

# Fonctions trigo en TermS

Un exemple de parcours utilisant Shazam

C. KIRCH  
O. JUTAND

IREM de POITIERS

11 octobre 2017



# Des questions d'élèves

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

**Des questions  
d'élèves**

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

- À quoi servent les Mathématiques ?



# Des questions d'élèves

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

**Des questions  
d'élèves**

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

- À quoi servent les Mathématiques ?
- Pourquoi ci pourquoi ça ?



# Objectifs d'un Parcours

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

**Objectifs**

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

- Donner les contenus comme réponses à des questions.



# Objectifs d'un Parcours

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

**Objectifs**

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

- Donner les contenus comme réponses à des questions.
- Une question à l'origine d'un **Parcours**.



# Objectifs d'un Parcours

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

**Objectifs**

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

- Donner les contenus comme réponses à des questions.
- Une question à l'origine d'un **Parcours**.
- Les maths sont porteuses de sens.



# Quelques exemples de Parcours

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

**Exemples de  
Parcours**

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

1. Comment fonctionnent les miroirs de la station de radioastronomie de Nançay (1S) ?

*géométrie analytique et fonctions*



# Quelques exemples de Parcours

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

1. Comment fonctionnent les miroirs de la station de radioastronomie de Nançay (1S) ?

géométrie analytique et fonctions

2. Comment parler du climat (2nde) ?

statistiques et fonctions



# Quelques exemples de Parcours

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

1. Comment fonctionnent les miroirs de la station de radioastronomie de Nançay (1S) ?

géométrie analytique et fonctions

2. Comment parler du climat (2nde) ?

statistiques et fonctions

3. Comment étudier l'évolution de la population mondiale (1S, ES... ) ?

suites



# Quelques exemples de Parcours

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

1. Comment fonctionnent les miroirs de la station de radioastronomie de Nançay (1S) ?

géométrie analytique et fonctions

2. Comment parler du climat (2nde) ?

statistiques et fonctions

3. Comment étudier l'évolution de la population mondiale (1S, ES... ) ?

suites

4. Comment évaluer ses chances aux jeux de hasard ?

statistiques et probabilités



# Pourquoi se poser des questions sur Shazam ?

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

**Pourquoi  
Shazam ?**

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

- Application connue des élèves



# Pourquoi se poser des questions sur Shazam ?

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam

**Pourquoi  
Shazam ?**  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

- Application connue des élèves
- Interdisciplinarité. En Mathématiques :

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<b>Fonctions sinus et cosinus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître la dérivée des fonctions sinus et cosinus.</li> <li>• Connaître quelques propriétés de ces fonctions, notamment parité et périodicité.</li> <li>• Connaître les représentations graphiques de ces fonctions.</li> </ul>	<p>On fait le lien entre le nombre dérivé de la fonction sinus en 0 et la limite en 0 de <math>\frac{\sin x}{x}</math>.</p> <p>En dehors des exemples étudiés, aucun développement n'est attendu sur les notions de périodicité et de parité.</p> <p>On fait le lien entre les résultats obtenus en utilisant le cercle trigonométrique et les représentations graphiques des fonctions <math>x \mapsto \cos x</math> et <math>x \mapsto \sin x</math>.</p> <p>↔ [SPC] Ondes progressives sinusoïdales, oscillateur mécanique.</p>



# Pourquoi se poser des questions sur Shazam ?

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam

Pourquoi Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

- Application connue des élèves
- Interdisciplinarité. En Sciences Physiques (obligatoire) :

<p><b>Les ondes dans la matière</b> Houle, ondes sismiques, ondes sonores. Magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter.</p> <p>Niveau d'intensité sonore.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière.</p> <p>Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.</p>
<b>Caractéristiques et propriétés des ondes</b>	
<p><b>Notions et contenus</b></p> <p><b>Caractéristiques des ondes</b> Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.</p> <p>Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.</p> <p>Ondes sonores et ultrasonores. Analyse spectrale. Hauteur et timbre.</p>	<p><b>Compétences exigibles</b></p> <p>Définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation ( célérité ). <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.</i></p> <p>Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde. Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.</i></p> <p><i>Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.</i></p>



# Pourquoi se poser des questions sur Shazam ?

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

- Des questions d'élèves
- Objectifs
- Exemples de Parcours

Shazam

**Pourquoi Shazam ?**

- Fonctionnement
- Le Parcours
- Enquête
- Synopsis
- Partie 1
- Partie 2
- Partie 3
- Partie 4

- Application connue des élèves
- Interdisciplinarité. En Sciences Physiques (spécialité) :

## Thème 2 : son et musique

Domaines d'étude	Mots-clés
Instruments de musique	Instruments à cordes, à vent et à percussion. Instruments électroniques. Acoustique musicale ; gammes ; harmonies. Traitement du son.
Émetteurs et récepteurs sonores	Voix ; acoustique physiologique. Microphone ; enceintes acoustiques ; casque audio. Reconnaissance vocale.
Son et architecture	Auditorium ; salle sourde. Isolation phonique ; acoustique active ; réverbération.



# Comment fonctionne Shazam ?

Fonctions trigo en TermS

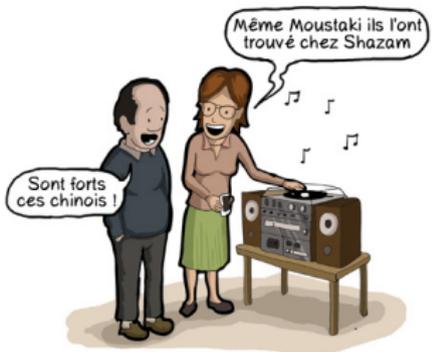
C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement

Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Histoire vraie : comment ma mère pense que Shazam fonctionne



CommitStrip



# Comment fonctionne Shazam ?

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

**Fonctionnement**

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

Qu'en pensez-vous ?



# Comment fonctionne Shazam ?

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

**Fonctionnement**

Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

- Explications sur le fonctionnement de Shazam pour les professeurs
- Travail avec les élèves sur le fonctionnement de Shazam



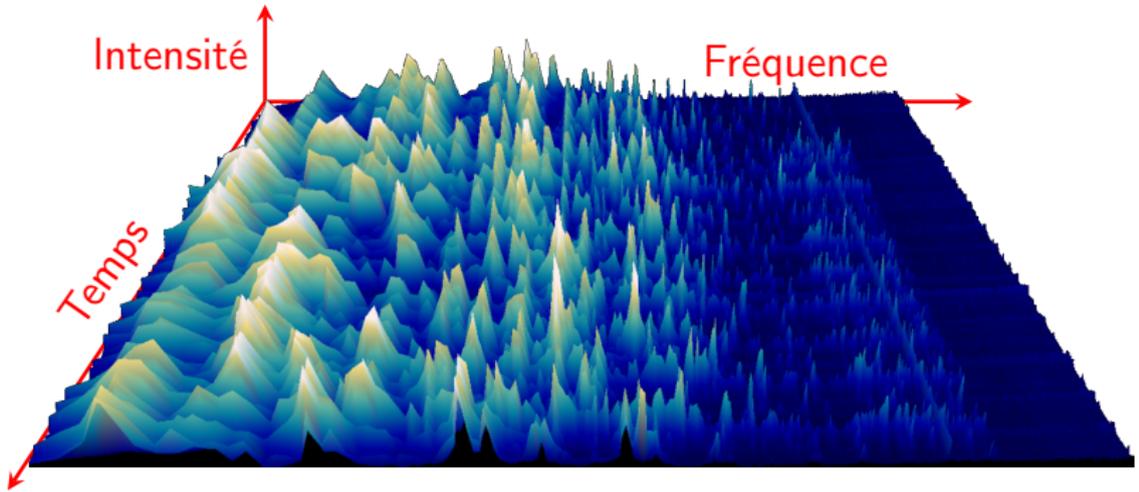
# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4



Obtenu grâce au logiciel PrettyFastFFT



# Explications sur le fonctionnement de Shazam

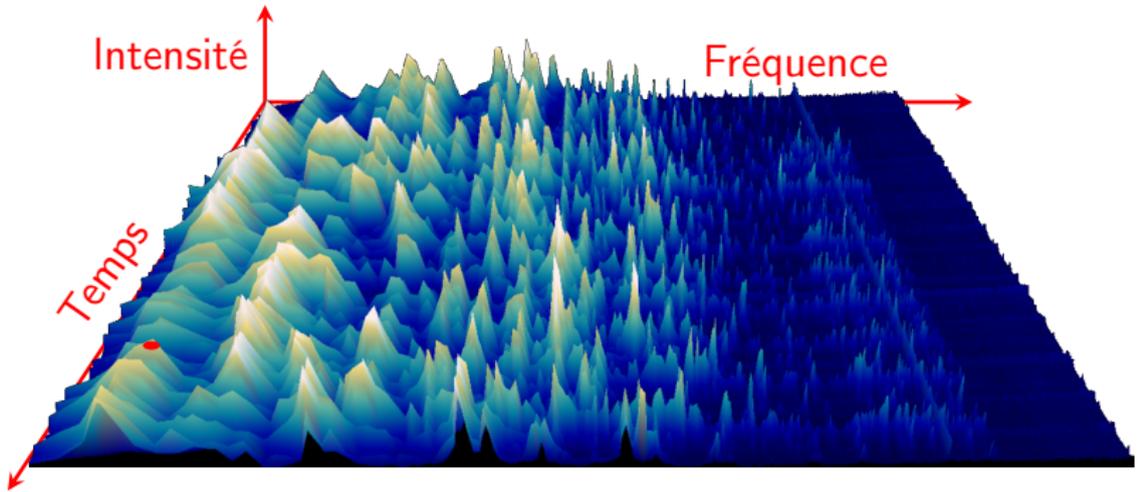
Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam  
Pourquoi  
Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Repérage de pics significatifs





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

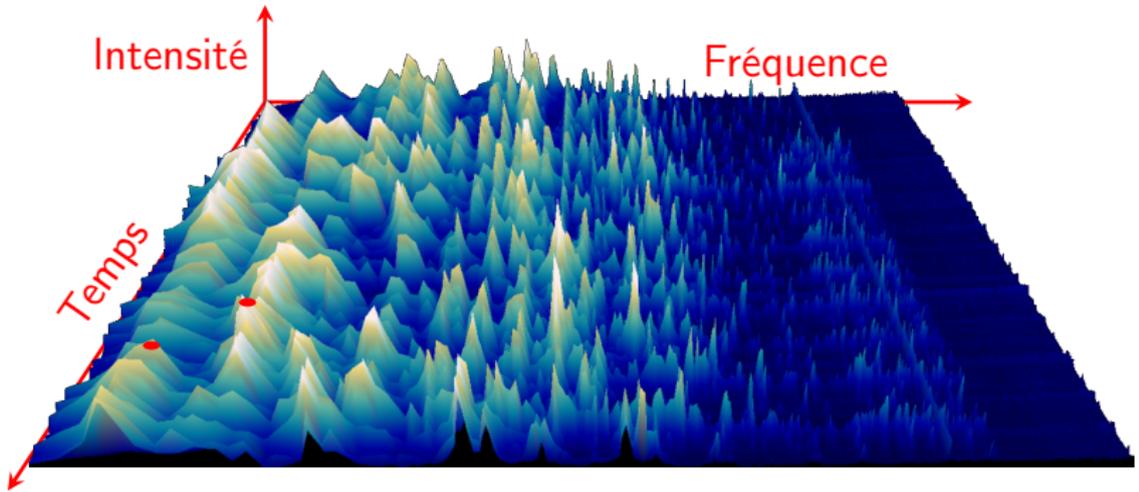
Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam  
Pourquoi  
Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Repérage de pics significatifs





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

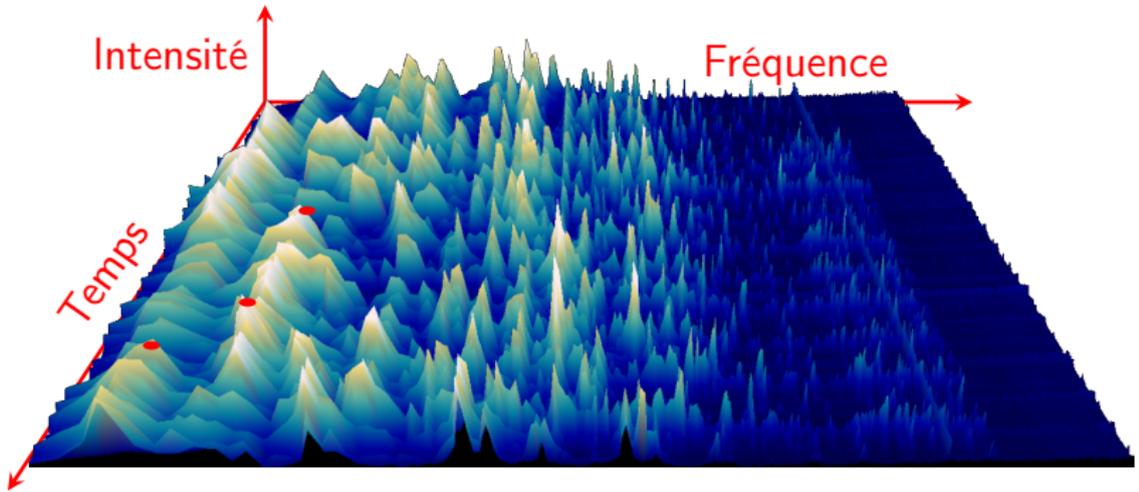
Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam  
Pourquoi  
Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Repérage de pics significatifs





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

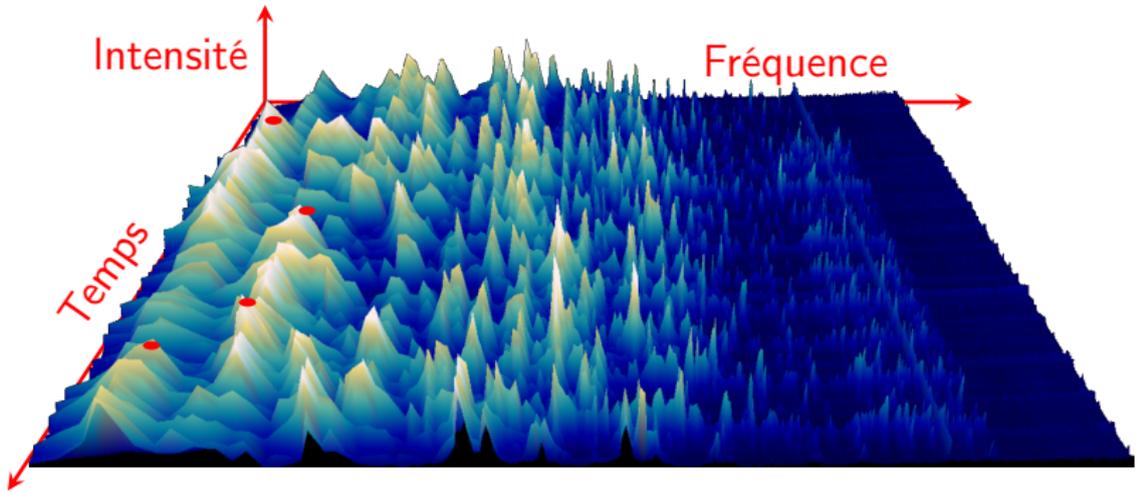
Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam  
Pourquoi  
Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Repérage de pics significatifs





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

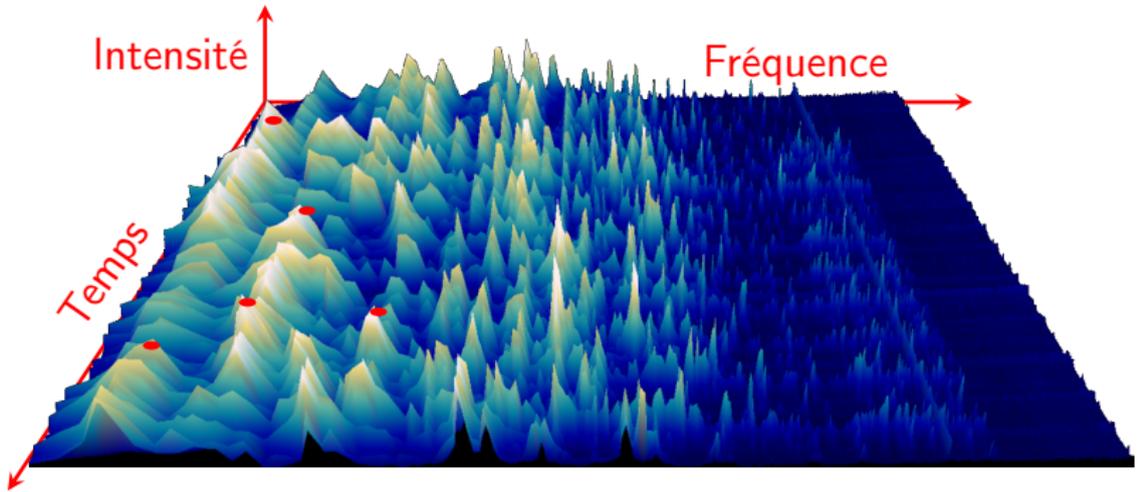
Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam  
Pourquoi  
Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Repérage de pics significatifs





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

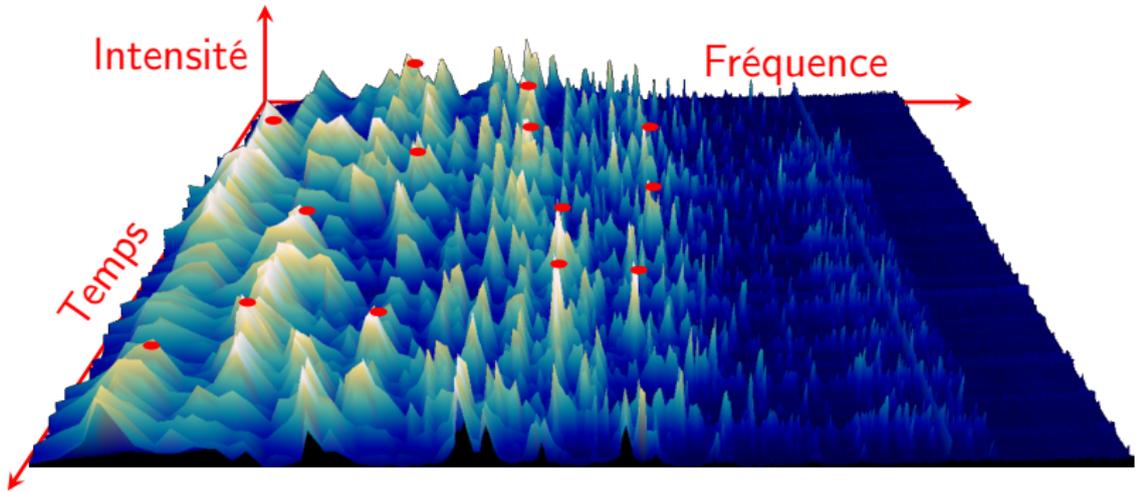
Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam  
Pourquoi  
Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Repérage de pics significatifs





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

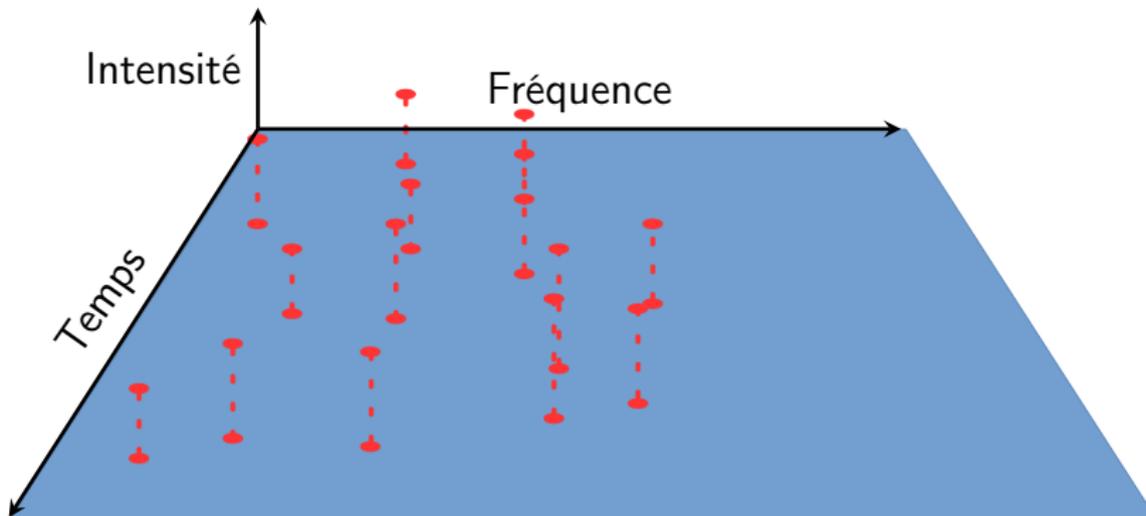
Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

**Fonctionnement**

Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

Projection sur le plan (Temps;Fréquence)





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

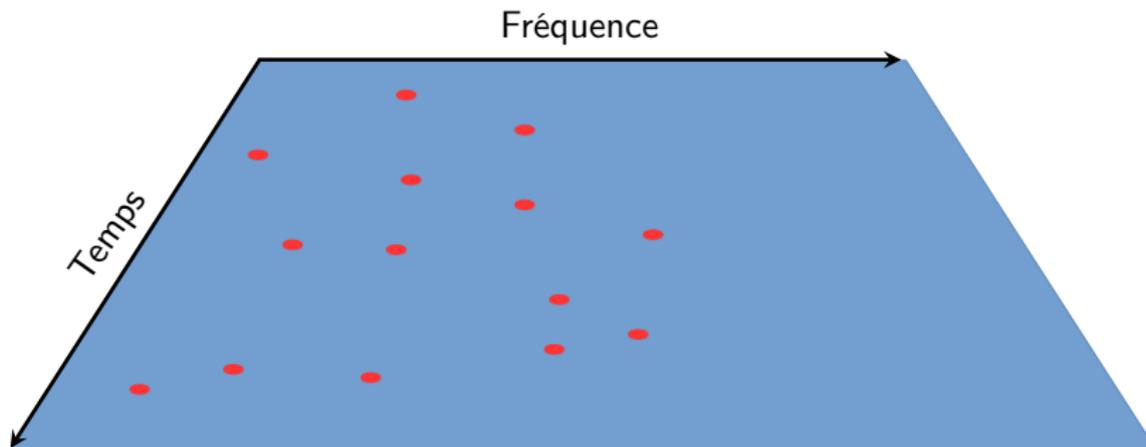
Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

**Fonctionnement**

Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Élimination de l'intensité





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

**Fonctionnement**

Le Parcours

Enquête

Synopsis

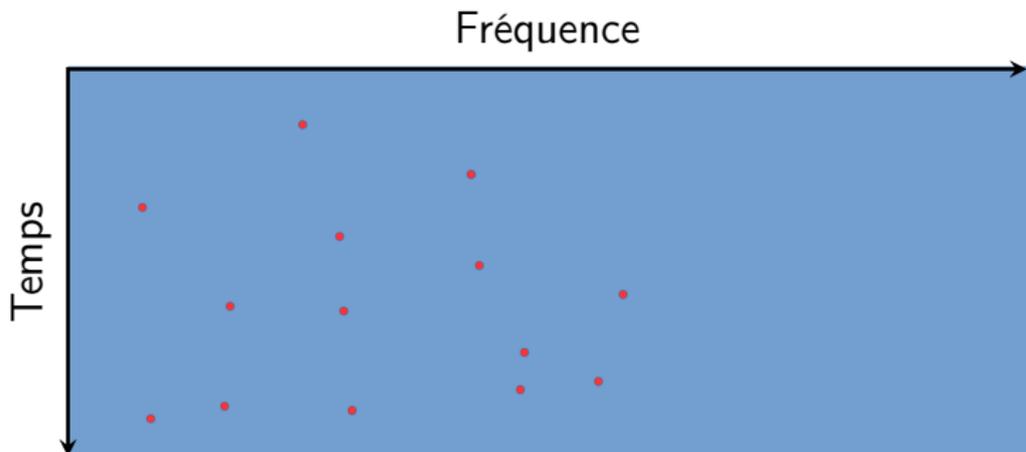
Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Élimination de l'intensité





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

**Fonctionnement**

Le Parcours

Enquête

Synopsis

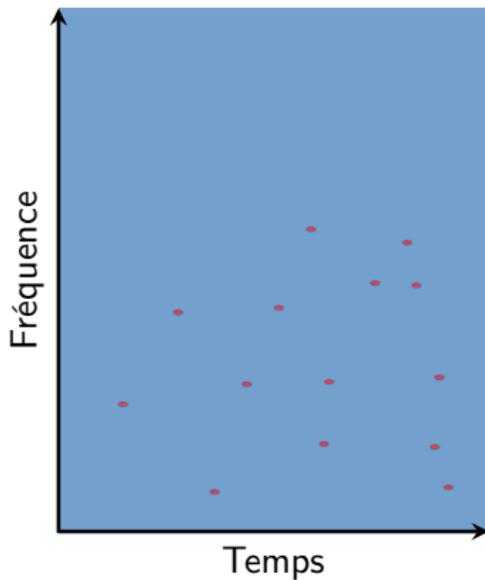
Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Rotation





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

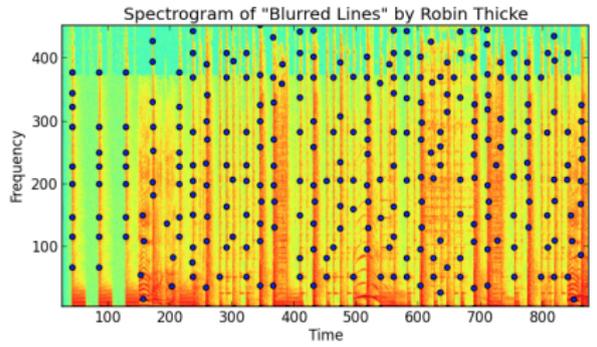
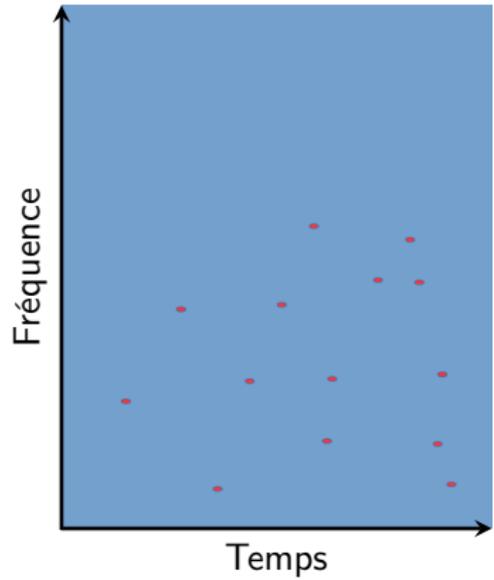
Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam  
Pourquoi  
Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Rotation





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

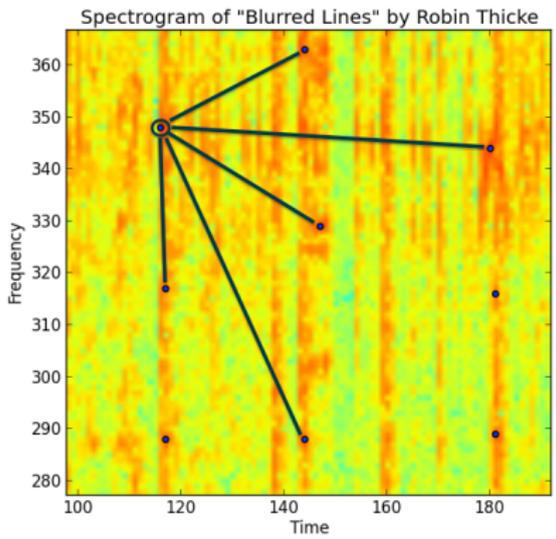
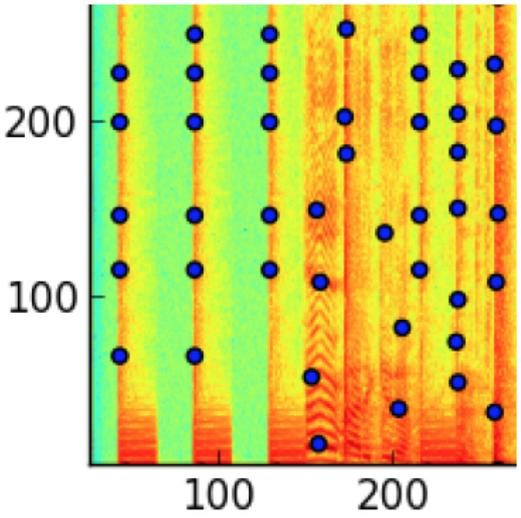
Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
**Fonctionnement**  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Réduction d'un morceau à une série de couples (temps; fréquence).





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

Association des couples de marqueurs (par exemple  $(t_1; f_1)$  et  $(t_2; f_2)$ ) pour former un triplet  $(f_1; f_2; t_2 - t_1)$  (**nouveaux** marqueurs) éliminant le problème de l'instant d'écoute absolu.

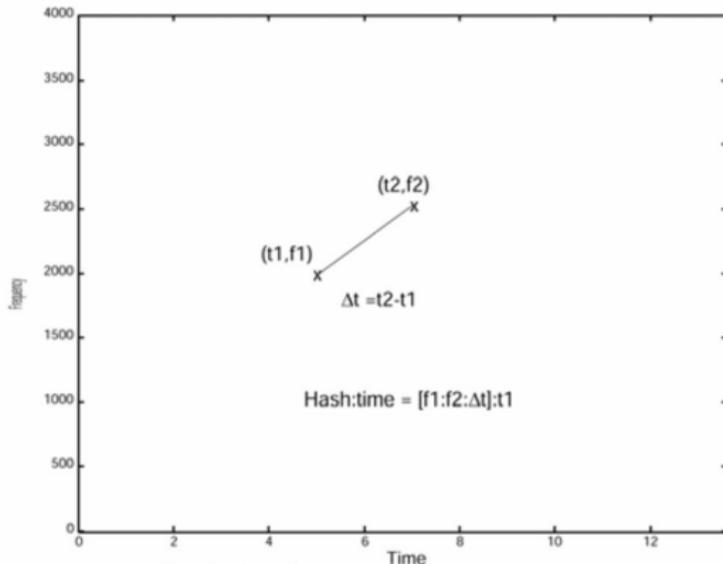


Fig. 1D - Hash details



# Explications sur le fonctionnement de Shazam

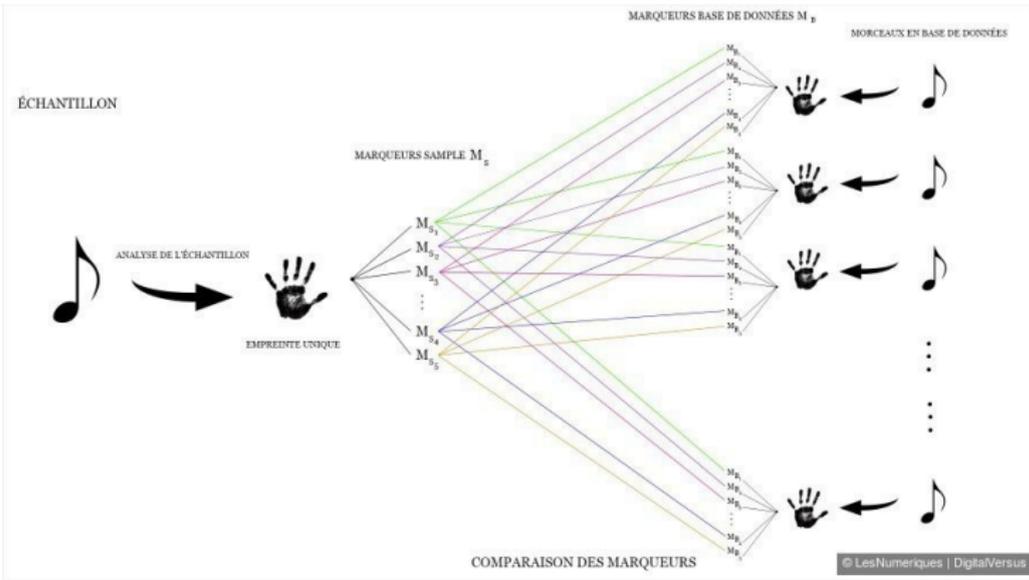
Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Comparaison à une base de données comportant les empreintes de millions de morceaux extraites par ce même algorithme.

- Parcours
- Des questions d'élèves
- Objectifs
- Exemples de Parcours

- Shazam
- Pourquoi Shazam ?
- Fonctionnement**
- Le Parcours
- Enquête
- Synopsis
- Partie 1
- Partie 2
- Partie 3
- Partie 4





# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

- Des questions d'élèves
- Objectifs
- Exemples de Parcours

Shazam

- Pourquoi Shazam ?

**Fonctionnement**

- Le Parcours
- Enquête
- Synopsis
- Partie 1
- Partie 2
- Partie 3
- Partie 4

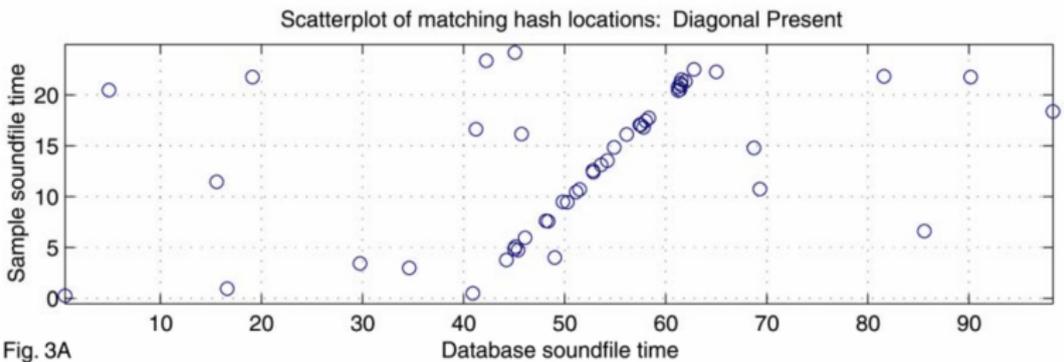


Fig. 3A

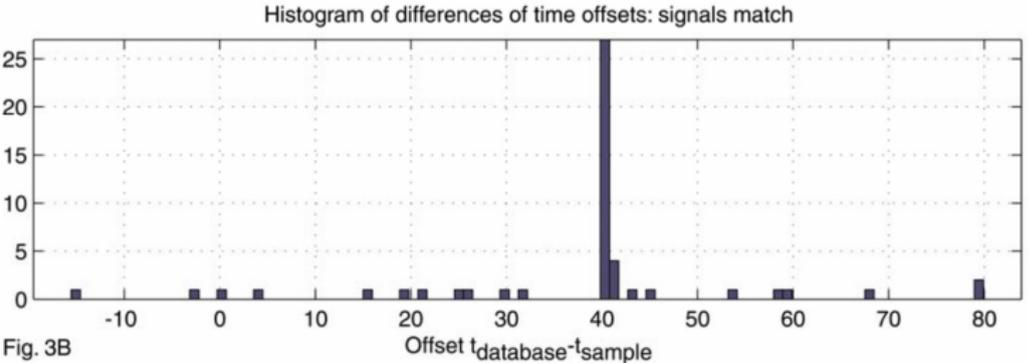


Fig. 3B



# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

- Des questions d'élèves
- Objectifs
- Exemples de Parcours

Shazam

- Pourquoi Shazam ?

Fonctionnement

- Le Parcours
- Enquête
- Synopsis
- Partie 1
- Partie 2
- Partie 3
- Partie 4

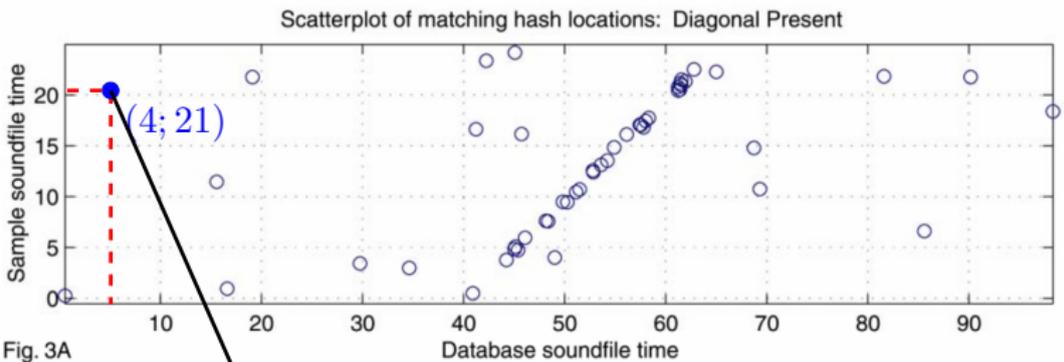


Fig. 3A

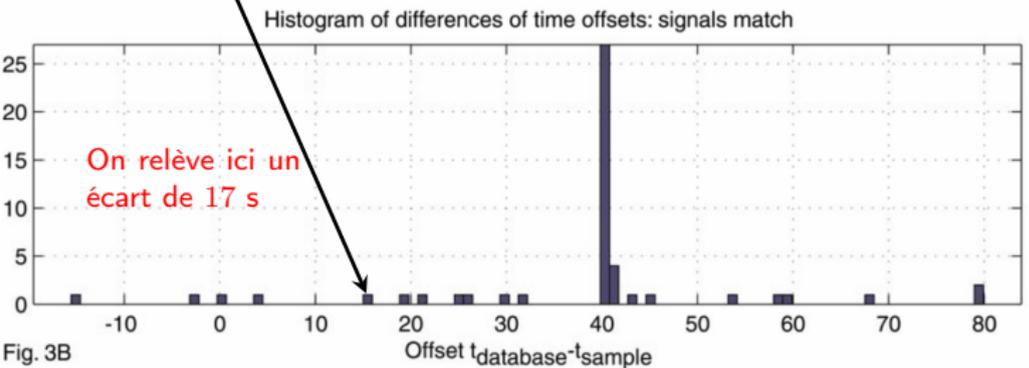


Fig. 3B



# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

- Des questions d'élèves
- Objectifs
- Exemples de Parcours

Shazam

- Pourquoi Shazam ?

**Fonctionnement**

- Le Parcours
- Enquête
- Synopsis
- Partie 1
- Partie 2
- Partie 3
- Partie 4

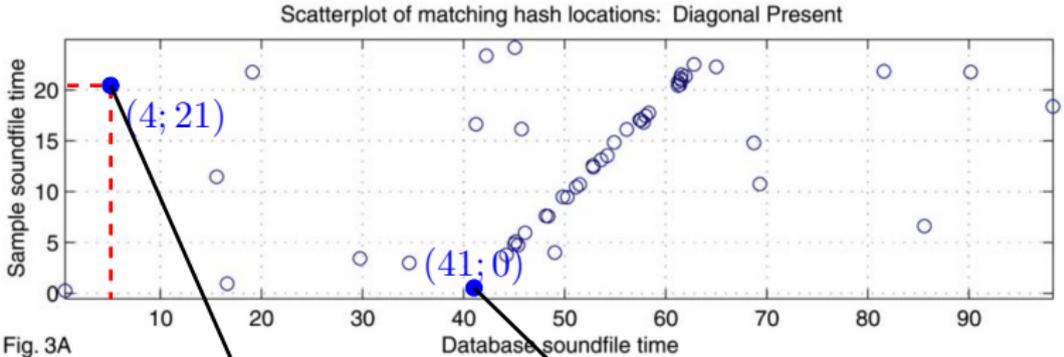


Fig. 3A

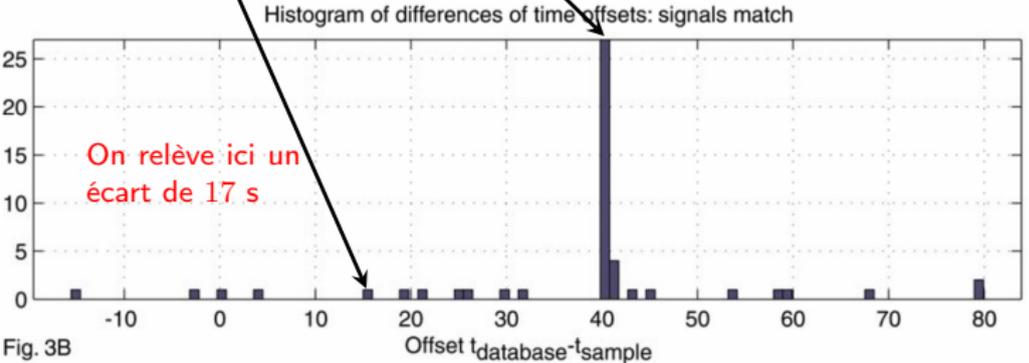


Fig. 3B



# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

- Parcours
- Des questions d'élèves
- Objectifs
- Exemples de Parcours

Shazam

- Pourquoi Shazam ?

**Fonctionnement**

- Le Parcours
- Enquête
- Synopsis
- Partie 1
- Partie 2
- Partie 3
- Partie 4

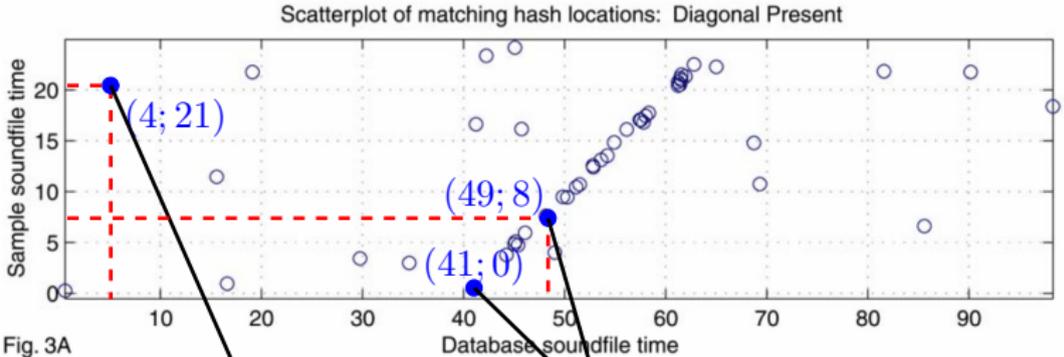


Fig. 3A

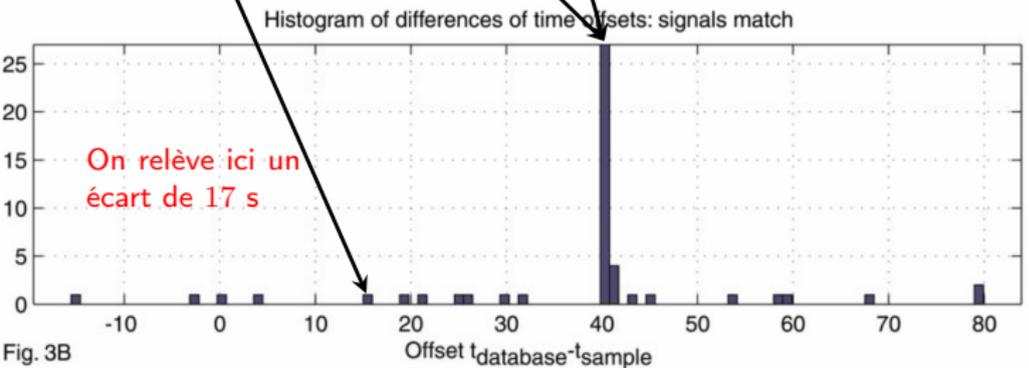


Fig. 3B



# Explications sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

- Parcours
- Des questions d'élèves
- Objectifs
- Exemples de Parcours

- Shazam
- Pourquoi Shazam ?
- Fonctionnement**
- Le Parcours
- Enquête
- Synopsis
- Partie 1
- Partie 2
- Partie 3
- Partie 4

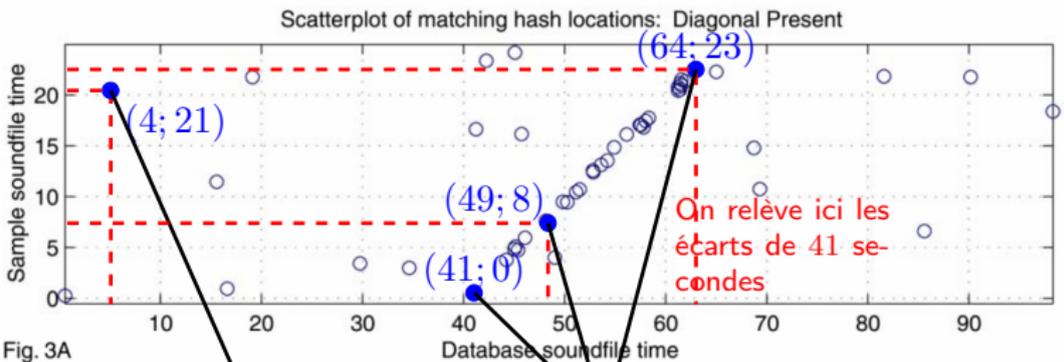


Fig. 3A

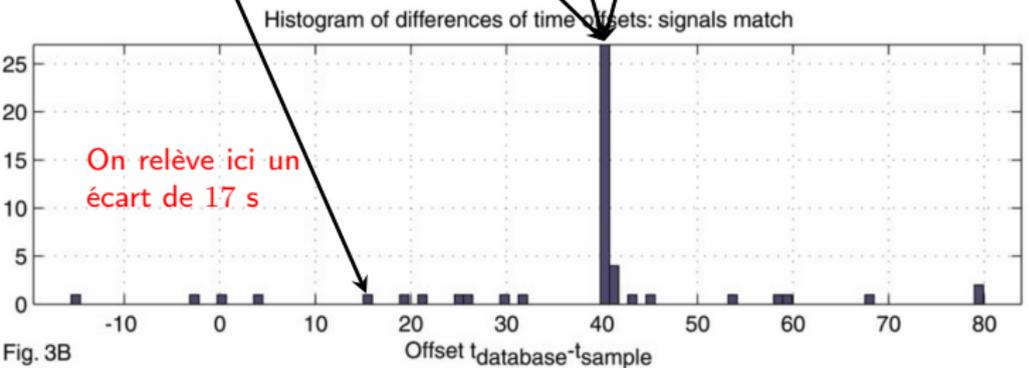


Fig. 3B



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

**Le Parcours**

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

Qu'en pensent les élèves ?



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

**Enquête**

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Résultats de l'enquête donnée aux élèves

- Comparaison à une base de données.



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

**Enquête**

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Résultats de l'enquête donnée aux élèves

- Comparaison à une base de données.
- **Empreinte sonore/sonogramme.**



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

**Enquête**

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Résultats de l'enquête donnée aux élèves

- Comparaison à une base de données.
- Empreinte sonore/sonogramme.
- Spectre.



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

**Enquête**

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Résultats de l'enquête donnée aux élèves

### Éleve 1

A photograph of a student's handwritten work on a grid-lined notebook page. The text is written in blue ink and describes the Shazam process.

Shazam → 1999  
reconnaissance musicale  
capture échantillon joué  
empreinte acoustique créée à partir de l'échantillon,  
comparée à base de donnée.  
info comme nom d'artiste, titre chanson et album  
retournées à utilisateur.



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
**Enquête**  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Résultats de l'enquête donnée aux élèves

### Éleve 1

algorithme  $\rightarrow$  spectrogramme  
graphique 3D  
intensité du son en fonction de sa fréquence et de son instant  $t$  dans le morceau

Ordonnées : le temps, de 0 à fin du morceau  
Abscisses : la fréquence, en principe de 20 Hz à 20 kHz (spectre audible par l'oreille humaine).

3<sup>ème</sup> dim  $\rightarrow$  code couleur, allant jaune au rouge, ou dégradé du blanc au noir.



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
**Enquête**  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Résultats de l'enquête donnée aux élèves Éleve 2

ce que Shazam appelle "constellation"  
 ↳ transformat° en empreinte numérique. Points d'ancrage choisis → associe zone cible.  
 Format° couples Points d'ancrages - Points zones cibles possibles. ⇒ triplets

- 1) fréquence point d'ancrage,  $f_1$
- 2) fréquence point zone cible,  $f_2$
- 3) diff de temps entre les 2,  $\Delta t$

↳ marqueur





# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

Shazam

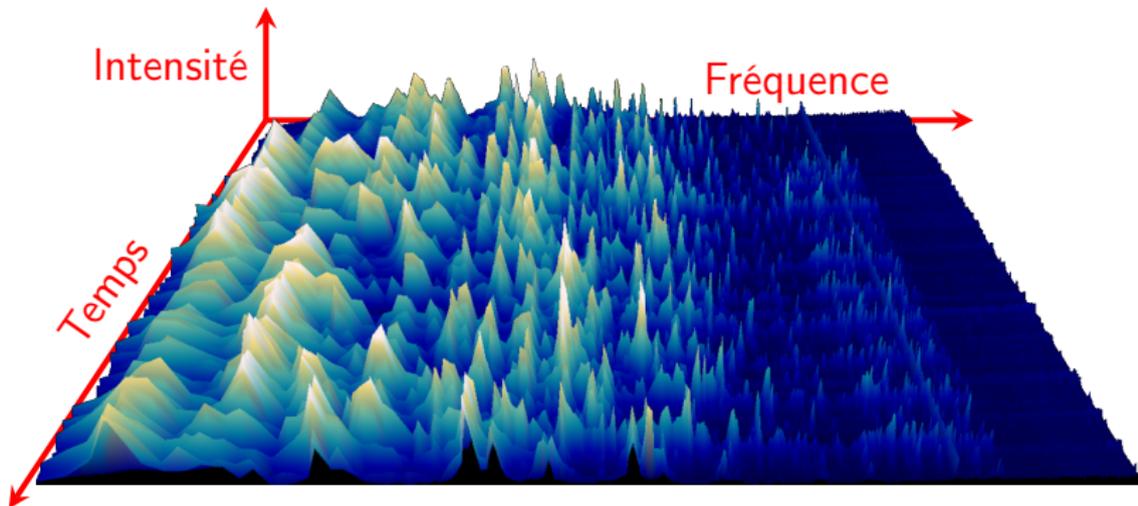
Pourquoi  
Shazam ?  
Fonctionnement

Le Parcours

**Enquête**

Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

Bilan de l'enquête : du sonogramme vers le spectre



Obtenu grâce au logiciel PrettyFastFFT



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

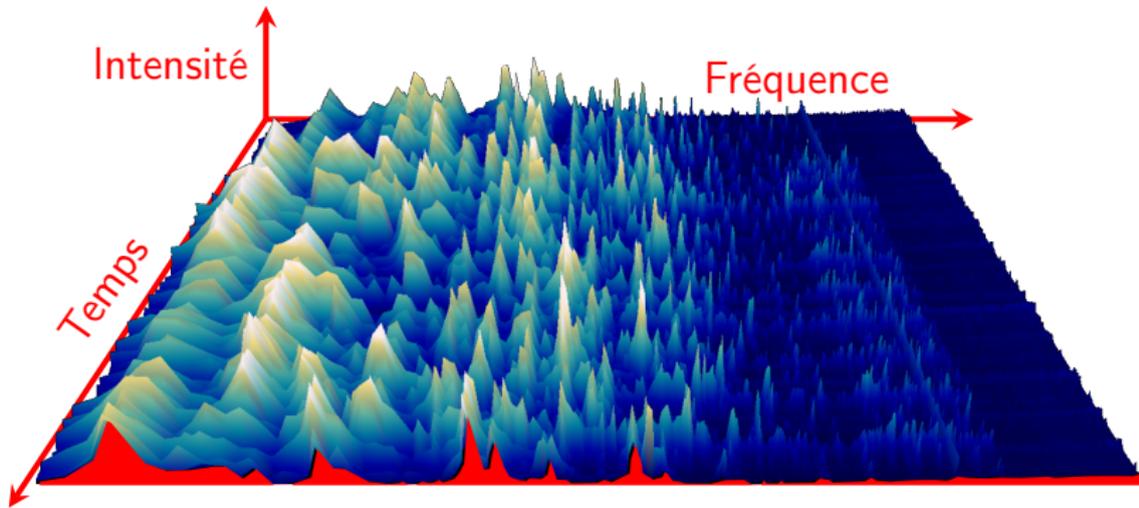
Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
**Enquête**  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

Bilan de l'enquête : du sonogramme vers le spectre



Obtenu grâce au logiciel PrettyFastFFT



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

**Synopsis**

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Synopsis du Parcours pour les élèves

Moment du parcours	Contenu mathématique	Durée
Enquête sur le fonctionnement de Shazam		30'
Étude : 1. Vision graphique d'un signal sonore complexe et du spectre	<b>Fonctions périodiques</b> Exemple : Fonctions cosinus et sinus	2h
2. Recherche d'une fonction de période connue	<b>Fonctions sinus et cosinus</b>	2h
3. Construction point par point de la somme de deux sinusoides	<b>Fonctions associées</b> $kf(x)$ ; $f(kx)$ ; $f(x+k)$ ; $f(x)+k$	1h
4. Recomposition du signal sonore complexe à partir du spectre sur <i>Geogebra</i>		1h
Retour sur le fonctionnement de <i>Shazam</i> en conclusion de l'étude		30'
Complément du cours et exercices	parité, dérivée, variations.	4h



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

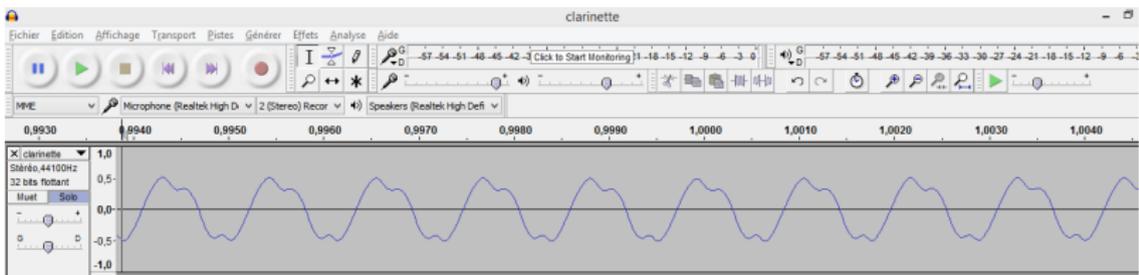
Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
**Partie 1**  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Partie 1 : Lien entre le signal et le spectre Écouter la clarinette (son complexe)





# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

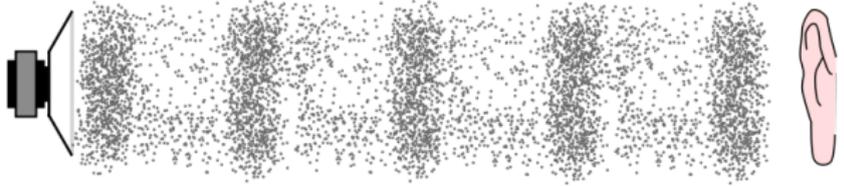
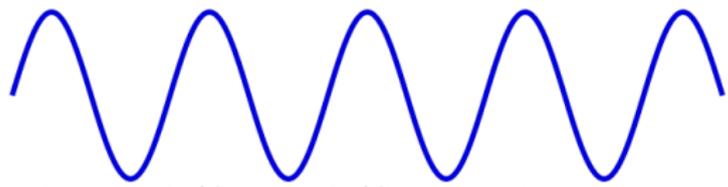
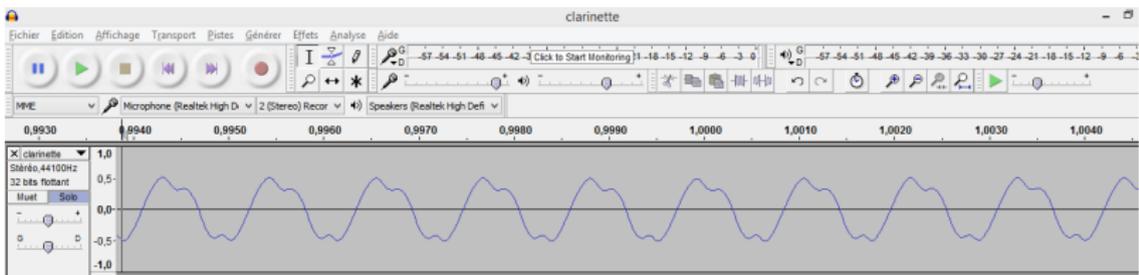
Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
**Partie 1**  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Partie 1 : Lien entre le signal et le spectre Écouter la clarinette (son complexe)



Tube de Kundt



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

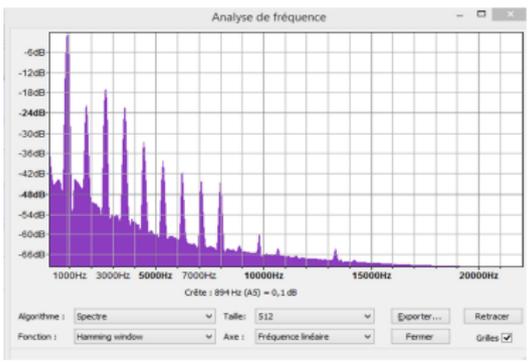
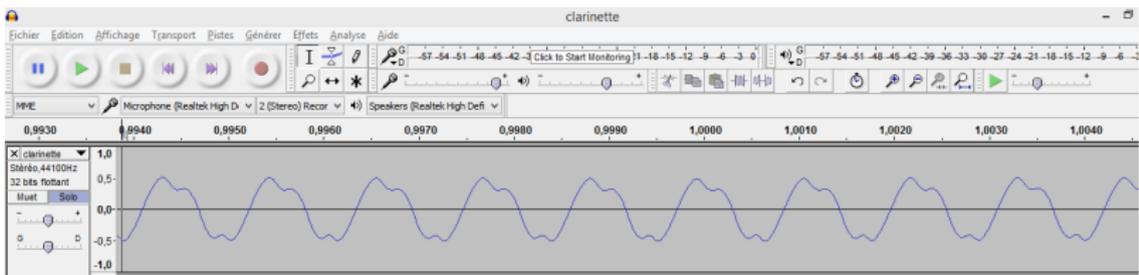
Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
**Partie 1**  
Partie 2  
Partie 3  
Partie 4

## Partie 1 : Lien entre le signal et le spectre Écouter la clarinette (son complexe)





# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

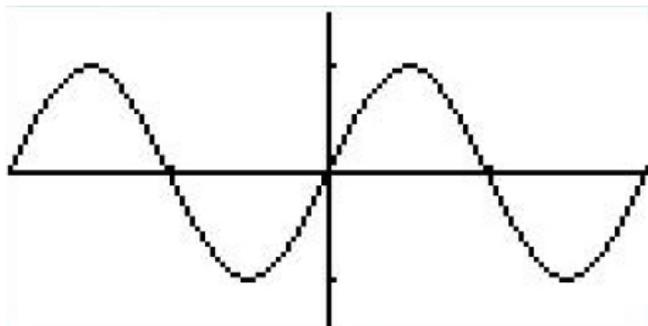
**Partie 2**

Partie 3

Partie 4

Partie 2 : Formule se cachant derrière le signal  
Trouver l'expression d'une fonction qui a pour période  
 $T = 1/894$ .

Sur  $[-2\pi; 2\pi]$



$$f(x) = \sin x$$

$2\pi$ .périodique



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

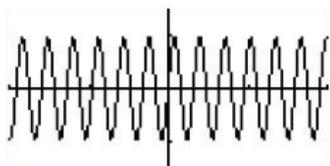
Shazam

Pourquoi  
Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
**Partie 2**  
Partie 3  
Partie 4

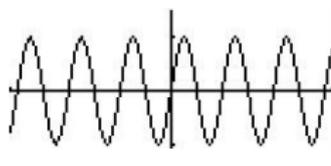
Partie 2 : Formule se cachant derrière le signal

Trouver l'expression d'une fonction qui a pour période  
 $T = 1/894$ .

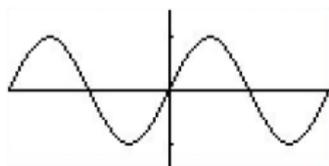
Sur  $[-2\pi; 2\pi]$



Sur  $[-\pi; \pi]$



Sur  $[-1; 1]$



$$f(x) = \sin(2\pi x) \quad 1.\text{périodique}$$



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

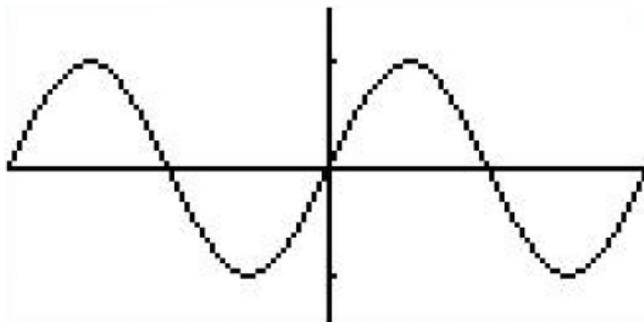
**Partie 2**

Partie 3

Partie 4

Partie 2 : Formule se cachant derrière le signal  
Trouver l'expression d'une fonction qui a pour période  
 $T = 1/894$ .

Sur  $\left[-\frac{1}{894}; \frac{1}{894}\right]$



$$f(x) = \sin(2\pi 894x)$$

$\frac{1}{894}$  · périodique



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

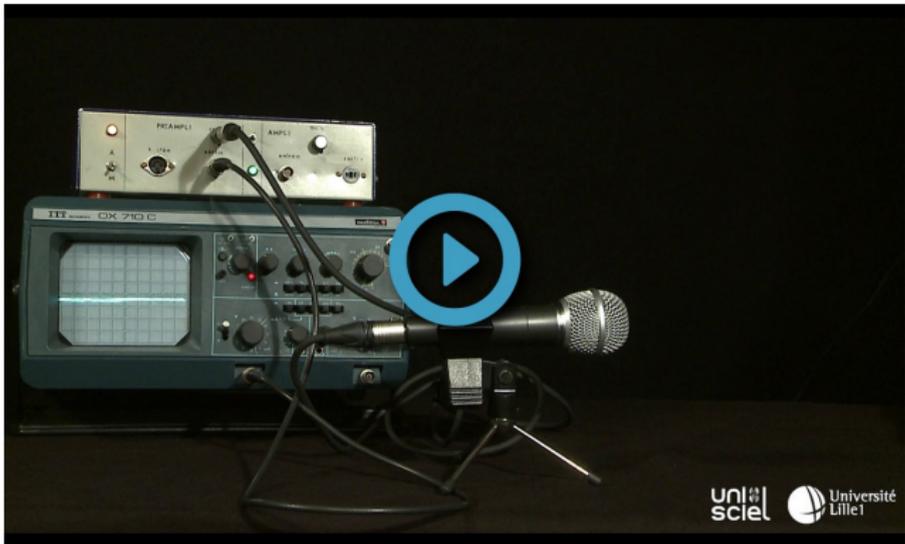
Fonctions trigo en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours  
Des questions d'élèves  
Objectifs  
Exemples de Parcours

Shazam  
Pourquoi Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
**Partie 2**  
Partie 3  
Partie 4

## Partie 2 : Formule se cachant derrière le signal



[http ://phymain.unisciél.fr/visualiser-les-sons/](http://phymain.unisciél.fr/visualiser-les-sons/)



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

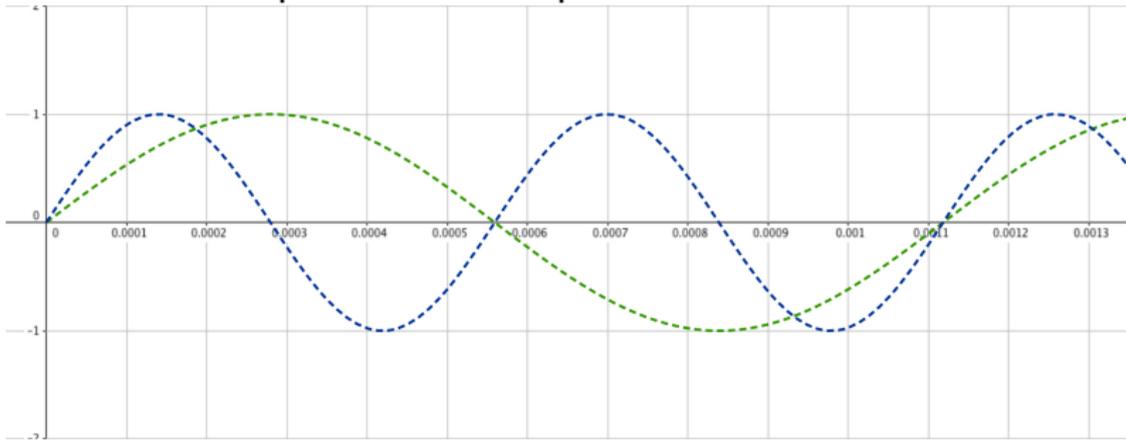
Partie 1

Partie 2

**Partie 3**

Partie 4

## Partie 3 : Son pur et son complexe



$$f(x) = \sin(2\pi 894x)$$

$$g(x) = \sin(2\pi 1788x)$$



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

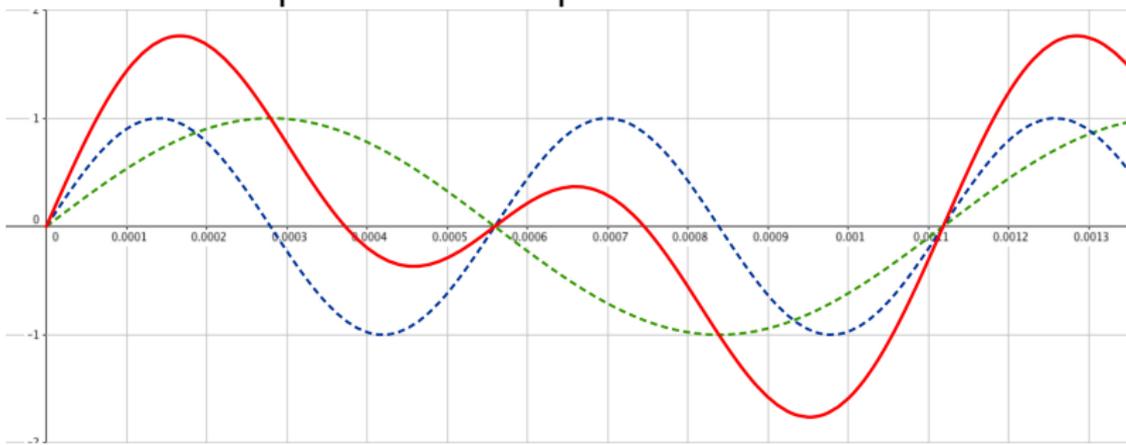
Partie 1

Partie 2

**Partie 3**

Partie 4

## Partie 3 : Son pur et son complexe



$$f(x) = \sin(2\pi 894x)$$

$$g(x) = \sin(2\pi 1788x)$$

$$h(x) = \sin(2\pi 894x) + \sin(2\pi 1788x)$$



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

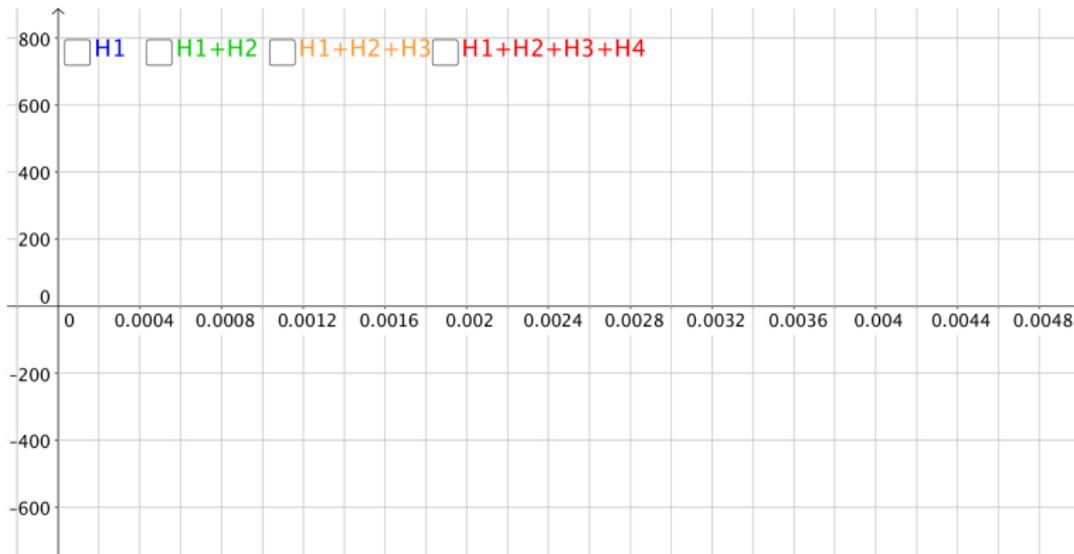
Partie 1

Partie 2

Partie 3

**Partie 4**

## Partie 4 : Reconstitution du son





# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

**Partie 4**

## Partie 4 : Reconstitution du son

<b>Niveau de pression sonore</b> $N$ (en dB FS) lu sur <i>Audacity</i>	<b>Coefficients</b> $a_i$ calculés par $512 \cdot 10^{N/20}$	<b>Fréquence</b> $F_i$ (en Hertz) multiples du fondamental	<b>Expression</b> $a_i \sin(2\pi F_i x)$ en fonction de $x$ et des nombres $a_i$ et $F_i$
0,2	523,9	894	$523,9 \sin(2\pi \times 894x)$
-21	45,6	1788	$45,6 \sin(2\pi \times 1788x)$
-17	72,3	2682	$72,3 \sin(2\pi \times 2682x)$
-21	45,6	3576	$45,6 \sin(2\pi \times 3576x)$



# Travail des élèves sur le fonctionnement de Shazam

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves  
Objectifs  
Exemples de  
Parcours

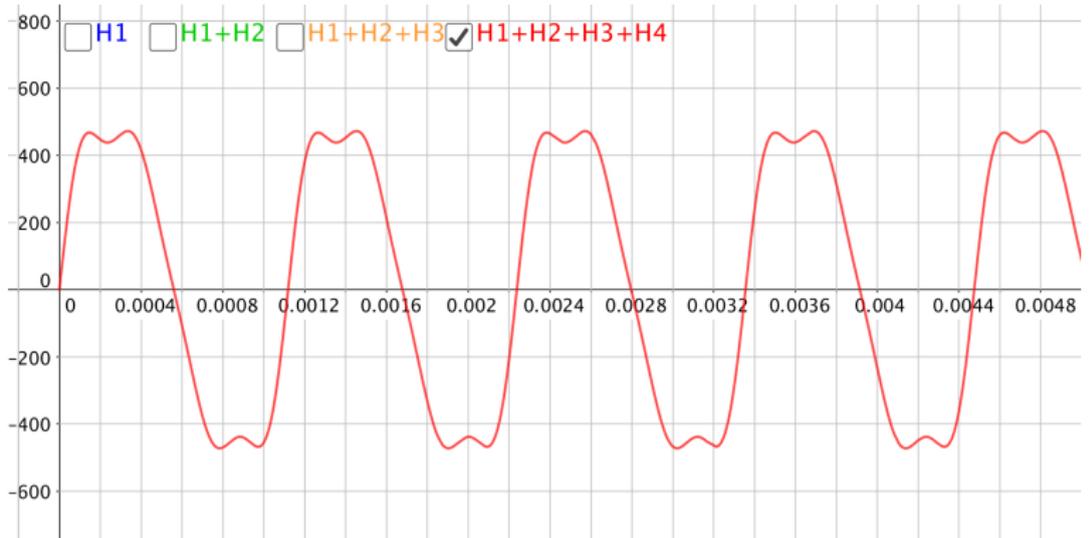
Shazam

Pourquoi  
Shazam ?  
Fonctionnement  
Le Parcours  
Enquête  
Synopsis  
Partie 1  
Partie 2  
Partie 3  
**Partie 4**

## Partie 4 : Reconstitution du son

Écouter le son complexe reconstruit

Écouter le son de la clarinette



Revenir aux explications sur le fonctionnement de Shazam



# Sources

Fonctions trigo  
en TermS

C. KIRCH  
O. JUTAND

Parcours

Des questions  
d'élèves

Objectifs

Exemples de  
Parcours

Shazam

Pourquoi  
Shazam ?

Fonctionnement

Le Parcours

Enquête

Synopsis

Partie 1

Partie 2

Partie 3

Partie 4

## Bibliographie

- Avery Li-Chun Wang,  
An Industrial-Strength Audio Search Algorithm

## Sitographie, liens internet

- La Magie de Shazam : dans les entrailles de l'algorithme
- Tube de KUNDT en fonctionnement (Vidéo YouTube)
- Distinction entre un son pur et un son complexe (Vidéo université Lille1)

## Logiciels

- PrettyFastFFT
- Audacity