

# S23 – Appareils à ondes : ultrasons

Ondes sonores – Grandeurs caractéristiques (T, f,  $\lambda$ , c) – Spectre acoustique – Applications en esthétique

## Objectifs

À l'issue de la séance, vous serez capables de :

- **définir** une onde mécanique et ses grandeurs caractéristiques (T, f,  $\lambda$ , c)
- **utiliser** la relation fondamentale  $c = \lambda \times f$
- **situer** les ultrasons dans le spectre acoustique
- **décrire** le fonctionnement d'un appareil à ultrasons utilisé en institut
- **lire** les caractéristiques techniques d'un appareil (fréquence, puissance, mode)
- **identifier** les précautions de sécurité et les contre-indications

## Pourquoi c'est important pour votre métier ?

En esthétique, comprendre les ultrasons permet de :

- **Utiliser** les appareils à ultrasons en toute sécurité
- **Adapter** le choix de l'appareil et des réglages au type de peau
- **Expliquer** à la cliente le fonctionnement et les bienfaits
- **Identifier** les contre-indications pour protéger la cliente

 La fréquence détermine la profondeur : 3 MHz pour le visage, 1 MHz pour le corps !

## Accroche professionnelle

**Situation :** Vous travaillez en institut. Une cliente vous demande :

« J'ai lu que les soins par ultrasons font pénétrer les crèmes dans la peau. Comment ça marche exactement ? Et est-ce que c'est dangereux ? »

**Problème :** Pour répondre de manière professionnelle, vous devez comprendre ce qu'est un ultrason (une onde mécanique de fréquence très élevée), pourquoi il faut du gel (milieu de propagation), et quelles sont les contre-indications.

**Question :** Qu'est-ce qu'une onde ? Quelles sont ses caractéristiques ? Comment les ultrasons sont-ils utilisés en esthétique ?



## Documents

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

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

**Analogie :** Quand vous jetez une pierre dans l'eau, les cercles concentriques se propagent, mais l'eau elle-même reste sur place. C'est la perturbation qui voyage.

#### Deux catégories d'ondes

Type	Milieu nécessaire ?	Exemples
Onde mécanique	✓ Oui (air, eau, peau...)	Son, ultrasons, vibrations
Onde électromagnétique	✗ Non (se propage dans le vide)	Lumière, UV, IR, micro-ondes

⚠ **Point clé :** Les ultrasons sont des **ondes mécaniques**. Ils ont besoin d'un milieu matériel pour se propager. C'est pourquoi on utilise un **gel de contact** en esthétique !

### Document 2 – Grandeurs caractéristiques d'une onde

Une onde est décrite par **4 grandeurs** :

#### 1. Période T

**Définition :** Durée d'un **cycle** complet de l'onde.

**Unité :** seconde (s)

**Sur un schéma :** distance temporelle entre deux crêtes successives.

## 2. Fréquence $f$

**Définition :** Nombre de **cycles par seconde**.

**Unité :** hertz (Hz)

**Relation avec la période :**  $f = 1/T$  et  $T = 1/f$

**Signification :** Plus  $f$  est grand, plus l'onde vibre vite.

## 3. Longueur d'onde $\lambda$

**Définition :** Distance parcourue par l'onde pendant **une période**.

**Unité :** mètre (m)

**Sur un schéma :** distance spatiale entre deux crêtes successives.

## 4. Célérité $c$

**Définition :** Vitesse de propagation de l'onde dans un milieu donné.

**Unité :** mètre par seconde (m/s)

**Dépend du milieu :**

Milieu	Célérité du son
Air (20°C)	340 m/s
Eau (20°C)	1 480 m/s
Tissus biologiques	$\approx 1\,540$ m/s
Os	$\approx 3\,500$ m/s

## Relation fondamentale

$$c = \lambda \times f$$

c : célérité (m/s)

$\lambda$  : longueur d'onde (m)

f : fréquence (Hz)

Relations dérivées :

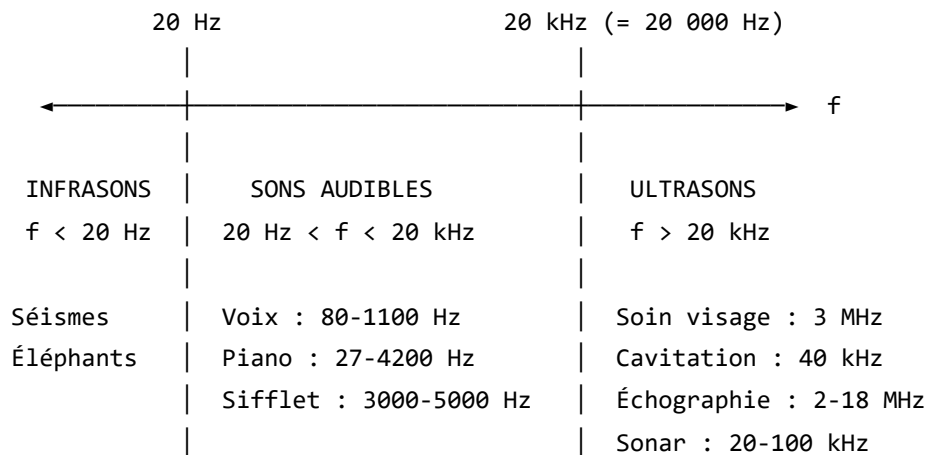
$$\lambda = c / f \quad f = c / \lambda$$

## Aide aux conversions

Préfixe	Symbole	Facteur	Exemple
méga	M	$\times 10^6$	1 MHz = 1 000 000 Hz
kilo	k	$\times 10^3$	1 kHz = 1 000 Hz
milli	m	$\times 10^{-3}$	1 mm = 0,001 m
micro	$\mu$	$\times 10^{-6}$	1 $\mu$ m = 0,000 001 m

## Document 3 – Le spectre acoustique

Le **spectre acoustique** classe tous les sons selon leur fréquence :



#### ✦ En esthétique :

- **25-50 kHz** : nettoyage (spatule), cavitation (minceur)
- **1-3 MHz** : sonophorèse (pénétration d'actifs), massage ultrasonique

## Document 4 – Fiche technique : Appareil de sonophorèse

Caractéristique	Valeur
Nom	SonoPro 3000
Type	Appareil de sonophorèse visage/corps
Fréquence	1 MHz (corps) / 3 MHz (visage)
Puissance maximale	2 W/cm <sup>2</sup>
Mode d'émission	Continu ou pulsé
Diamètre de la sonde	3,5 cm
Gel de contact	Obligatoire
Alimentation	220 V – 50 Hz

**Principe :** Les ultrasons créent des micro-vibrations qui augmentent temporairement la perméabilité de l'épiderme, permettant aux actifs cosmétiques de pénétrer plus profondément.

#### Choix de la fréquence :

Fréquence	Pénétration	Zone d'application
1 MHz	Profonde (3-5 cm)	Corps, cuisses, ventre
3 MHz	Superficielle (1-2 cm)	Visage, contour des yeux, cou

⚠ **Règle** : Plus la fréquence est élevée, moins l'onde pénètre en profondeur.

## Document 5 – Fiche technique : Spatule à ultrasons

Caractéristique	Valeur
Nom	UltraClean Pro
Type	Spatule à ultrasons (peeling ultrasonique)
Fréquence	28 kHz
Puissance	3 niveaux (faible / moyen / fort)
Mode d'émission	Pulsé
Dimensions de la lame	7 × 2 cm
Gel de contact	Non nécessaire (eau ou lotion suffisent)

**Principe** : La lame vibre à 28 000 fois par seconde (28 kHz), créant des ondes de pression qui décollent les impuretés, le sébum et les cellules mortes de la surface de la peau.

## Document 6 – Sécurité et contre-indications

### Précautions d'utilisation

Règle	Raison
<b>Gel de contact obligatoire</b> (sonophorèse)	Milieu de propagation nécessaire ; 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> de la puissance	Adapter à la sensibilité de la cliente

Règle	Raison
<b>Durée limitée</b> (10-20 min par zone)	Éviter la surchauffe des tissus

## Contre-indications

Contre-indication	Risque
<b>Grossesse</b> (zone abdominale)	Risque pour le fœtus
<b>Implants métalliques</b> dans la zone	Concentration de vibrations, échauffement
<b>Pacemaker</b>	Perturbation du dispositif
<b>Épilepsie</b>	Risque de déclencher une crise
<b>Peau lésée, inflammée ou infectée</b>	Aggravation de la lésion
<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 et orienter la cliente vers un médecin.



## Travail 1 – Les grandeurs caractéristiques (15 min)

🎯 **Compétence E2 : Mobiliser, Analyser**

À partir du **Document 2** :

### 1.1 – Compléter le tableau

Grandeur	Symbole	Unité	Définition
Période	_____	_____	_____
Fréquence	_____	_____	_____
Longueur d'onde	_____	_____	_____
Célérité	_____	_____	_____

## 1.2 – Relation entre T et f

Un appareil de sonophorèse fonctionne à une fréquence  $f = 3 \text{ MHz}$ .

a) Convertissez cette fréquence en Hz :

$f = 3 \text{ MHz} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$

b) Calculez la période T de l'onde (méthode D.U.C.I.) :

## 1.3 – Calcul de la longueur d'onde

Les ultrasons se propagent dans les tissus biologiques à une célérité  $c = 1\,540 \text{ m/s}$ .

Calculez la longueur d'onde  $\lambda$  des ultrasons à 3 MHz dans les tissus (méthode D.U.C.I.) :

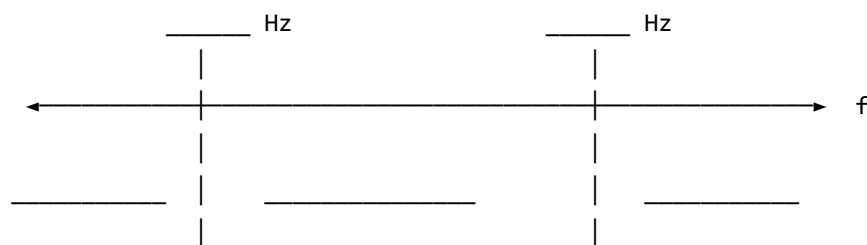
## Travail 2 – Le spectre acoustique (10 min)

 **Compétence E2 : Mobiliser, Interpréter**

À partir du **Document 3** :

### 2.1 – Compléter le spectre

Complétez le schéma en plaçant les bornes de fréquence et les noms des 3 zones :





## 2.2 – Classer les sons

Classez chaque son/appareil dans la bonne catégorie :


**Sons à classer :** voix humaine (200 Hz) – spatule US (28 kHz) – séisme (0,5 Hz) – note de piano La (440 Hz) – appareil sonophorèse (3 MHz) – sifflet pour chien (23 kHz)

Infrasons	Sons audibles	Ultrasons

## 2.3 – Interpréter

Pourquoi les ultrasons sont-ils utilisés en esthétique plutôt que des sons audibles ? Donnez 2 raisons.

## Travail 3 – Lire une fiche technique d'appareil (15 min)

 **Compétence E2 : Analyser, Interpréter**

À partir des **Documents 4 et 5** :

## 3.1 – Comparer les deux appareils

Complétez le tableau de comparaison :

Caractéristique	SonoPro 3000 (sonophorèse)	UltraClean Pro (spatule)
Fréquence	_____	_____
Usage principal	_____	_____
Gel de contact ?	_____	_____
Mode d'émission	_____	_____
Profondeur d'action	_____	_____

## 3.2 – Relier fréquence et usage

a) La spatule à ultrasons a une fréquence beaucoup plus basse que l'appareil de sonophorèse. Pourtant, son action reste superficielle (surface de la peau). Proposez une explication.

b) Pourquoi l'appareil de sonophorèse propose-t-il deux fréquences (1 MHz et 3 MHz) ? Quelle fréquence choisir pour un soin visage ? Justifiez.

## 3.3 – Calcul appliqué

L'appareil SonoPro 3000 est réglé à 1 MHz pour un soin corps. La célérité des ultrasons dans les tissus est  $c = 1\,540$  m/s.

Calculez la longueur d'onde  $\lambda$  dans les tissus (méthode D.U.C.I.) :

## Travail 4 – Sécurité et contre-indications (10 min)

 **Compétence E2 : Interpréter, Argumenter**

À partir du **Document 6** :

## 4.1 – Cas pratiques

Pour chaque situation, indiquez si le soin aux ultrasons est possible ou non. Justifiez avec la méthode O.A.C.J.

**Situation 1** : Mme Dupont souhaite un soin de sonophorèse au visage. Elle porte un pacemaker.

**Situation 2 :** Mlle Martin souhaite un peeling ultrasonique. Elle a de l'acné légère sur les joues mais pas de plaies ouvertes.

**Situation 3 :** Mme Bernard souhaite un soin minceur par cavitation sur le ventre. Elle est enceinte de 4 mois.

## 4.2 – Gel de contact

Expliquez en 2-3 lignes pourquoi le gel de contact est obligatoire pour la sonophorèse. Utilisez le concept d'**onde mécanique** dans votre réponse.



## Synthèse personnelle

Rédigez une synthèse de **8 à 12 lignes** qui explique ce qu'est un ultrason, ses caractéristiques, sa place dans le spectre acoustique, et ses applications en esthétique.

**Mots obligatoires à utiliser :** onde mécanique, fréquence, spectre acoustique, ultrason, sonophorèse, gel de contact, contre-indication, pénétration.



## Entraînement filé

**Situation :** Une cliente vous demande :

« Quelle est la différence entre votre spatule à ultrasons et votre appareil de sonophorèse ? Et pourquoi faut-il mettre du gel ? »

**Rédigez une réponse professionnelle (5 à 8 lignes).**



## Auto-évaluation

Je sais...	Pas du tout	Un peu	Plutôt bien	Très bien
Définir une onde mécanique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nommer les 4 grandeurs (T, f, $\lambda$ , c) et leurs unités	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utiliser la relation $c = \lambda \times f$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Situer les ultrasons dans le spectre acoustique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lire une fiche technique d'appareil à ultrasons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Citer les contre-indications des ultrasons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Expliquer pourquoi le gel de contact est nécessaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Si vous avez coché "Pas du tout" ou "Un peu" :**

Notion à retravailler	Action
Grandeurs d'une onde	Revoir Document 2, refaire les conversions
Spectre acoustique	Revoir Document 3, mémoriser les bornes (20 Hz / 20 kHz)
Applications en esthétique	Revoir Documents 4 et 5, comparer les appareils
Contre-indications	Revoir Document 6, mémoriser les 7 CI principales



## Outils méthodologiques

→ **Fiche méthode 02 – Calculer et interpréter (D.U.C.I.)**

→ **Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)**



## Pour réviser en vidéo

 **Les ondes sonores : comprendre le son** – 8 min

*Période, fréquence, longueur d'onde expliquées simplement.*

 **Les ultrasons en esthétique** – 5 min

*Sonophorèse, cavitation, spatule : comprendre les différences.*



## Lien avec la suite

← Séance précédente : [S22 – Évaluation n°3](#)

→ Séance suivante : [S24 – Ondes électromagnétiques \(lumière, UV, IR\)](#)