Chaleur**

## a) Présentation

Considérons d'abord notre monde macroscopique, fait d'objets à notre échelle, dont les dimensions spatiales sont d'ordres de grandeurs autour de  $10^0$  m et les masses d'ordres de grandeur autour de  $10^0$  kg.

Nous avons été confrontés à la notion d'énergie des systèmes macroscopiques :

- Energies mécaniques ( $E_c$ ,  $E_{p(\text{pesanteur})}$ ,  $E_{p(\text{élastique})}$ ,  $E_{p(\text{électrique})}$ ), avec des définitions très précises et sans ambiguïté (à condition de poser des origines de valeurs de  $E_p$ ).

Il existe d'autres formes d'énergie macroscopique et nous en considérerons une en particulier : la **chaleur** échangée par le système, qui est dans ce cadre caractérisé par son **énergie thermique**.

Lorsqu'un système échange de la chaleur, les effets les plus courants sont :

- Une variation de température du système ;
- Un changement d'état physique du système.

A notre échelle, nous raisonnons en termes de chaleur et de température, qui sont en fait des **traductions macroscopiques de l'énergie cinétique des particules microscopiques**.

b) Le petit plus : document « L'énergie interne » :

« Il est commode de distinguer deux formes fondamentales d'énergie, l'énergie cinétique (énergie de mouvement) et l'énergie potentielle (énergie de position). Dans le cas d'un objet qui a une structure (c'est à dire formé de parties en interactions), il est utile de distinguer deux manifestations de chacune de ces deux formes dites **internes** et **externes**. Dans une boule au repos, tous les atomes vibrent au hasard au voisinage de leurs positions d'équilibre avec de grandes vitesses (typiquement de l'ordre de  $0,4 \text{ km.s}^{-1}$ ). Nous appelons cette énergie cinétique interne et désordonnée **énergie thermique**. Une boule lancée en l'air a un mouvement global qui se superpose à celui de chaque atome et auquel correspond une énergie externe appelée **énergie cinétique**. De même, la boule lancée en l'air a une **énergie potentielle externe** en vertu de son interaction gravitationnelle avec la Terre. D'autre part lorsque la boule est déformée (par exemple pendant une collision) elle stocke de l'**énergie élastique**, une des formes d'**énergie potentielle interne**. Nous rencontrons plusieurs sortes d'actions qui permettent de stocker de l'énergie potentielle : énergie potentielle élastique d'un ressort, énergie potentielle chimique d'un bâton de dynamite, énergie potentielle électrique d'une batterie, énergie potentielle magnétique d'un aimant, énergie potentielle nucléaire d'une bombe H »

(« Physique » de Eugène **HECHT** )

c) Résumons, prolongeons

- Plus la température d'un système macroscopique est élevée, plus les particules microscopiques constituant ce système sont fortement agitées et, ainsi, leur  $E_C$  est augmentée. Nous pouvons donc accepter le postulat :

**Plus la température d'un système est élevée,  
plus son énergie interne (voir texte précédent) est grande.**

- Si l'on décide de mettre en présence un système  $S_1$  initialement à une température  $T_1$  et un système  $S_2$  initialement à une température  $T_2$  inférieure à  $T_1$ , il y aura des chocs entre atomes des deux systèmes qui feront que petit à petit, ceux de  $S_1$ , vont perdre de la vitesse (à force de se cogner à des atomes moins énergétiques) et ceux de  $S_2$  vont en gagner. Il y aura transfert de chaleur de  $S_1$  vers  $S_2$ . La température finale sera  $T_3$ , intermédiaire entre  $T_1$  et  $T_2$ .
- *Remarque : il existe en fait des formules reliant énergie cinétique d'une particule et température associée à cette particule. Un domaine de la physique a donc su élaborer une théorie microscopique de la température, c'est la physique statistique...*

d) Capacités thermiques : des formules tout à fait logiques

Il nous vient toutefois une idée : il n'y a pas de raison qu'un morceau de cuivre solide transmette la chaleur de la même manière que, par exemple de l'eau liquide ou de l'air gazeux.

Chaque milieu macroscopique, chaque espèce chimique microscopique, sera donc caractérisé par une grandeur physique dont la valeur indique la façon dont il transmet l'énergie thermique.

Nous l'appellerons sa **capacité thermique spécifique : énergie qu'il faut fournir au système pour élever sa température de 1 K.**

Cette grandeur caractéristique peut être définie pour une unité de masse (en kg) de matière considérée, c'est alors la **capacité thermique massique** :

*Energie (en joule) qu'il faut fournir à un kilogramme de matière pour élever sa température de 1°C (ou 1K). D'où l'unité  $J.kg^{-1}.K^{-1}$*

Elle peut aussi être définie pour une unité de quantité de matière (en mol) de matière considérée, c'est alors la **capacité thermique molaire** :

*Energie (en joule) qu'il faut fournir à une mole de matière pour élever sa température de 1°C (ou 1K). D'où l'unité  $J.mol^{-1}.K^{-1}$*

### e) Formule logique

*Si une masse  $m$  d'une substance de capacité thermique massique  $C$  passe de la température  $T_1$  à la température  $T_2$ , alors elle échange la chaleur :*

$$Q = m \times C \times (T_2 - T_1)$$

*Une formule similaire peut être proposée avec une quantité de matière ( $n$ ) et une capacité thermique molaire.*

f) L'énergie interne

**Symbole : U ; unité : le joule (J).**

Terme très clair (énergie présente dans le système) mais valeur impossible à déterminer dans l'absolu (concept très général déjà évoqué...)

Par contre il est aisé de déterminer la variation d'énergie interne d'un système.

Exemple : si de la chaleur est **échangée par** ce système et que le seul effet est une variation de température, son énergie interne va varier et nous écrivons évidemment :

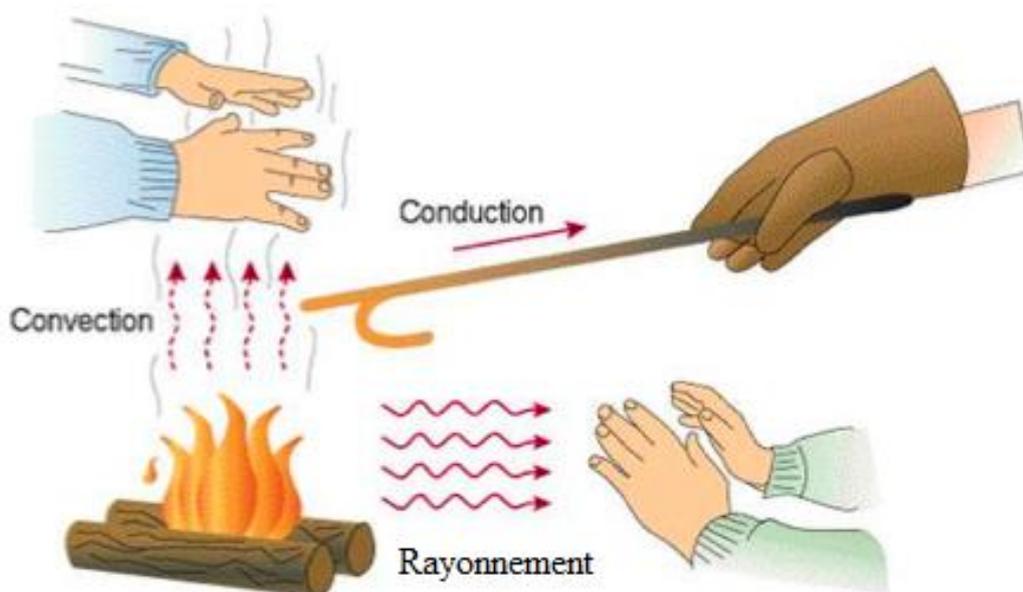
$$\Delta U = Q = m \times C \times (T_f - T_i)$$

*Nous voyons alors clairement les conventions de signes associées à ces notions,  $Q$  étant la chaleur échangée par le système avec l'extérieur :*

*Si le système donne de la chaleur à l'extérieur, il perd de l'énergie interne :  $\Delta U < 0$        $Q < 0$ .*

*Si le système reçoit de la chaleur de l'extérieur, il gagne de l'énergie interne :  $\Delta U > 0$        $Q > 0$ .*

## 2) Différentes formes de transferts d'énergie thermique



**Conduction** : la température du corps (considérons ici un solide en fer) n'est pas homogène. L'énergie cinétique (de vibration) des atomes de fer est plus élevée dans la région chaude que dans la région froide. Par collisions, mais sans déplacement d'ensemble (les atomes gardent leurs positions initiales), les atomes de la zone chaude transmettent leur énergie à celles de la zone froide. Il y a **transfert thermique sans déplacement macroscopique de matière**.

**Convection** : Le produit est un fluide (liquide ou gazeux) et la différence de température entre les différentes zones a pour conséquence une différence de densité, la zone chaude est moins dense que la zone froide. De la matière froide va alors descendre vers la zone chaude et inversement. Il y a donc **transfert thermique avec déplacement macroscopique de matière**.

**Rayonnement** : Tout corps, du fait de l'agitation des atomes qui le constitue, émet des rayonnements électromagnétiques (parmi les rayonnements E.M. dits thermiques, on trouve en particulier les rayonnements IR). Ce phénomène, présenté en classe de 1<sup>ère</sup> S, a déjà été commenté au cours de l'année scolaire. L'énergie de ces rayonnements se transmet sur les objets qu'ils rencontrent et peut être convertie en agitation supplémentaire (augmentation de l' $E_c$  microscopique) des atomes de ces objets, d'où une augmentation de température. Il y a bien eu transfert thermique. **L'émission ou l'absorption de rayonnement modifie l'agitation thermique**. Remarquons que ce mode de transfert s'effectue même dans le vide.

### 3) Quelques grandeurs caractéristiques des transferts thermiques

**Flux thermique  $\varphi$**  (en  $J.s^{-1}$ ) : énergie thermique transférée par unité de temps entre la paroi chaude et la paroi froide d'un corps (*schéma*). Si pendant une durée  $\Delta t$ , on a mesuré le transfert d'une énergie thermique  $Q$ , on peut écrire :

$$j = \frac{Q}{\Delta t} \quad \varphi \text{ en } J.s^{-1}, \text{ donc en } W$$

**Résistance thermique** : toutes les parois ne transmettent pas la chaleur de la même manière ou, plus précisément, à la même vitesse. Cette propriété est caractérisée à l'aide d'une grandeur appelée résistance thermique  $R_{th}$ . Plus  $R_{th}$  est élevée, plus il faut de temps pour transférer une quantité de chaleur donnée de la paroi chaude à la paroi froide, donc plus le flux thermique est faible.

On trouve donc une relation entre  $R_{th}$  et  $\varphi$  :  $j = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$   $R_{th}$  en  $K.W^{-1}$

Remarque : on se doute que  $R_{th}$  dépend essentiellement de trois facteurs :

- L'épaisseur  $e$  de la paroi ;
- $S$ , la surface de matériau impliquée dans l'échange thermique ;
- une grandeur caractéristique de la nature du matériau, notée  $\lambda$  et logiquement appelée **conductivité** thermique du matériau.

Nous pouvons maintenant proposer une formule logique :  $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$

Unité de  $\lambda$  (*à faire trouver*) :  $W.m^{-1}.K^{-1}$ .

### 4) Remarque : notion d'irréversibilité

**La chaleur se transmet spontanément d'un corps chaud vers un corps froid, mais pas l'inverse !**

La chaleur ne reviendra jamais (spontanément) vers le corps chaud, il ne sera jamais possible de provoquer l'augmentation de la température d'un corps chaud par transfert **spontané** de chaleur depuis un corps froid (dont la température diminuerait...).

Le phénomène d'échange spontané de chaleur est dit irréversible.

A titre de comparaison, le transfert spontané  $E_P \leftrightarrow E_C$  est réversible pour certains systèmes macroscopiques mécaniques.

Si le transfert de chaleur est irréversible, c'est parce que les interactions microscopiques responsables de ce transfert sont dues à des chocs aléatoires entre particules animées de vitesses différentes.

### 5) Cycles énergétiques

Voir exercices

## B- L'exemple de la chimie

**Le défi (du chimiste) au XXI<sup>ème</sup> siècle :**

**Persister dans le développement et respecter l'environnement.**

### I - La chimie participera au respect de l'environnement

- 1) Présentation : la chimie durable ou les 12 principes de la chimie verte  
(*déjà distribué, voir chapitre 6*)

**Détaillons à l'aide de quelques exemples, cela nous aidera à comprendre que le questionnement du chimiste a beaucoup évolué.**

- 2) A propos d'économie d'atomes, d'économie d'énergie et limitation des déchets

**Exemple 1 :**  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$

Pas de sous-produit dont il faut se débarrasser ou renvoyer dans une phase de recyclage ou autre, voilà typiquement une réaction adaptée en terme d'économie d'atomes !

Remarque : cette réaction est catalysée par les acides, la catalyse est un facteur important en termes d'économie d'énergie.

#### ***Révision : le mécanisme de cette réaction***

Révélation : si l'on veut produire avec économie d'atomes, il faut donc favoriser les additions plutôt que les substitutions. *Discussion*

**Exemple 2 :** l'estérification

**Rappel de la réaction... (dont le mécanisme d'addition-élimination a déjà été détaillé)**

Cette réaction a souvent été envisagée pour **protéger** une fonction alcool (*c'est à dire pour l'empêcher de participer à des transformations et ainsi de faire réagir plutôt une autre partie de la molécule*). Elle ne semble pas poser problème, puisque le sous-produit est  $\text{H}_2\text{O}$ ...

Pourquoi est-elle un problème en termes énergétiques ? Parce qu'elle va générer un ensemble d'étapes supplémentaires et probablement coûteuses dans le cadre de la synthèse chimique réalisée :

- étape de protection de la fonction par estérification (réaction lente et limitée) ;
- étape d'élimination ou de recyclage de l'eau produite ;
- Mise en œuvre de la réaction mettant en jeu d'autres groupes d'atomes de la molécule.
- étape de déprotection ;
- étape d'élimination ou de recyclage du sous-produit de la déprotection.

Comment envisager les choses différemment ? Proposer une réaction directe qui n'implique pas la fonction alcool qu'ainsi nous ne serions pas obligés de protéger.

C'est assez évident, mais encore faut-il réussir à mettre au point tout un nouveau procédé.

Quelles pistes ?

La principale : la catalyse !

Bien choisir son catalyseur...

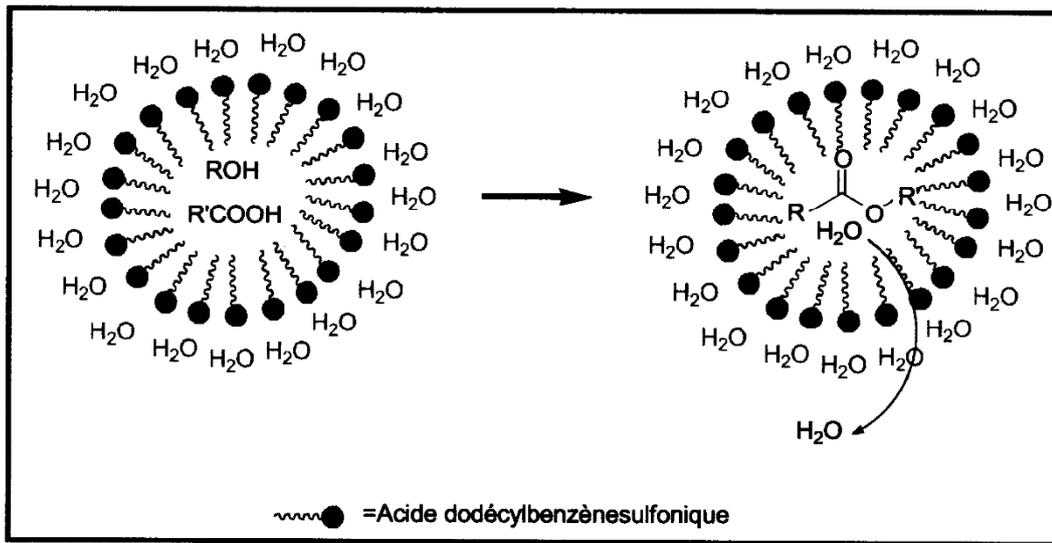
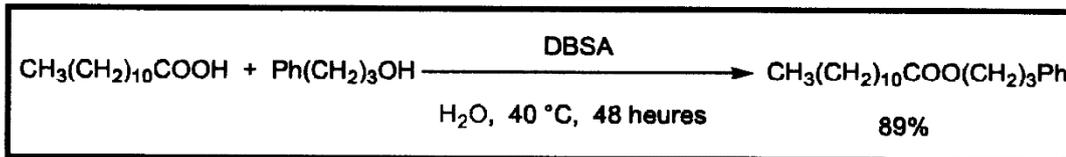
... Un catalyseur sélectif.

Piste pour trouver ce catalyseur : s'inspirer de la chimie du vivant et, en particulier de la catalyse enzymatique...

### 3) Alternative aux solvants polluants

On peut citer les liquides ioniques (éventuellement chiraux), le dioxyde de carbone supercritique et ...l'eau !

Exemple n° 1 : estérification réalisée dans l'eau



Mais aussi des synthèses sans solvant : avec des ultra-sons, micro-ondes, au mortier, ou avec un broyeur...

Exemple n°2 : estérification réalisée au micro-onde



Conditions et résultats : micro-onde 170°C, 30 min très pur, 100 kg/jour

### 4) Valorisation de CO<sub>2</sub>

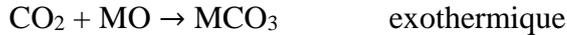
#### a) Stockage

- **Géologique** : le CO<sub>2</sub> est capté (par des amines par exemple réaction acide/base), transporté et stocké dans des veines géologiques adaptées.

- **Biologique** : on apporte un excès de CO<sub>2</sub> à des plantes qui se développent plus vite et mieux (photosynthèse).

b) Mieux : réutilisation (car CO<sub>2</sub> est non toxique et non inflammable)

- **Minéralisation** : Elle consiste à faire réagir CO<sub>2</sub> avec un oxyde (calcium, fer..) afin d'aboutir à un carbonate utilisable en construction par exemple :



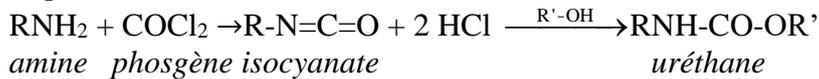
- **Biologique** (micro-algues) : un kg de CO<sub>2</sub> peut engendrer 600 g de biomasse sous forme de micro-algues de débouchés variés (énergie, engrais, alimentation animale...).

- **Dans l'industrie chimique** :

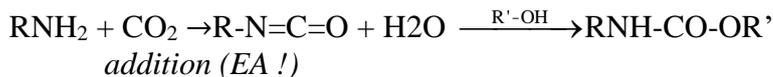
° Le CO<sub>2</sub> est utilisé comme solvant à l'état supercritique (extraction du café, extraction liquide d'arômes, réactions chimiques, stérilisation en médecine, formulation de médicaments, de nanomatériaux...).

° Le CO<sub>2</sub> est un réactif chimique qui remplace avantageusement le phosgène COCl<sub>2</sub> (dangereux) dans la synthèse des polycarbonates (biberons...) et des polyuréthanes (mousses d'isolation, des sièges de voitures...) :

« Procédé historique » :



« Procédé Monsanto » :



Beaucoup de projets ANR (Agence Nationale de Recherche) dans ces directions...  
(tapez « projets ANR chimie verte » sur internet, vous verrez...)

*Rappel des mots clés à considérer :*

- limitation des déchets ;<sup>[SEP]</sup>
- agro ressources ;<sup>[SEP]</sup>
- chimie douce ;<sup>[SEP]</sup>
- sélectivité ;
- choix des solvants ;<sup>[SEP]</sup>
- recyclage ;<sup>[SEP]</sup>
- économie d'atomes ;
- Valorisation des déchets chimiques ultimes : dioxyde de carbone et urée, par exemple.

## II – Sélectivité 1 : le cas de la synthèse de la phénacétine

Le cas a été entièrement discuté dans le cadre de TP (synthèse du paracétamol + synthèse de la phénacétine)

### a) Présentation

La molécule, son intérêt, ...

### b) Préparation (séance 1)

Matières premières, réactifs, options possibles, choix de solvants...

*Préparer doc élèves. Constamment, les options discutées, les espèces chimiques évoquées doivent être soumises aux critères « chimie verte ».*

### c) TP (séances 2 et 3 (et 4 ?) )

## III – Sélectivité 2 : le cas de la synthèse des protéines

*Activité du livre (Hatier) p 502-503*

## IV - Exercices

## C- Un monde numérisé, source d'économies d'énergie ?

### I Transmettre l'information

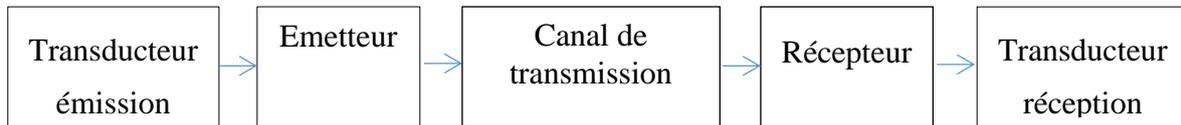
#### 1) Chaîne de transmission d'informations

##### a) *Organigramme général, définitions*

La chaîne de transmission de l'information produite par une source et arrivant à un destinataire, est constituée (version simplifiée) :

- D'un émetteur ;
- D'un canal de transmission ;
- D'un récepteur.

Rigoureusement, il faut ajouter aux extrémités des transducteurs :



Sur cet organigramme il manque, à gauche la source, à droite le destinataire.

Le transducteur à l'émission convertit le signal original (voix, image,...) en un signal électrique utile pour l'émetteur.

Transducteur	Signal original
Microphone	Voix humaine
Clavier	Touche pressée
Capteur CCD	Mouvement objet
Thermocouple	Mesure de température

Son choix doit être compatible avec les caractéristiques (amplitude, spectre) du signal à convertir.

L'émetteur a pour fonction d'adapter le signal issu du transducteur en vue de le transmettre au canal de transmission. Il peut simultanément remplir plusieurs fonctions (**coder** le signal issu du transducteur (tension) en nombres, **moduler**, **amplifier**).

Le canal de transmission permet au récepteur de recevoir l'information émise par l'émetteur. De nombreux supports sont utilisés (voir paragraphe 3).

Le récepteur : son rôle est à la fois de recevoir le signal émis ainsi que de le rendre compatible avec le transducteur (exemple : haut-parleur) servant à la réception. Les actions réalisées par le récepteur sont alors les suivantes : filtrer, décoder, démoduler, amplifier.

Ce récepteur est par exemple un poste de radiophonie pour un signal analogique ou un modem ADSL pour les informations numériques.

Le transducteur à la réception à pour rôle de fournir une information exploitable par le destinataire sous la forme d'un signal.

Transducteur	Information
Haut-parleur	Son
Ecran	Image
Signal de commande	Commande actionneur (vanne, pompe)

*b) Exemples : activité, exercices du livre chapitre 22*

## 2) Signal analogique et signal numérique

*a) Définitions*

### Signal

C'est le support physique de l'information : variation de  $P_{air}$  pour la voix, signaux visuels, signaux électriques, signaux électromagnétiques et, plus récemment, nombres (signaux informatiques).

### Signal analogique

On qualifiera de signal analogique tout signal continu (au sens mathématique du terme) dont la valeur est fonction du temps. Analogique vient du fait que la valeur de ce signal varie de façon analogue à celle du signal source (avant transduction).

***L'enregistrement de ce signal nécessite de « capter » en permanence son évolution.***

Un exemple très célèbre : le signal électrique observé sur un oscilloscope enregistré en parlant dans un microphone.

## Signal numérique

Un signal est dit numérique s'il est discontinu c'est-à-dire lorsqu'il ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs à des instants précis. La grandeur associée est alors quantifiée à l'aide d'un nombre.

Un signal numérique est en général obtenu par la **conversion** d'un signal analogique.

Associé à un système informatisé, un signal numérique est facilement manipulable (à l'image d'un tableau de données). Cela permet, par exemple, d'éliminer les imperfections d'un enregistrement sonore ou de transmettre les données enregistrées via Internet sous forme de fichier informatique, car rappelons-le, le processeur d'un ordinateur ne comprend qu'un seul langage : le langage binaire, uniquement constitué de 0 et de 1.

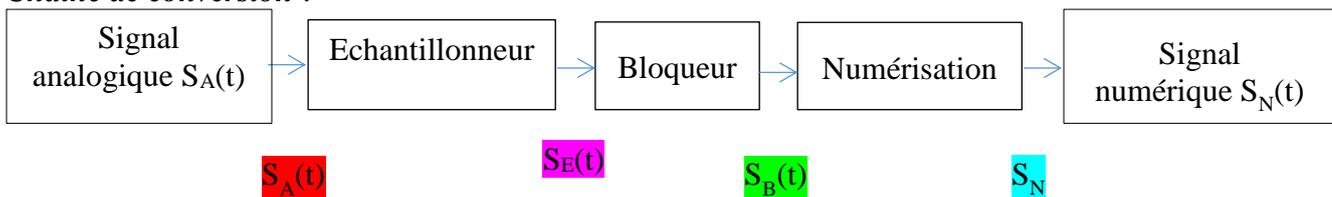
### ***b) Conversion analogique numérique : échantillonnage, quantification, numérisation***

Par principe, sur une durée donnée, un signal analogique contient une infinité de valeurs continues alors qu'un signal numérique n'a qu'un nombre fini de valeurs.

***La durée séparant 2 valeurs numériques successives est la période d'échantillonnage du signal analogique (voir plus loin).***

Ainsi le signal numérique se différencie du signal analogique en étant une suite de valeurs discontinues, on peut dire qu'il est quantifié. La qualité de la quantification, liée à la fois aux valeurs acquises et à la période d'échantillonnage, est la base de l'obtention d'un signal numérique le plus fidèle possible par rapport au signal analogique.

#### ***Chaîne de conversion :***

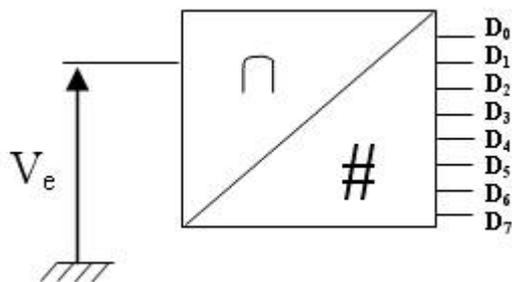


**Echantillonneur** : Acquérir la grandeur analogique à un instant  $t$  ;

**Quantification** : la valeur acquise de la grandeur mesurée n'est pas quelconque elle est quantifiée. La plus petite différence entre deux valeurs bloquées est appelée pas de quantification. Plus le pas de quantification est petit plus la numérisation est précise. La qualité du pas de quantification est liée au volume réservé au codage de cette valeur en langage binaire (voir plus loin « codages 1 bit, 2 bits, 8 bits »)

**Bloqueur** : Maintenir cette grandeur pendant la durée de la numérisation ;

**Numérisation** : Convertir le signal analogique bloqué  $V_e$  en un nombre (sur 8 bits pour le schéma ci-dessous, chaque bit pouvant prendre seulement deux valeurs : 0 ou 1, le nombre (l'octet) est donc exprimé dans le **système numérique binaire**)



Si une grandeur est codée « 1 bit » elle ne peut avoir que deux valeurs (codées « 0 » et « 1 » et pouvant correspondre à deux états d'une grandeur (par exemple « ouvert » et « fermé »))

Si une valeur est codée « 2 bits » elle pourra avoir 4 ( $2^2$ ) valeurs codées 00, 01, 10 et 11

Si une valeur est (comme dans le schéma ci-dessus) codée 8 bits elle peut avoir  $2^8$  codes différents on peut proposer 256 valeurs numérisées de la grandeur (par exemple 256 nuances d'une couleur)

Période/fréquence d'échantillonnage : L'ensemble des opérations précédente nécessite une durée (avant de tout recommencer : acquisition/quantification/blocage/numérisation) qui est la période d'échantillonnage  $T_e$ . Plus  $T_e$  est petite (et plus son inverse  $f_e$  la fréquence d'échantillonnage est grande) plus l'ensemble des valeurs obtenues, c'est-à-dire le signal numérisé, sera fidèle au signal analogique.

Détails :

- ***voir exercice n°3 p 541*** (on s'aidera de la présentation de l'exercice 4)
- ***schéma proposé lors de la séance de présentation.***

### **3) Procédés physiques de transmission** (propagation, transmission, débit, ...)

Le canal de transmission permet au récepteur de recevoir l'information émise par l'émetteur. De nombreux supports sont utilisés :

- les supports avec guide physique (câbles, fibres, ...)
- les supports sans guide physique (ondes radio, ondes lumineuses).

Ces différents supports sont choisis en prenant en compte :

- le débit d'information à transmettre ;
- les caractéristiques du signal (bande passante, codage...)
- la distance entre l'émetteur et le récepteur ;
- les possibilités de mise en œuvre.

**Application : activité p 553 + exercices p 562, ...**

## II Stocker l'information

### 1) Images numériques

#### *a) Présentation*

Une image numérique est une image dont le support est stocké sous forme binaire dans un fichier informatique. Celle-ci peut être obtenue soit à partir de capteurs optiques (appareil photo, caméra, scanner...) ou créée à partir de logiciels.

Chaque image numérique est constituée d'un nombre donné de lignes. Chaque ligne comporte un nombre de points donnés. L'ensemble constitue une matrice spatiale (un quadrillage de l'image, en quelque sorte). Ces points sont dénommés pixel (de l'anglais « picture element » et noté souvent px). Chaque « case » de cette matrice contient des nombres caractéristiques de la couleur attribuée au pixel.

La pixellisation d'une image, appelée aussi définition, est le nombre de points la composant. Ainsi, toute image est constituée de la juxtaposition de points.

#### *b) Codage des couleurs*

Nous l'avons vu, une image apparaît comme une matrice où chaque case contient des nombres associés à une couleur. Usuellement on distingue 3 grands types de couleurs pour une image numérique :

- Le noir et blanc ;
- Les niveaux de gris ;
- La couleur.

Ces types sont généralement à choisir lors d'une numérisation par scanner ou lors de la configuration d'un appareil photographique.

#### Image noir et blanc

Le noir et blanc est le plus simple. Le contenu de chaque case de la matrice (rappel : l'image quadrillée en pixel est souvent désignée en tant que matrice) est soit un 0 (noir) soit 1 (blanc). Le nombre de couleurs n'est que de 2 et le rendu de l'image le moins performant mais parfois suffisant dans le cadre par exemple de documents scripturaux.

#### Niveaux de gris

Le codage dit en niveaux de gris permet d'obtenir plus de nuances que le simple noir et blanc. Il offre des possibilités supplémentaires pour coder le niveau de l'intensité lumineuse. La teinte d'un pixel, qui peut aller du noir au blanc) est codée souvent sur un octet soit 8 bits ce qui offre la possibilité d'obtenir 256 niveaux de gris (0 pour le noir et 255 pour le blanc).

On peut aussi le faire avec 16 niveaux de gris (4 bits).

***Discussion et commentaires à propos de l'illustration du livre p 532 (« principe du codage d'une image »).***

*Remarquons que les nombres sont présentés en langage décimal pour une meilleure compréhension, alors qu'en réalité ils sont en langage binaire (le seul que comprennent les composants d'un ordinateur).*

## Image couleur

### *Principe*

La couleur d'un pixel est obtenue le plus souvent par addition des trois couleurs fondamentales Rouge, Vert et Bleu en synthèse additive (programme de 1<sup>ère</sup> S). On parle alors de codage RVB.

Le principe consiste à mélanger les trois couleurs (en les additionnant, on le rappelle. Ne pas chercher une analogie avec les mélanges de peintures dont le principe physique associé est la synthèse soustractive de lumière).

A l'aide de ces 3 couleurs, on obtient toute une palette de nuances allant du noir au blanc. A chaque couleur est associé un octet (donc 256 niveaux de luminosité) de chacune des couleurs fondamentales.

Rouge	Vert	Bleu	Couleur
0	0	0	Noir
0	0	1	Nuance de noir (bleutée)
255	0	0	Rouge
0	255	0	Vert
0	0	255	Bleu
128	128	128	Gris
255	255	255	Blanc

Un pixel de l'image qui ne contient qu'une seule information « qui sera une couleur) est alors codé avec 3 octets (un par couleur fondamentale venant s'additionner) et on a alors la possibilité d'obtenir  $(2^8)^3 = 2^{24}$  possibilités de couleurs soit de l'ordre de 16 millions de couleurs différentes.

On dit que les images obtenues sont alors en couleurs « vraies ». La qualité colorimétrique obtenue est celle d'une photographie argentique couleur.

### Activité p 525 + exercices

#### 2) Stockage optique (CD, DVD et Bluray)

Activité p 526, exercice n° 24 p 545, exercice n° 26 p 546, exercice B p 539

### III Consommation, économies d'énergie (pas de mise à jour depuis 2013) ?

<http://www.scenarios2020.com/2012/05/le-mariage-du-num%C3%A9rique-et-de-l%C3%A9nergie-vers-un-internet-de-l%C3%A9nergie.html>

[http://www.economie.gouv.fr/files/files/import/2011\\_france\\_numerique\\_consultation/2011\\_france\\_numerique\\_sfib.pdf](http://www.economie.gouv.fr/files/files/import/2011_france_numerique_consultation/2011_france_numerique_sfib.pdf)

[http://www.strategie.gouv.fr/sites/default/files/fiche\\_variable\\_1.2.6.pdf](http://www.strategie.gouv.fr/sites/default/files/fiche_variable_1.2.6.pdf)

<http://citedigitale.bordeaux.fr/catalogue/actualites/le-numerique-au-service-de-la-transition-energetique.html#.UYpJBYKRVrw>

<http://www.cite-sciences.fr/fr/bibliotheque-bsi/contenu/c/1239022244191/domotique-la-maison-numerique/>

<http://blog.economie-numerique.net/2013/01/13/le-green-it-lurgence-dune-prise-de-conscience/>

<http://www.sudouest.fr/2015/05/06/capacity-crunch-la-saturation-d-internet-en-2023-1913159-4725.php>