

LA PHONETIQUE

SOMMAIRE

I Introduction

- 1 les domaines de la phonétique
- 2 l'A.P.I. du français
- 3 les caractéristiques des principales catégories de sons

II Physiologie de la phonation et phonétique articulatoire

- 1 l'appareil phonatoire
- 2 les différents processus physiologiques de la parole
- 3 les traits articulatoires des trois catégories du français
- 4 classification articulatoire des sons.

III Quelques problèmes de phonétique combinatoire

- 1 l'instabilité de certains sons
- 2 loi de position des voyelles dans la syllabe
- 3 les groupes consonantiques
- 4 allongement de la voyelle et redoublement de la consonne
- 5 l'assimilation
- 6 la liaison et l'enchaînement

IV Eléments de phonétique acoustique

- 1 définition
- 2 les différents types de sons et les paramètres acoustiques
- 3 étude des sons isolés de la parole

V La prosodie

- 1 les paramètres acoustiques impliqués
 - 2 l'intonation
 - 3 l'accentuation
 - 4 autres éléments prosodiques
-

LA PHONÉTIQUE

I. Introduction

1 les domaines de la phonétique

La phonétique articulatoire : la plus ancienne, consiste à étudier comment les sons de la parole sont articulés, avec quels organes, quels sont les processus qui interviennent. Elle définit aussi quelles sont les variations dans le temps des divers sons, les variantes et leur distribution dans la langue.

La phonétique acoustique : est l'étude des qualités acoustiques des sons, nécessite un appareillage pour recueillir et analyser les signaux sonores.

La phonétique auditive ou perceptive : concerne la perception des messages vocaux, on y étudie ce qui est perçu par l'oreille, or l'oreille juge de façon subjective. En ce sens la phonétique perceptive se distingue de la phonétique acoustique qui elle analyse les sons de manière objective.

2 l'A.P.I. du français

Cf : <http://virga.org/cvf/alphabet.php>

CF : http://encyclopedie-fr.snyke.com/articles/alphabet_phonetique_international.html#Transcription_th.C3.A9orique_des_phon.C3.A8mes_fran.C3.A7ais

position de la langue ←→	antérieure		centrale		postérieure	
arrondi des lèvres	non-arrondie	arrondie	non-arrondie	arrondie	non-arrondie	arrondie
position de la langue ↑ haute mi-fermé moyenne mi-ouverte ↓ basse	i	y	ø		u	
	e		ə		o	
	ẽ ε	œ œ̃			ɔ õ	
	a				ã ɑ	
nasalité	-					

3 les caractéristiques des principales catégories de sons

Le français est une langue qui présente une relative netteté articulaire, les sons sont précis, l'articulation est tendue¹. Le français donne une image sonore équilibrée² et douce³.

Les voyelles

Elles sont toutes sonores⁴. Acoustiquement les voyelles sont des sons musicaux.. L'articulation d'1 voyelle est accompagnée d'1 ouverture du canal buccal⁵ et ne produit jamais de bruit⁶.

A elles seules les voyelles peuvent former des syllabes, elles constituent le noyau syllabique, il y a toujours une voyelle par syllabe et une seule.

Les consonnes

Elles se répartissent en 2 séries : les sonores et les sourdes.

Lors de leur production, l'air expiré rencontre un obstacle en un ou plusieurs points de la cavité buccale ce qui provoque un bruit (friction ou impulsion).

Les consonnes à elles seules ne peuvent constituer des syllabes (en français) mais elles peuvent se trouver à n'importe quelle place dans la syllabe.

Les semi-consonnes

Elles sont au nombre de 3 en français et ne doivent pas être confondues avec les hiatus⁷ ni avec les diphtongues⁸.

Les semi-consonnes sont des sons de transition entre une voyelle de départ et un son consonantique fricatif d'arrivée. Elles sont phonétiquement très proches des voyelles dont elles sont issues⁹ mais elles comportent également des caractères consonantiques¹⁰.

II. Physiologie de la phonation et phonétique articulaire

C'est l'étude de la manière dont les sons de la parole sont réalisés. Selon les sons à produire on met en jeu un certain nombre d'éléments organiques¹¹ dont la fonction première n'est pas la phonation qui est une fonction tardive par rapport aux autres fonctions telles que la déglutition, la mastication ou la respiration qui utilisent les mêmes organes.

¹ Ce qui augmente les différences entre les sons.

² Proportion = entre cons. et voyelles

³ Les cons. dures (3 occlusives sourdes) étant proportionnellement bcp – présentes que les autres

⁴ = vibrations des cordes vocales

⁵ espace entre dos de la langue et palais

⁶ au sens acoustique du terme

⁷ qui mettent en contact 2 voyelles stables (hiatus interne : irréel – hiatus externe : il a eu un)

⁸ sons vocaliques instables, glissement d'aperture

⁹ timbre, lieu d'articulation, labialisation, caractère oral

¹⁰ le mode fricatif, le fait qu'elles ne peuvent à elles seules former des syllabes

¹¹ voies respiratoires, pharynx, larynx, langue, ...

1 l'appareil phonatoire et les différents processus physiologiques de la parole

Les différents organes entrant en jeu dans la parole sont regroupés en 3 étages jouant chacun un rôle spécifique dans la caractérisation des sons de la parole et dans les paramètres acoustiques (hauteur, amplitude, durée):

L'étage pulmonaire

C'est l'étage de la soufflerie, à cet étage sont impliqués le diaphragme, les poumons, les bronches et la trachée ; à cette étape on peut agir sur la durée¹² et sur l'intensité¹³ du son.

L'étage laryngé

Le **larynx** est situé au sommet de la trachée et est formé d'un ensemble de 4 cartilages : thyroïde, cricoïde et 2 arythénoïdes. Au niveau du larynx on agit sur la **fréquence**¹⁴ des sons. La fréquence avec laquelle les cordes vocales vibrent pour la réalisation d'un son est propre à chaque individu, cette fréquence propre est appelée ton laryngien ou fréquence fondamentale

Les **cordes vocales** sont reliées vers l'avant au cartilage thyroïde, à ce niveau elles sont fixes. Vers l'arrière chacune est reliée à un cartilage arythénoïde, à ce niveau elles sont mobiles car ces 2 cartilages pivotent ou basculent sur eux-même. Lorsqu'elles sont rapprochées elles vibrent et la réalisation est **sonore**, lorsqu'elles sont éloignées elles ne vibrent pas et la réalisation est **sourde**.

Rôle des cordes vocales : opposition réalisation sourdes/sonores – production de la fréquence fondamentale – production de l'intonation (variation de la f.f.) – production de sons différenciés – rôle dans le chant (les différents registres).

La fréquence propre à chaque individu avec laquelle les cordes vocales vibrent pour la réalisation d'un son est appelée *fréquence fondamentale*¹⁵.

L'étage supra laryngé ou supra glottique (ou résonateurs)

Il est composé de 4 cavités :

Le **pharynx** peut se déformer (diminuer ou augmenter) par les mouvements du larynx (haut/bas) ou ceux de la langue (avant/arrière).

La **cavité nasale** ne se déforme pas. Son effet résonateur est dû au passage de l'air lorsque le voile du palais est abaissé¹⁶.

La **cavité buccale** peut se déformer selon les mouvements de la langue ; elle est limitée en haut par le palais, en bas par la langue et en arrière par le pharynx.

La **cavité labiale** se déforme grâce à la grande mobilité de ses lèvres, ce résonateur modifie le son à la sortie de la cavité buccale.

¹² selon que l'on expulse +ou – d'air le son sera + ou - long

¹³ selon la force avec laquelle on expulse l'air le son sera + ou - fort

¹⁴ c'est le nombre de vibrations par seconde des cordes vocales ; elle dépend à la fois de la longueur et de l'épaisseur des cordes vocales (plus les cordes sont grandes et épaisses, plus la voix est grave)

¹⁵ ou encore ton laryngien ou son laryngé

¹⁶ Cf processus de nasalisation

Ces cavités sont appelées **résonateurs** car elles sont responsables de la transformation du ton laryngien¹⁷. A la sortie des cavités supra-glottiques on a des **sons différenciés**. L'ensemble des fréquences originales provenant de la déformation particulière des résonateurs s'appelle le **timbre**.

La langue est le plus important organe de la parole après les cordes vocales.

Le processus de **nasalisation** sert à opposer certains sons. Il existe dans toutes les langues surtout pour opposer les consonnes entre elles¹⁸.

Le processus de labialisation sert à différencier les sons mais pas forcément à les opposer, à chaque son étiré ne correspond pas forcément un son arrondi.

2 les traits articulatoires des trois catégories du français

Consonnes et semi-consonnes

Un **articulateur** est une partie organique qui, en se rapprochant ou en touchant une autre partie organique, permet la réalisation d'un son.

Dans l'articulation d'une consonne il y a 2 sortes d'articulateurs :

Les articulateurs supérieurs

- 1 : Lèvre supérieure
- 2 : Incisives supérieures
- 3 : Alvéoles
- 4 : Région palatale¹⁹
(*pré-palatale, médio-palatale*
et post-palatale)
- 5 : région vélaire²⁰
(*pré et post-vélaire*)
- 6 : région uvulaire²¹

Les articulateurs inférieurs

- A : lèvre inférieure
- B : pointe de la langue (Apex)
- C : région dorsale de la langue
(*pré-dorsale, médio-dorsale*
et post-dorsale)
- D : racine de la langue (Radex)

• On oppose généralement les consonnes et les semi-consonnes par leur **point d'articulation** :

A/1 :	bilabiales	[p, b, m]
A/2 :	labiodentales	[f, v]
B/2-3 :	apico-dentales	[t, d, n]
B/3 :	alvéolaires	[l, r, s, z]
B/4 :	pré-palatales	['ch', 'j']
C/4 :	dorso-palatales	[j, 'h' inversé, 'gn']
C/5 :	vélaires	[k, g, w, 'ing']
D/6 :	uvulaires	[R]

¹⁷ fréquence indifférenciée provenant de la vitesse de vibration des cordes vocales

¹⁸ en espagnol et en anglais il n'y a pas de voyelles nasales

¹⁹ région osseuse du palais, ou palais dur

²⁰ partie postérieure du palais non osseuse, ou palais mou

²¹ partie mobile : luvette

- On oppose également les consonnes par leur **mode d'articulation** :

Dans l'articulation des **occlusives**, le blocage de l'air expiré est total. Le passage de la phase d'occlusion à la phase d'explosion est très bref. Le son est entendu juste le temps de l'explosion. Il y a 10 consonnes occlusives.

Dans le **mode constrictif**, le blocage de l'air expiré n'est que partiel. On distingue 3 variantes en fonction de la manière dont les articulateurs se rencontrent.

Mode fricatif (ou constrictif médian) : les articulateurs sont rapprochés, l'air s'écoule en continu en provoquant un bruit de friction, le son a une durée beaucoup moins brève que dans les occlusives, il est entendu pendant tout le temps où les 2 articulateurs sont rapprochés (durée de la réalisation). Il y a 6 fricatives.

Mode constrictif latéral : les articulateurs sont en contact mais l'air s'écoule en continu de chaque côté de la langue. Une seule consonne concernée, le [l].

Mode constrictif vibrant : les 2 articulateurs vibrent l'un contre l'autre, [r].

La latérale et les vibrantes font partie des « liquides », terme surtout employé en phonétique acoustique.

- **Sourdes / sonores**

Sourdes [p, t, k, f, s, 'ch']

Sonores [b, d, g, v, z, 'j']

[j, w, 'h' inversé, m, n, 'ing', 'gn', l, R, r]

- **Orales / nasales**

Orales [p, b, t, d, k, g]

Nasales [m, n, 'ing']

Voyelles

- Ici le **lieu d'articulation** est l'endroit où se fait le rapprochement des articulateurs : le dos de la langue et la partie antérieure ou postérieure du palais. Dans l'articulation d'une voyelle les articulateurs ne sont pas en contact, l'air laryngé circule librement, il n'y a donc pas de bruit de friction.

Il y a les voyelles antérieures – la langue se masse dans la région antérieure de la cavité buccale- et les voyelles postérieures – la langue se masse dans la région postérieure de la cavité buccale.²²

- Le **degré d'aperture** est le degré d'ouverture du canal buccal, il correspond à l'espace entre le dos de la langue et le palais. Il y a 4 degrés d'aperture : fermé, moyennement fermé, moyennement ouvert et ouvert.

- On distingue 2 catégories de voyelles selon que lors de l'articulation les lèvres sont étirées ou arrondies, c'est la **labialisation**. Certaines voyelles peuvent s'opposer 2 à 2 selon ce critère.

- Comme pour les consonnes on a les voyelles **orales** et les voyelles **nasales**.

²² pour l'anglais il faut rajouter une région centrale pour l'articulation de certains sons (ex. **duck**)

3 classification articulatoire des sons.

Rappel des critères de classification

Les consonnes :

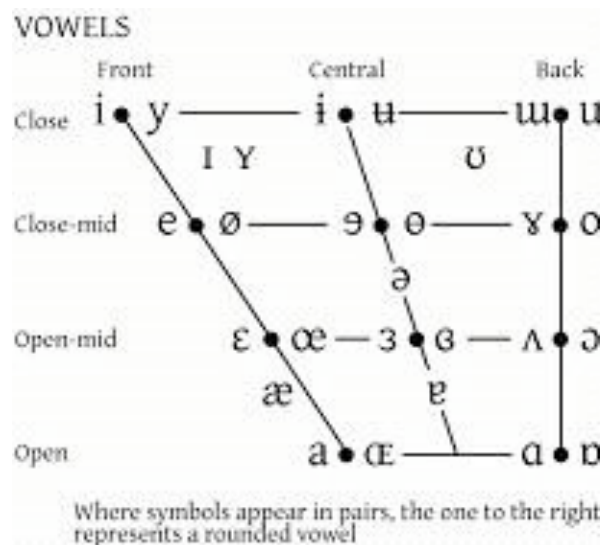
- mode d'articulation (occlusives, constrictives)
- le passage de l'air dans les cavités (orales et nasales)
- le rôle des cordes vocales (sourdes, sonores)
- les points d'articulation (bilabiales, labio-dentales, apico-dentales, alvéolaires, pré-palatales, dorso-palatales, vélares, uvulaires)

Les voyelles :

- le passage de l'air dans les cavités (orales et nasales)
- la labialisation (étirées ou arrondies)
- le lieu d'articulation (antérieures et postérieures)
- l'aperture (fermées, mi-fermées, mi-ouvertes, ouvertes)

Les voyelles « cardinales » sont celles réalisées avec un mouvement articulaire optimum : ex. [i] est à la fois la plus antérieure, la plus étirée et la plus fermée, [u] est à la fois la plus postérieure et la plus arrondie. Ces voyelles cardinales apparaissent dans tous les systèmes vocaliques.

Trapèze articulatoire des voyelles du français :



Les semi-consonnes :

Chacune est issue d'une voyelle particulière [j] / [i], [ʰ inversé] / [y], [w] / [u]. Elles sont toutes les 3 constrictives médianes ouvertes, orales et sonores.

- Du point de vue articulatoire les 1/2 consonnes correspondent à un phénomène de palatisation ou de fermeture de la voyelle correspondante.
- L'aperture est beaucoup plus petite que la voyelle correspondante, tendance à la constriction, d'où le classement de ces sons parmi les constrictives médianes.
- Elles s'opposent entre elles par le critère de labialisation et par leur point d'articulation.
- Pas de bruit de friction.

III. Quelques problèmes de phonétique combinatoire

1 *l'instabilité de certains sons*

Les **consonnes nasales** sont le plus souvent sonores, mais en finale elles peuvent être sourdes en fonction du contexte. En français méridional, dans les mêmes mots [m] garde le plus souvent sa caractéristique sonore à cause du e final prononcé.

Les **liquides** sont classés parmi les sonores malgré tout cela dépend beaucoup du contexte, en fait elles sont sonores dans un contexte sonore et sourdes dans un contexte sourd. Elles sont le plus souvent sonores à l'initiale, à l'intervocalique et à côté d'une consonne sonore et elles sont assourdies en finale et dans un groupe consonantique quand l'autre consonne est sourde.

Le **e muet** est dit également caduc car il peut tomber. Lorsqu'il est prononcé son timbre est très instable. Les règles de distribution du e muet sont variables et dépendent à la fois du contexte et du locuteur (accent régional).

Quelques règles : en début de groupe rythmique il est instable, en fin de groupe il n'est le plus souvent pas prononcé, à l'intérieur d'un groupe il est instable s'il n'est précédé que d'une consonne et il est maintenu s'il est précédé de plus d'une consonne.

En français méridional ces règles ne jouent pas, la tendance est la prononciation de tous les e muets sauf dans le cas de la liaison quand ils se trouvent en finale de mots.

2 *loi de position des voyelles dans la syllabe*

En français méridional, certaines voyelles raches au plan articulatoire sont distribuées différemment en fonction du contexte syllabique. Ces voyelles sont soumises à la loi de position dans la syllabe ; on parle aussi de distribution incomplète en disant que les 2 distributions sont complémentaires.

C'est le cas des couples : [o] et [] - [e] et [] - [ø] et [oe]

Les 3 en gras se trouvent généralement en syllabe ouverte (càd en fin de syllabe) et les 3 autres en syllabe fermée.

3 *les groupes consonantiques*

On distingue 2 grandes catégories de groupes consonantiques :

Les **groupes intra syllabiques** : il s'agit d'une suite de plusieurs consonnes articulées au sein d'une même syllabe : [plak], [stRi]

Les **groupes inter syllabiques** : plusieurs consonnes se retrouvent en contact à l'intersection de 2 syllabes, (sans être de véritables groupes consonantiques au sens phonétique du terme) : [aRtist], [aRke]

Lorsque l'on parle de groupe consonantique sans préciser lequel, on parle généralement du groupe intra syllabique.

Il existe beaucoup de **groupes consonantiques** en français, la plupart sont constitués de 2 consonnes, plus rarement de 3 consonnes.

Les groupes sont dits '**secondaires**' lorsqu'ils résultent de la chute d'un 'e' muet, par défaut ils sont '**primaires**'. Le plus souvent les 'primaires' contiennent [R] ou [l] et apparaissent dans les 3 positions (initiale, intérieure, finale). Souvent les groupes secondaires n'ont pas une distribution complète.

D'une langue à l'autre on peut avoir des groupes consonantiques différents et leur distribution peut varier.

4 allongement de la voyelle et redoublement de la consonne

L'**allongement de la voyelle** est un allongement de la durée et se trouve plus souvent en finale de mot lorsque la syllabe est fermée par une consonne ou un groupe consonnantique ; il se note [:]. En versification l'allongement est régi par des règles précises mais non phonologiques.

L'**allongement d'une consonne** correspond en fait à un redoublement ; on parle de **gémination** de la consonne. Ce redoublement est marqué graphiquement par 2 consonnes qui se suivent et phonétiquement par 2 consonnes séparées par un tiret ([som-me], [il-ladi]).

C'est avec le [l] qu'il y a le plus fort degré de gémination. On a également beaucoup plus de gémination à l'initiale des mots, notamment lorsqu'il y a un préfixe²³.

Le plus souvent le redoublement consonnantique répond à une volonté du locuteur de calquer sa production sur la transcription graphique, mais parfois le redoublement est obligatoire car il sert à marquer des oppositions dans la langue : opposition morphologique en fonction du temps du verbe²⁴, opposition d'items avec ou sans « e » muet²⁵, opposition syntaxique entre 2 énoncés²⁶.

5 l'assimilation

L'assimilation est le changement phonétique que subit un son au contact d'un autre son : un son transmet à un autre son une ou plusieurs de ces caractéristiques articulatoires. En français on parle surtout d'assimilation consonnantique.

L'**assimilation** est **progressive** quand, dans une suite de 2 consonnes, la 1^{ère} modifie la seconde. On a assimilation progressive en français pour R ou l chaque fois qu'elles apparaissent après une consonne sourde. Ce dévoilement se note par un ° placé au dessous de la consonne assimilée.

On parle d'**assimilation régressive** quand c'est l'inverse, c'est-à-dire lorsque c'est la 2nd qui modifie la 1^{ère}. Dans les mots en -isme ou en -asme, la tendance est à l'assimilation régressive du « s », sonore au contact de [m]. L'assimilation régressive est très fréquente en français. Elle se note par un petit v placé au dessus de la consonne assimilée.

²³ la gémination accompagnée du préfixe i- marque souvent la négation

²⁴ [krwajò] / [krwaj-jò]

²⁵ le redoublement marque la chute du 'e' muet

²⁶ [iladi] / [il-ladi], ici le redoublement marque l'emploi d'un pronom

6 la liaison et l'enchaînement

La liaison entre 2 mots correspond au fait :

- De prononcer une consonne finale qui ne se prononce pas quand le mot est isolé ([tutafe])
- De lier un mot terminé par un 'e muet' au mot suivant en éliminant le 'e muet' ([masoelami]
- De lier un mot terminé par une voyelle nasale au mot suivant en rajoutant un [n] ([mòdami])
- Dans les 3 cas le 2^{ème} mot commence toujours par une voyelle. Les liaisons peuvent se réaliser sous la forme de plusieurs consonnes.

Certaines liaisons sont obligatoires : quand elles sont fonctionnelles et qu'elles permettent de distinguer des énoncés différents ; d'autres sont interdites : dans le cas duh disjonctif (la haine).

IV. Eléments de phonétique acoustique

1 définition

Le **son** est un mouvement ondulatoire de l'air ou d'un autre milieu élastique qui produit une sensation sonore lorsqu'il atteint l'oreille. Un milieu est 'élastique ' lorsque ce milieu se déforme au passage d'une onde et qu'il retrouve ensuite son état initial. Le déplacement d'une onde sonore consiste en une perturbation de la matière car, après le passage de la perturbation, les molécules d'air comprimées retrouvent toujours leur position initiale. L'onde sonore résulte de la vibration d'un corps (source sonore) et se propage à une certaine vitesse selon la densité du milieu :

Dans l'air le son se propage à la vitesse de 340m / seconde

Dans l'eau, la vitesse de propagation est de 1500 m /seconde

Dans un solide tel que l'acier, la vitesse de propagation est de 5000 m / seconde

La perturbation sera plus ou moins importante (**amplitude** de la perturbation) et durera plus ou moins (**longueur d'onde**) selon la taille de la source de la perturbation. Au bout d'un certain temps, (**durée** du phénomène), le milieu retrouve sa forme initiale, on parle alors de l'**amortissement** de l'onde.

2 les différents types de sons et les paramètres acoustiques

La plupart des sons peuvent se répartir en 2 classes, celle des sons périodiques (violon, cordes vocales, ...) et celle des sons non périodiques, encore appelés bruits ou sons apériodiques (explosion, torrent, claquement de porte, [s],...)

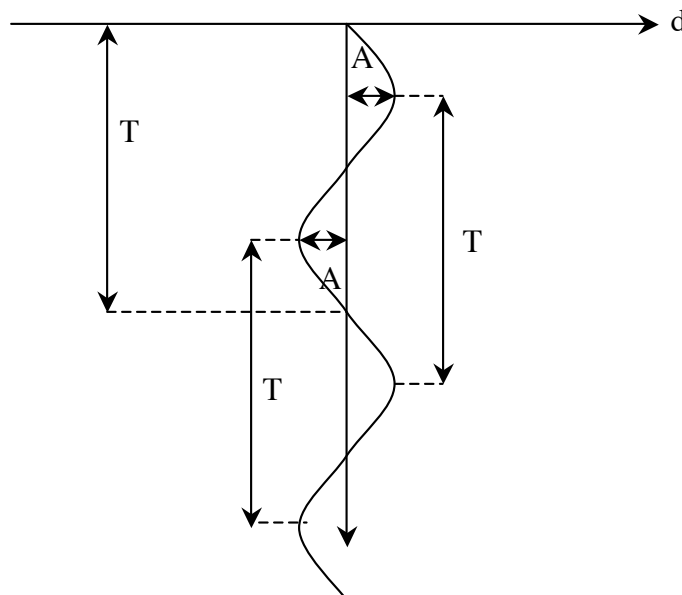
Les sons périodiques complexes

Les **sons périodiques simples** (ou sons purs) sont les plus faciles à décrire car ils sont le résultat d'une simple oscillation, parfaitement régulière, cette dernière pouvant être représentée mathématiquement sous la forme d'une courbe sinusoïdale. Ces sons sont en fait très rares (ex. : le 'la' d'un diapason, ...). Perceptivement ils sont très épurés et paraissent peu ou pas naturels.

Onde plane : l'onde se propage par tranches planes perpendiculairement à l'axe du temps.

Onde sphérique : lorsque l'onde se déplace de la même façon dans toutes les directions.

Onde diffuse : elle est réfléchiée par de multiples obstacles (dans une pièce par ex.), le son peut venir de toutes les directions.



Le signal sonore se reproduit identique à lui-même à des intervalles de temps réguliers. La sinusoïde décrit un cycle complet pendant un temps **T** appelé « **période** » ; ce temps s'exprime en seconde.

On dit qu'un son est périodique chaque fois que l'onde sinusoïdale qu'il produit, se reproduit plusieurs fois identique à elle-même à intervalles réguliers.

La **fréquence f** de l'onde sonore est égale au nombre de périodes par seconde, elle se mesure en hertz.

Si la durée d'une période **T** (ou d'un cycle sinusoïdal) est de 1 seconde, cela signifie que la fréquence (ou le nombre de cycles par seconde) est de 1 Hertz.

Si la période **T** est de 1/2 seconde, la fréquence est de 2 Hertz (pendant 1 seconde on a 2 périodes).

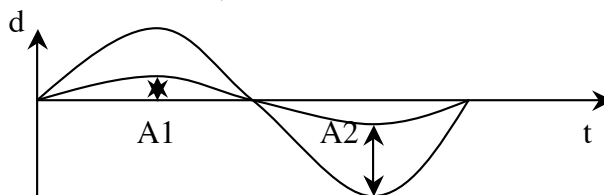
Si la période est de 1/10 de seconde, la fréquence est de 10 Hertz (pendant 1 sec. On a 10 périodes). ...

La relation liant la période T à la fréquence f peut s'écrire :

$$f = 1 / T$$

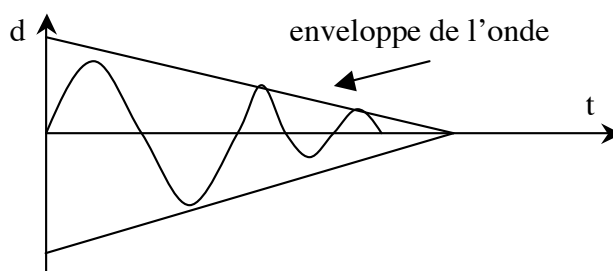
En ordonnée on a le déplacement de l'onde (d), en abscisse le temps (t) ; on l'appellera **l'amplitude A** d'une onde sonore périodique le déplacement maximum de l'onde autour de la position d'équilibre. Plus ce déplacement est grand et plus le son est fort, plus il a une grande amplitude. Au contraire si le déplacement est très petit, le son est faible, il a peu d'amplitude.

Le diapason peut vibrer avec plus ou moins d'amplitude selon l'impulsion qu'on lui donne (on le frappe plus ou moins fort).



L'amplitude de l'onde est plus forte mais la période est restée identique. Quelle que soit la force de l'amplitude, le diapason continue de vibrer avec sa fréquence propre.

Il y a toujours dans l'air des forces de frottement de l'onde , ceci implique que l'amplitude du mouvement ondulatoire décroît dans le temps jusqu'à s'annuler complètement. Le mouvement sinusoïdal est donc amorti.



Si l'amplitude décroît d'un cycle sur l'autre, là aussi la fréquence reste constante , elle est égale à la fréquence de résonance du système ou à sa fréquence propre.

Son aigu ou grave :

Plus un son est aigu, plus le nombre de périodes à la seconde est élevé et plus la fréquence est grande. Au contraire, plus un son est grave moins le nombre de périodes est grand et moins la fréquence est grande. On parle de fréquence haute pour les sons aigus et de fréquence basse pour les sons graves.

Longueur d'onde :

La longueur d'onde (h) est la distance que parcourt une onde pendant une période. Elle est donc égale à la vitesse de l'onde (340m/s) multipliée par la période :

$$h = v \cdot T$$

$$h = v / f$$

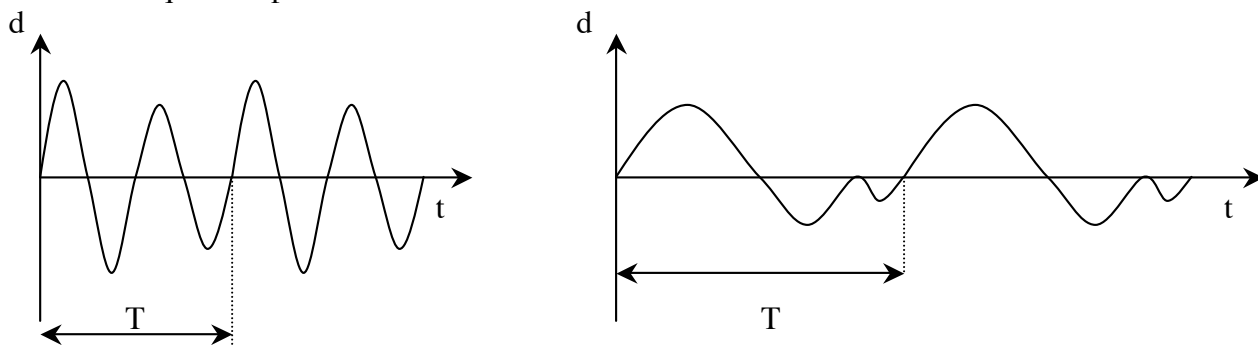
Sons purs :

Ce sont des sons à la forme très régulière.

Les sons périodiques complexes

Les **sons périodiques complexes** sont les sons que l'on a le plus l'habitude d'entendre, ils ont une forme beaucoup moins régulière. La forme sinusoïdale, elle est plus complexe, mais le tracé est toujours périodique et comporte une certaine amplitude.

Si l'on représente temporellement le déplacement de ces ondes voici le type des courbes que l'on peut obtenir :

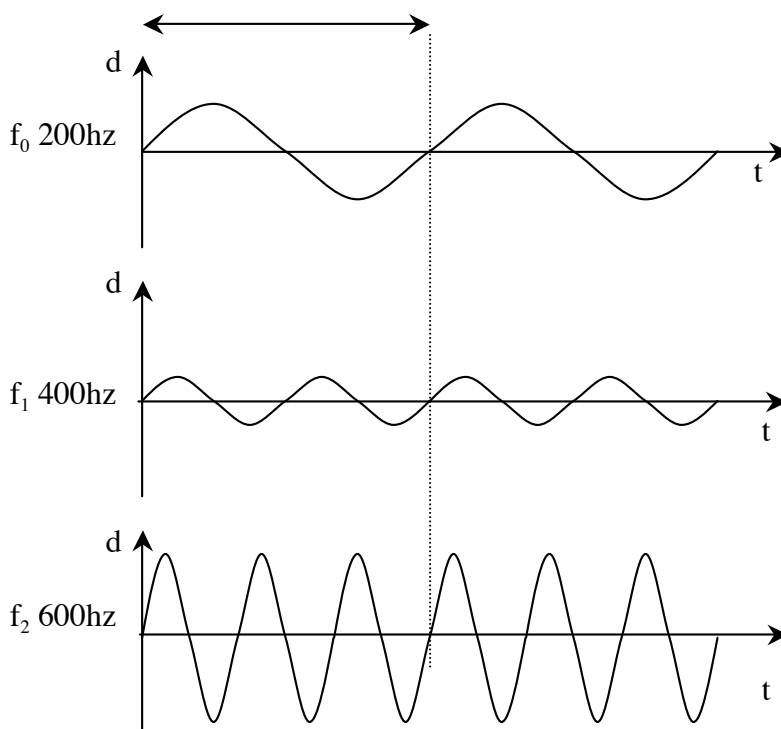


Théorème de Fourrier :

Le physicien Fourrier a démontré que n'importe quelle onde périodique, aussi complexe soit-elle pouvait être décomposée en un certain nombre d'ondes sinusoïdales simples : une fréquence de base appelée « fondamentale » et plusieurs autres fréquences appelées « harmoniques » ou « partiels ».

Plus il y a de pointes dans une période et plus il y a d'harmoniques. Lorsqu'il y a beaucoup d'harmoniques dans une onde sonore on dit que le son est « riche ».

Le fondamental F_0 étant la fréquence de base elle constitue toujours la fréquence la plus basse du son. Les harmoniques $F_1, F_2, F_3...$ sont tous des fréquences multiples du fondamental. Exemple : si F_0 est égal à 200hz, F_1 est égal à 2 fois le fondamental, c'à d à 400hz, F_2 est égal à 3 fois le fondamental, c'à d 600hz.

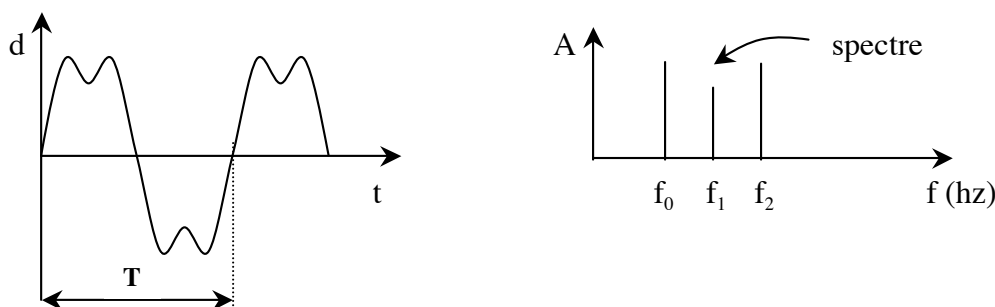


Notion de timbre:

Plusieurs sons périodiques complexes peuvent très bien avoir la même fréquence ainsi que la même amplitude et s'entendre différemment. La notion de timbre est très importante pour la différenciation des voyelles entre

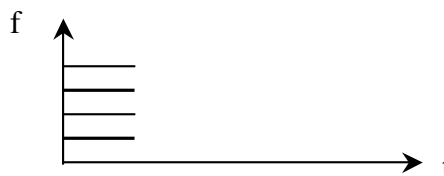
La représentation spectrale:

L'analyse des sons périodiques complexes en composantes sinusoïdales s'effectue par des appareils électroniques appelés spectrographes. Ces appareils adoptent une représentation spectrale du son, c'est-à-dire qu'elle tient compte à la fois de la fréquence (en abscisse) et de l'amplitude (en ordonnée) mais pas de la durée!



La longueur de chaque raie est proportionnelle à l'amplitude de chaque harmonique : la 1^{ère} raie est f_0 , les suivantes sont les harmoniques f_1, f_2, f_3, \dots

Pour l'analyse de la parole il est important de représenter la composante temporelle, on utilisera donc de préférence une représentation sonographique qui donne les 3 composantes.



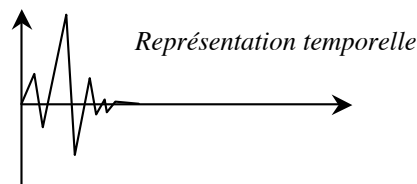
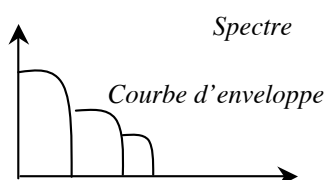
L'amplitude est donnée par le degré de noirceur du tracé, plus l'amplitude est grande plus le tracé est épais (sur le spectre ce sont les traits les plus longs).

Les sons apériodiques complexes

Il s'agit de tous les sons qui ne donnent pas lieu à des vibrations périodiques, c'est-à-dire des vibrations se répétant de manière identique dans le temps. Les sons apériodiques sont des vibrations anarchiques ou aléatoires. Ça peut être des impulsions (explosion, claquement de portes, consonnes occlusives) ou des vibrations (vent, torrent, consonnes fricatives).

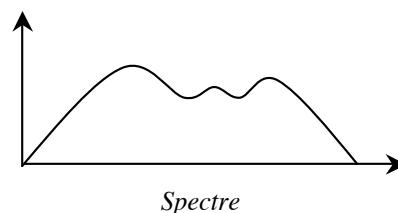
Les impulsions

Elles ont une représentation spectrale et temporelle très caractéristique. Les harmoniques sont extrêmement rapprochées. Pour représenter l'amplitude de toutes les fréquences on a une courbe d'enveloppe et un spectre continu.



Les vibrations apériodiques continues

Elles correspondent à une suite irrégulière d'impulsions donc on a une représentation spectrale continue avec une courbe d'enveloppe. La représentation spectrale et temporelle est également très caractéristique : la durée est beaucoup plus longue, voire infinie (bruit de la circulation, d'une rivière ou du vent).



3 étude des sons isolés de la parole

Lorsqu'on parle l'appareil phonatoire est en mouvement constant, ce qui implique une évolution permanente de la fréquence, de l'intensité et de la structure formantique. Dans la parole les sons ne sont pas isolés²⁷. Il y a influence des sons les uns sur les autres. L'évolution de la fréquence fondamentale varie également avec la mélodie.

Dans la parole il y a un son chaque fois que l'air expiré vient buter sur un obstacle. Les sons de parole ont donc une origine, une source appelée **Si**. Cette source est apériodique si elle résulte des vibrations des cordes vocales mais d'une constriction ou d'une occlusion provoquant un bruit de friction.

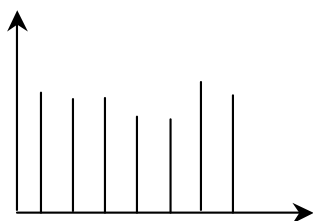
Les cavités phonatoires telles que pharynx, bouche et nez interviennent pour modifier le timbre de la source (qu'elle soit périodique ou apériodique). Ainsi les cavités phonatoires sont des résonateurs dont la forme et le volume sont responsables de la modification du timbre ; ce phénomène est appelé 'fonction de transfert' **Ti**. **Ti** correspond à la modification de la source **Si** par la forme et le volume des différentes cavités de résonance.

D'un point de vue acoustique le son de la parole émis à la sortie peut donc se représenter par une fonction **Pi** qui correspond à la combinaison d'une fonction de source **Si** et d'une fonction de transfert **Ti**.

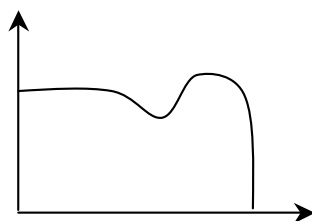
Cette fonction s'écrit :

$$P_i = S_i \times T_i$$

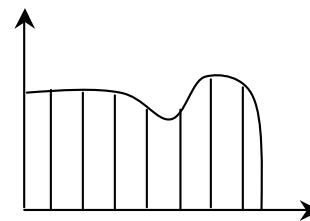
Spectre de la source



Résonance



Spectre final



²⁷ ainsi une analyse des éléments isolés de la parole s'accompagne nécessairement d'une étude de la dynamique liée à la parole.

Le transfert

Le transfert fixe

C'est lorsque, pendant l'émission d'un son de parole, les cavités pharyngo-buccales ne changent pas de forme. Il s'agit de toutes les voyelles du français et des toutes les consonnes constrictives.

Le transfert variable

C'est lorsqu'il y a changement de forme des cavités pharyngo-buccales en cours d'émission d'un phonème. Il s'agit des liquides, des semi-voyelles ainsi que de toutes les consonnes occlusives où il y a transfert variable car il y a 2 phases articulatoires : la fermeture (ou occlusion) pendant laquelle les articulateurs sont en contact et l'ouverture (ou explosion) pendant laquelle les articulateurs se séparent pour laisser passer l'air.

La fonction de source

La source périodique

La source est dite périodique lorsqu'il y a vibration des cordes vocales : le mouvement périodique d'ouverture et de fermeture de la glotte produit une vibration des cordes vocales et un son complexe qu'on appelle la voix.

Lorsque la source est périodique, le son de la parole produit est *périodique* (voyelle) ou *quasi-périodique* (semi-voyelle ou consonne sonore) lorsque celui-ci provient d'une source accompagnée de bruit (bruit de friction).

Si le bruit est continu on a une semi-voyelle ou une constrictive sonore.

Si le bruit est impulsionnel on a une occlusive sonore.

La source apériodique

On dit que la source est apériodique quand il n'y a pas de vibration des cordes vocales. Les sons produits dans ce cas sont tous des sons apériodiques mais ils proviennent tous d'une source de bruit.

Il s'agit de toutes les consonnes sourdes

Si le bruit est continu on a une constrictive sourde.

Si le bruit est impulsionnel on a une occlusive sourde.

Tableau récapitulatif en fonction de Si et Ti

	Source Si	Transfert Ti	Type de son Pi
P E R I O D I Q U E	Sans bruit	Fixe	voyelles
		Variable	diphthongues Semi-consonnes
	Avec bruit continu	Fixe	constrictives Sonores
		Variable	liquides*
	Avec bruit impulsionnel	variable	occlusives sonores
	A P E R I O D I Q U E	Avec bruit continu	fixe
Avec bruit impulsionnel		variable	occlusives sourdes

* parfois les liquides sont sourdes et dans ce cas elles ressemblent aux constrictives sourdes

Description acoustique des sons du français

Les voyelles orales

Quand le voile du palais est relevé le flux d'air laryngé ne passe qu'au travers de la cavité pharyngo-buccale qui est déformée en fonction de la voyelle orale à articuler. L'ensemble des résonateurs formés par la cavité pharyngo-buccale modifie l'amplitude des composantes spectrales de la source en amplifiant celles qui sont proches des fréquences de résonance. Les deux premiers harmoniques (formants F1 et F2) sont spécifiques pour chaque voyelle. Si les formants sont spécifiques et donc différents c'est que, selon la voyelle, la cavité pharyngo-buccale n'a pas la même forme.

F1 et F2 dépendent de la fonction de transfert Ti alors que la fréquence fondamentale ainsi que les harmoniques non amplifiées dépendent de la fonction de source Si.

Pour chaque voyelle on a un spectre différent.

Les voyelles nasales

Elles sont produites lorsque le voile du palais s'abaisse. Le flux laryngé traverse les cavités pharyngo-buccale et nasale. Le son produit est périodique et nasalisé. Au niveau du spectre cela se traduit par un affaiblissement en intensité des formants propres à la voyelle correspondante ; un formant nasal important se situe vers les 400hz, il est appelé 'extraformant' car il ne dépend pas des résonateurs.

Les traits distinctifs permettant de reconnaître une nasalisation sont très difficiles à détecter.

Les consonnes occlusives

Les orales sourdes proviennent d'une source aperiodique et d'une impulsion : l'air expulsé est stoppé par une occlusion dans le canal buccal. C'est le relâchement de l'occlusion (phase d'explosion) qui produit le bruit impulsionnel.

D'un point de vue spectral l'analyse est très difficile car la durée de ces phonèmes est extrêmement brève (occlusion 60 à 120ms / explosion 10 à 20ms). De plus le spectre dépend énormément de l'entourage vocalique.

Sur le sonogramme apparaît un trou qui correspond à la phase d'occlusion car il n'y a aucune énergie à ce moment là.

Les orales sonores proviennent d'une source périodique et d'un bruit impulsionnel produit par le relâchement brusque des articulateurs.

Spectralement le son produit a les mêmes caractéristiques que les occlusives sourdes correspondantes avec en plus une énergie dans les basses fréquences correspondant à la source périodique.

Sur le sonogramme on a également un trou mais avec des raies très courtes dans les basses fréquences correspondant à la source périodique.

Chez les occlusives nasales le flux laryngé traverse les cavités pharyngo-buccale et nasale. Le son produit provient alors d'une source périodique et d'une impulsion.

Les caractéristiques spectrales sont difficiles à établir car on est en présence 'd'extraformants' n'ayant rien à voir avec les résonateurs et ne pouvant donc être spécifiques. Le spectre de ces consonnes est très ressemblant de celui des occlusives orales voisées qui ont le même point d'articulation. Ceci est également valable pour la représentation sonographique.

Les consonnes constrictives

Les constrictives sourdes sont produites à partir d'un ressèment des articulateurs. Selon la forme et la position de ce ressèment dans le canal vocal, la constrictive est différente.

Le spectre est spécifique, il dépend beaucoup des voyelles de l'entourage. La constrictive qui a le plus d'intensité est le 'ch' devant le [s] et le [f].

Les constrictives sonores sont produites à partir d'une source de bruit due au ressèment de la cavité buccale et d'une source périodique.

Spectralement ces consonnes se distinguent de leur correspondantes sourdes par des raies dans les fréquences basses.

Sur le sonogramme on constate une moins grande énergie (tracé moins sombre).

Les liquides ressemblent plus à des voyelles qu'à des consonnes car le spectre présente des raies avec des formants très influencés par les voyelles environnantes ; la différence avec les voyelles réside dans la présence de bruit et dans la durée qui est plus courte. Ces formants apparaissent aussi sur le sonogramme.

Les semi-voyelles

Les formants évolutifs caractéristiques d'un transfert variable ressemblent à la voyelle correspondante : w → u j → i 'h' → y

V. La prosodie

1 les paramètres acoustiques impliqués

La prosodie regroupe la mélodie, l'accentuation et le rythme. Cela se traduit dans la chaîne parlée par les variations de plusieurs paramètres acoustiques :

La fréquence (ou hauteur)

C'est la qualité du son d'être plus ou moins grave. C'est la variation dans le temps de cette hauteur qui donne la mélodie, ligne musicale de la parole. Cette mélodie est également appelée intonation et correspond aux diverses variations du ton laryngien (ou fréquence fondamentale²⁸). Ce paramètre se mesure en hertz. Les valeurs les plus élevées (aiguës) correspondent à des accents²⁹.

L'intensité

C'est la qualité du son d'être plus ou moins fort. Elle se mesure en décibels (dB). Ses valeurs les plus élevées correspondent à des accents (accents d'intensité).

La durée

Elle est mesurée en unités de temps, généralement la ms en ce qui concerne l'analyse de la parole. L'étude de ce paramètre peut être corrélé avec le paramètre intensifié ou fréquence dans l'analyse de l'accentuation ou d'autres phénomènes prosodiques tels que le débit.

La pause

C'est le silence pouvant délimiter des groupes de mots ou des phrases. Ce silence a une intensité et une durée.

2 l'intonation (ou mélodie)

Elle dépend surtout de la variation de la fréquence fondamentale³⁰. Elle assure la ligne musicale de la phrase.

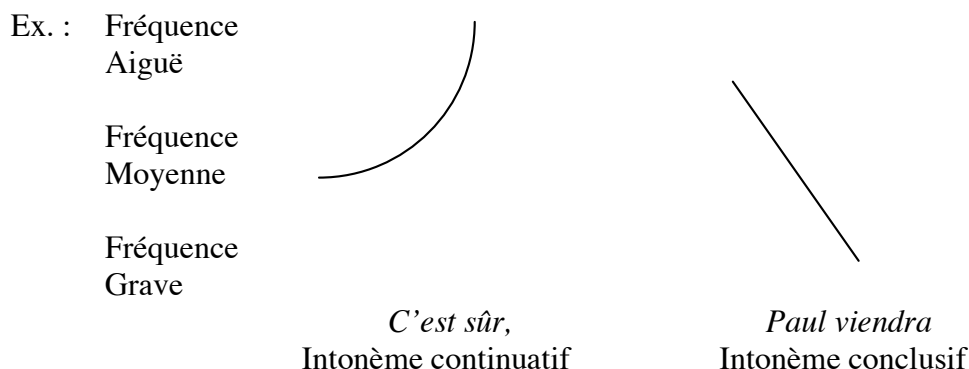
L'unité linguistique sur laquelle on travaille habituellement pour étudier l'intonation est la phrase. La phrase est donc une unité intonative suivie toujours d'une pause

²⁸ fréquence par seconde des vibrations des cordes vocales

²⁹ on parle d'accents de fréquence

³⁰ Fo : fréquence de vibration des cordes vocales

à l'intérieur de laquelle on peut trouver des groupes intonatifs, les intonèmes, marqués par la variation particulière d'un ou plusieurs paramètres acoustiques.



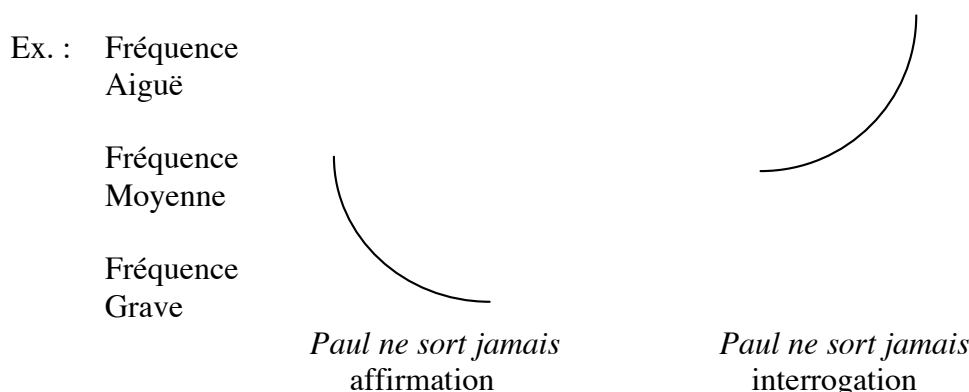
L'intonation a plusieurs fonctions :

Fonction expressive car elle véhicule l'affectivité et les états d'âme du sujet parlant.

Fonction démarcative³¹. Elle permet le découpage de la phrase en groupes syntaxiques permettant par ailleurs de mettre en valeur certains éléments en leur conférant parfois un statut d'énoncé complet (affirmation, question, description...).

Cette fonction est la preuve qu'il existe dans la langue des règles d'intonation standard intégrées par les locuteurs³² et qui permettent la construction d'énoncés corrects.

Fonction modale. Elle assure la signification de la phrase en lui affectant une modalité exclamative, interrogative, énonciative ou impérative. C'est cette fonction qui permet parfois d'opposer certains énoncés pourtant construits de manière identique au plan syntaxique.



³¹ ou fonction d'organisation de l'énoncé

³² comme le sont les règles syntaxiques

3 *l'accentuation*

Elle se matérialise selon les langues par la variation d'un des paramètres acoustiques (intensité, hauteur, timbre ou durée). En français ce sont les accents d'intensité ou de durée qui sont privilégiés. Les accents jouent un rôle essentiels puisque ce sont eux qui donnent le rythme à la parole.

Accent fixe / Accent libre

Dans les langues à accent fixe la place de l'accent est toujours la même. Dans les langues à accent libre³³ la place de l'accent n'est pas prévisible, l'accent peut alors avoir une valeur distinctive pour opposer par exemple 2 catégories syntaxiques.

Accent syntaxique / Accent lexical

L'accent syntaxique porte sur un syntagme³⁴. En français accent syntaxique et accent fixe se confondent.

L'accent lexical porte sur tout mot lexicalement plein (en morphologie on parle de lexèmes). Ces accents ont une fonction démarcative.

Accent emphatique / Accent interne³⁵

L'accent emphatique a une fonction expressive et une fonction d'insistance (mise en relief de certains termes). Il est placé sur la 1^{ère} syllabe du mot ou du groupe qui doit être mis en relief. On dit aussi qu'il a une fonction contrastive ou culmination car il met en relief certaines syllabes.

L'accent interne, par opposition, se place toujours sur la dernière syllabe et a une fonction démarcative (il se confond avec l'accent fixe ou l'accent syntaxique) ; il signale les fins de groupes ou de phrases.

4 *autres éléments prosodiques*

Le rythme

Il dépend de la position relative des accents. Il consiste dans le retour régulier de groupes de mots contenant un groupe quasi identique de syllabes, la dernière étant accentuée (accent syntaxique ou fixe). On parle de groupes ou de mesures rythmiques. L'utilisation du rythme est très important en poésie classique.

Le débit

Il correspond à la vitesse d'élocution, c'est-à-dire au nombre d'unités linguistiques que le locuteur produit dans un laps de temps donné. Le choix de l'unité linguistique ou de temps peuvent varier³⁶.

³³ comme l'anglais

³⁴ groupe de mots ayant une fonction syntaxique : SV, SN, Sadj

³⁵ ou non emphatique

Les pauses

Elles correspondent à des silences entre les mots, des groupes de mots ou des phrases. Elles constituent des éléments très importants en prosodie même si au plan acoustique elles correspondent à des phases de non signal. Les pauses sont souvent les seuls éléments fiables qui permettent de segmenter un énoncé en phrase ou syntagmes et donc en 'intonèmes' (unités intonatives). Souvent on va donc chercher les pauses avant même d'étudier les variations des autres paramètres.

5 place et fonction de la prosodie dans la langue

Le rôle de la prosodie dans le système de la langue est plus ou moins contesté. La difficulté de prêter une fonction propre à la prosodie vient de la notion de continuité et donc de la difficulté de dégager des unités intonatives.

La conception de la prosodie qui a prévalu pendant longtemps dans la théorie linguistique est celle qui la considère comme un phénomène parallèle à la parole et extralinguistique. Parmi toutes les fonctions de la prosodie qui ont pu mettre à jour, la fonction syntaxique semble être la plus débattue actuellement.

Deux points sont essentiels :

Malgré les divergences théoriques et méthodologiques il semble qu'il y ait un consensus sur l'importance et l'intérêt de la prosodie envisagée comme un phénomène autonome possédant ses propres paramètres acoustiques.

Un 2^{ème} consensus semble être établi au sujet de l'existence dans la chaîne parlée d'unités prosodiques, unités pouvant aider à la segmentation automatique de l'énoncé (en structures syntaxiques, en thème et rème³⁷, en groupes de sens, en mots ou même en syllabe selon les auteurs).

En d'autres termes, tous les auteurs s'accordent pour prêter à la prosodie une fonction démarcative, quelle que soit par ailleurs la théorie sur le lien de celle-ci avec les divers niveaux linguistiques.

³⁶ on peut mesurer le nombre de phonèmes, de syllabes ou de mots produits par exemple en une seconde ou en 10ms

³⁷