

# S23 – Appareils à ondes : ultrasons



## Trace écrite de cours

### 1 Qu'est-ce qu'une onde ?

#### Définition

Une **onde** est une perturbation qui se propage dans l'espace. L'onde transporte de **l'énergie** mais **pas de matière**.

**Analogie :** La « ola » dans un stade : la vague se propage, mais les spectateurs restent à leur place.

#### Deux catégories d'ondes

| Type                   | Besoin d'un milieu ?                    | Exemples                     | En esthétique         |
|------------------------|---|------------------------------|-----------------------|
| Onde mécanique         | <input checked="" type="checkbox"/> Oui | Son, ultrasons, vibrations   | Appareils à ultrasons |
| Onde électromagnétique | <input type="checkbox"/> Non            | Lumière, UV, IR, micro-ondes | LED, lumière pulsée   |

**⚠️ Conséquence :** Les ultrasons (ondes mécaniques) nécessitent un **gel de contact** pour se transmettre à la peau. Sans milieu, pas de propagation !

## 2 Grandeurs caractéristiques d'une onde

### Les 4 grandeurs

| Grandeur        | Symbole   | Unité       | Définition                             |
|-----------------|-----------|-------------|--|
| Période         | T         | s (seconde) | Durée d'un cycle complet               |
| Fréquence       | f         | Hz (hertz)  | Nombre de cycles par seconde           |
| Longueur d'onde | $\lambda$ | m (mètre)   | Distance parcourue pendant une période |
| Célérité        | c         | m/s         | Vitesse de propagation dans un milieu  |

### Relations fondamentales

$$\boxed{\begin{array}{ll} T = 1 / f & f = 1 / T \\ \\ c = \lambda \times f & \\ \\ \lambda = c / f & f = c / \lambda \end{array}}$$

**Signification :** Si la fréquence augmente → la période diminue, et la longueur d'onde diminue (à célérité constante).

### Célérité selon le milieu

| Milieu             | c (m/s) |
|--------------------|---------|
| Air (20°C)         | 340     |
| Eau (20°C)         | 1 480   |
| Tissus biologiques | ≈ 1 540 |
| Os                 | ≈ 3 500 |

❖ **En esthétique** : On utilise  $c \approx 1\ 540$  m/s pour les calculs dans la peau et les tissus.

## Conversions utiles

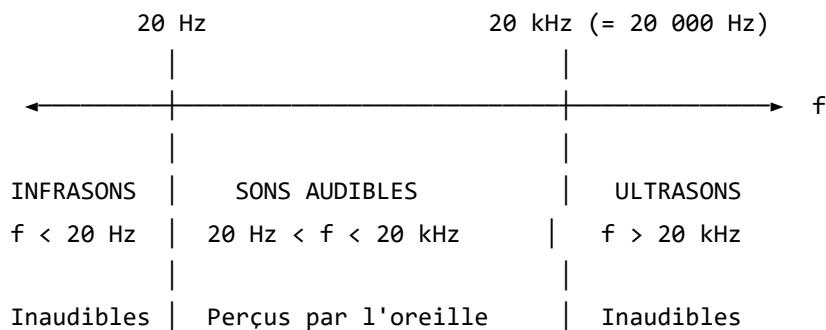
| Préfixe                         | Facteur          | Exemple                                  |
|---------------------------------|------------------|--|
| <b>méga (M)</b>                 | $\times 10^6$    | $1\ \text{MHz} = 1\ 000\ 000\ \text{Hz}$ |
| <b>kilo (k)</b>                 | $\times 10^3$    | $1\ \text{kHz} = 1\ 000\ \text{Hz}$      |
| <b>milli (m)</b>                | $\times 10^{-3}$ | $1\ \text{mm} = 0,001\ \text{m}$         |
| <b>micro (<math>\mu</math>)</b> | $\times 10^{-6}$ | $1\ \mu\text{m} = 0,000\ 001\ \text{m}$  |

❖ **À RETENIR – GRANDEURS D'UNE ONDE :**

- $T$  (période, en s) = durée d'un cycle
- $f$  (fréquence, en Hz) = nombre de cycles par seconde
- $\lambda$  (longueur d'onde, en m) = distance d'un cycle
- $c$  (célérité, en m/s) = vitesse de propagation
- Relation :  $c = \lambda \times f$  (et  $T = 1/f$ )

### 3 Le spectre acoustique

#### Les 3 zones



#### Exemples

| Son / Appareil           | Fréquence  | Catégorie   |
|--------------------------|------------|-------------|
| Séisme                   | 0,1 Hz     | Infrason    |
| Voix humaine             | 80-1100 Hz | Son audible |
| Piano (La)               | 440 Hz     | Son audible |
| Sifflet pour chien       | 23 kHz     | Ultrason    |
| Spatule US (esthétique)  | 25-30 kHz  | Ultrason    |
| Cavitation (esthétique)  | 25-45 kHz  | Ultrason    |
| Sonophorèse (esthétique) | 1-3 MHz    | Ultrason    |
| Échographie médicale     | 2-18 MHz   | Ultrason    |

#### Pourquoi les ultrasons en esthétique ?

1. **Inaudibles** → aucune gêne sonore pour la cliente
2. **Énergie mécanique** → action sur les tissus (vibrations, cavitation)
3. **Fréquence modulable** → contrôle de la profondeur de pénétration

★ À RETENIR – SPECTRE ACOUSTIQUE :

- Infrasons :  $f < 20 \text{ Hz}$  (inaudibles)
- Sons audibles :  $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$
- Ultrasons :  $f > 20 \text{ kHz}$  (inaudibles)
- En esthétique :  $25 \text{ kHz à } 3 \text{ MHz}$

## 4 Les appareils à ultrasons en esthétique

### Les 3 types principaux

| Appareil    | Fréquence | Principe  | Usage                      |
|-------------|-----------|---|----------------------------|
| Spatule US  | 25-30 kHz | Vibrations mécaniques → décollement des impuretés         | Nettoyage de peau, peeling |
| Sonophorèse | 1-3 MHz   | Micro-vibrations → ouverture des espaces intercellulaires | Pénétration d'actifs       |
| Cavitation  | 25-45 kHz | Création de microbulles → implosion dans le tissu adipeux | Soins minceur              |

### Règle clé : fréquence et pénétration

⚠ Plus la FRÉQUENCE est ÉLEVÉE,  
moins l'onde PÉNÈTRE en profondeur.

1 MHz → pénétration profonde (3-5 cm) → CORPS  
3 MHz → pénétration superficielle (1-2 cm) → VISAGE

## Sonophorèse : choix de la fréquence

| Fréquence | Pénétration            | Zone                           |
|-----------|------------------------|--------------------------------|
| 1 MHz     | 3-5 cm (profonde)      | Corps (cuisses, ventre)        |
| 3 MHz     | 1-2 cm (superficielle) | Visage (contour des yeux, cou) |

**Principe :** Les micro-vibrations ultrasoniques augmentent temporairement la perméabilité de l'épiderme, permettant aux actifs cosmétiques de pénétrer plus profondément que par simple application.

## 5 Sécurité et contre-indications

### Précautions d'utilisation

| Règle                                 | Raison  |
|---------------------------------------|---|
| <b>Gel de contact obligatoire</b>     | Onde mécanique → besoin d'un milieu de propagation ; évite l'échauffement |
| <b>Mouvement continu</b> de la sonde  | Évite la concentration d'énergie en un point (risque de brûlure)          |
| <b>Réglage progressif</b>             | Adapter à la sensibilité de la cliente                                    |
| <b>Durée limitée</b> (10-20 min/zone) | Éviter la surchauffe des tissus   |

### Contre-indications principales

| Contre-indication                          | Risque                                    |
|--|---|
| <b>Grossesse</b> (zone abdominale)         | Danger pour le fœtus                      |
| <b>Pacemaker</b>                           | Perturbation du dispositif                |
| <b>Implants métalliques</b> (zone traitée) | Échauffement, concentration de vibrations |
| <b>Épilepsie</b>                           | Risque de crise                           |

| Contre-indication                                 | Risque                           |
|---|----------------------------------|
| <b>Peau lésée / inflammée / infectée</b>          | Aggravation                      |
| <b>Troubles circulatoires</b> (varices, phlébite) | Risque de déplacement de caillot |
| <b>Cancer</b> (zone traitée)                      | Risque de propagation            |

⚠️ **Règle d'or :** En cas de doute → **ne pas réaliser le soin** → orienter vers un médecin.

📌 **À RETENIR – SÉCURITÉ :**

- Gel de contact OBLIGATOIRE (milieu de propagation)
- Mouvement CONTINU (jamais immobile sur la peau)
- 7 contre-indications principales à MÉMORISER
- En cas de DOUTE → NE PAS FAIRE LE SOIN

## 📌 À retenir pour l'E2

### Définitions essentielles

| Terme                                       | Définition  |
|---|---|
| <b>Onde mécanique</b>                       | Perturbation qui se propage dans un milieu matériel |
| <b>Période T</b>                            | Durée d'un cycle complet (en s)                     |
| <b>Fréquence f</b>                          | Nombre de cycles par seconde (en Hz)                |
| <b>Longueur d'onde <math>\lambda</math></b> | Distance parcourue pendant une période (en m)       |
| <b>Célérité c</b>                           | Vitesse de propagation (en m/s)                     |
| <b>Ultrason</b>                             | Onde sonore de fréquence > 20 kHz                   |
| <b>Sonophorèse</b>                          | Pénétration d'actifs par ultrasons                  |

| Terme      | Définition                            |
|------------|---------------------------------------|
| Cavitation | Création de microbulles par ultrasons |

## Règles pratiques

| Règle                                  | Application   |
|--|---|
| $c = \lambda \times f$                 | Calculer la longueur d'onde ou la fréquence           |
| $T = 1/f$                              | Passer de la fréquence à la période                   |
| $f \uparrow \rightarrow$ pénétration ↓ | 3 MHz = superficiel (visage), 1 MHz = profond (corps) |
| Gel obligatoire                        | Onde mécanique → besoin d'un milieu matériel          |
| Mouvement continu                      | Éviter la concentration d'énergie                     |

## Vocabulaire à maîtriser

- Onde mécanique, onde électromagnétique
- Période, fréquence, longueur d'onde, célérité
- Spectre acoustique – Infrason, son audible, ultrason
- Sonophorèse, cavitation, spatule à ultrasons
- Gel de contact – Contre-indication



## Lien avec la suite de la progression

| Séance         | Réinvestissement  |
|----------------|---|
| S21            | Conductivité → ici : propagation d'ondes mécaniques                             |
| S24            | Ondes EM → compléter la culture « appareils à ondes » (LED, lumière pulsée, UV) |
| COSMÉTO<br>S18 | Contrôles et mesures → utilisation des appareils de diagnostic                  |
| COSMÉTO<br>S26 | Sensoriel → expérience client lors des soins par ultrasons                      |



## Fiche méthode associée

- ➡ **Fiche méthode 02 – Calculer et interpréter (D.U.C.I.)**
- ➡ **Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)**