



interaction vocale

des modèles à l'interaction

Philippe Truillet

<http://www.irit.fr/~Philippe.Truillet>

v. 2.8 – janvier 2021



« On parle pour être entendu ; il faut ajouter qu'on veut être entendu pour être compris. C'est le chemin de l'acte phonatoire au son proprement dit, et du son au sens »

R. Jakobson

« La parole ne fait que jalonnaire loin en loin les principales étapes du mouvement de la pensée. »

H. Bergson



liminaire ...

- « la reconnaissance vocale, c'est l'avenir ! »



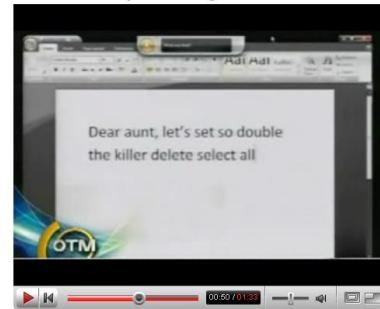
luminaires

- La synthèse vocale, c'est l'avenir ...

Renault, 1985



liminaire ...



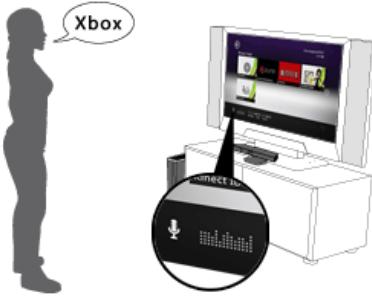
- « la reconnaissance vocale, ça ne fonctionne pas ! »
http://www.youtube.com/watch?v=2Y_Jp6PxssQ
(démonstration Microsoft Vista)
- et pourtant ...



liminaire

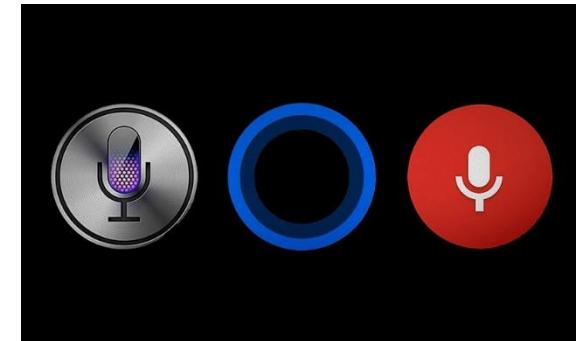
- Au-delà des performances, surtout des problèmes

d'interaction



liminaire

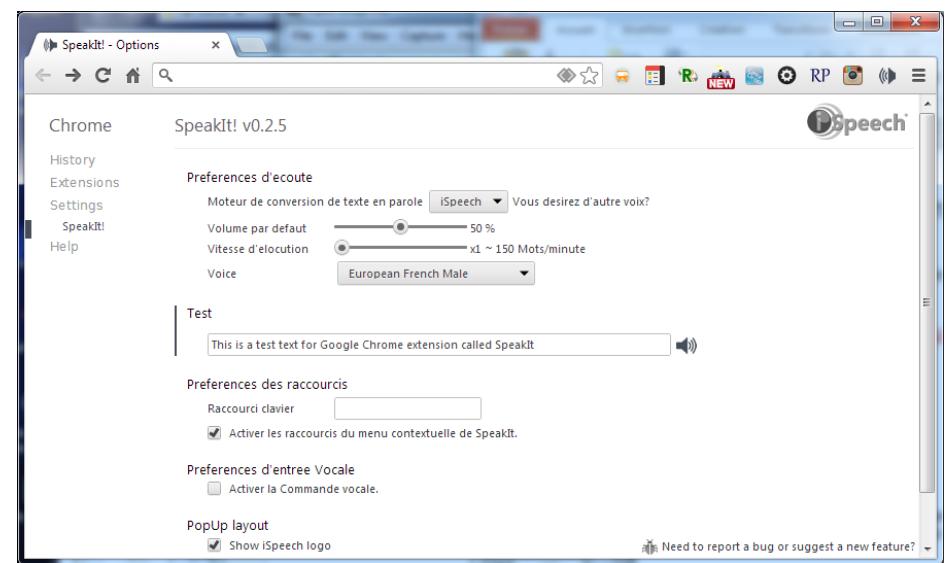
- Elle envahit (enfin) nos systèmes !



<input type="text" **x-webkit-speech**/> [html 5]



[Google Speech Webkit]
<https://cloud.google.com/speech/>



<https://chrome.google.com/webstore/detail/speakit/ogcmdndkjbojdigkjpcckjiekcdfdhbme>

liminaire

- Et aussi ... à la maison



<http://blog.encausse.net/s-a-r-a-h>

amazon echo

Always ready, connected, and fast. Just ask.



(avec bien d'autres projets ...)

VOCCA



<http://voccalight.com>

<http://jasperproject.github.io/documentation/>

<https://www.rhydolabz.com/wiki/?p=16234>

<https://gladysproject.com/fr/article/voice-recognition-gladys>

<https://www.theverge.com/circuitbreaker/2017/5/4/15541136/google-assistant-raspberry-pi-sdk-voice-hat>

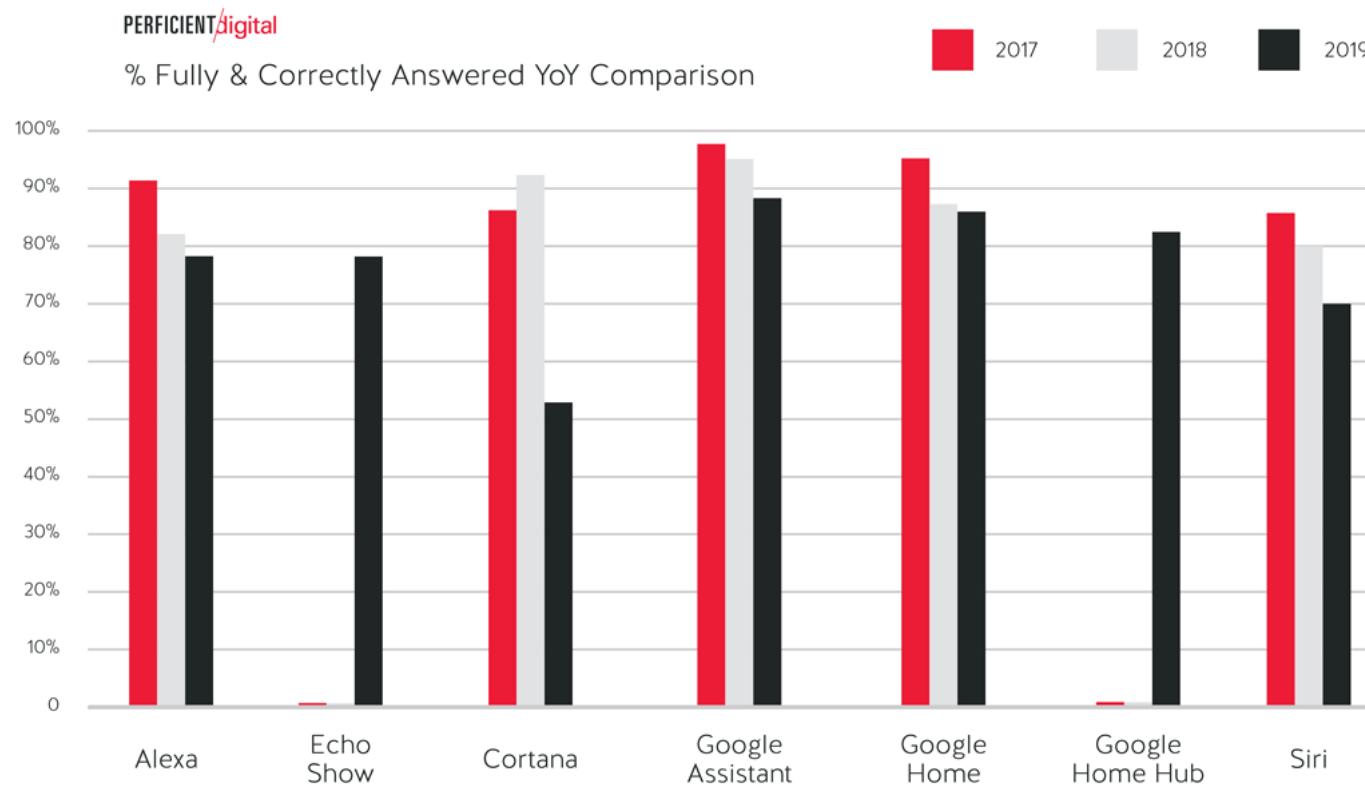
...



<http://respeaker.io>

liminaire

- Taux de « bonnes réponses » à 4 999 questions [avril 2018]



<https://www.agence90.fr/assistants-vocaux-sont-de-moins-en-moins-precis/>

liminaire

Intelligence Quotient and Intelligence Grade of Artificial Intelligence

Table 1. Ranking of top 13 artificial intelligence IQs for 2014.

				Absolute IQ
1		Human	18 years old	97
2		Human	12 years old	84.5
3		Human	6 years old	55.5
4	America	America	Google	26.5
5	Asia	China	Baidu	23.5
6	Asia	China	so	23.5
7	Asia	China	Sogou	22
8	Africa	Egypt	yell	20.5
9	Europe	Russia	Yandex	19
10	Europe	Russia	ramber	18
11	Europe	Spain	His	18
12	Europe	Czech	seznam	18
13	Europe	Portugal	clix	16.5

Table 2. IQ scores of artificial intelligence systems in 2016

				Absolute IQ
1	2014	Human	18 years old	97
2	2014	Human	12 years old	84.5
3	2014	Human	6 years old	55.5
4	America	America	Google	47.28
5	Asia	China	duer	37.2
6	Asia	China	Baidu	32.92
7	Asia	China	Sogou	32.25
8	America	America	Bing	31.98
9	America	America	Microsoft's Xiaobing	24.48
10	America	America	SIRI	23.94

<https://arxiv.org/abs/1709.10242>

plan de l'exposé

- quelques généralités sur la parole
- reconnaissance de la parole
- dialogue oral homme-machine
 - grammaires
 - projets
- synthèse(s)
 - de la parole, non verbales, prosodie
- concevoir avec la modalité vocale
 - outils (APIs, ...)
 - quelques illustrations

généralités

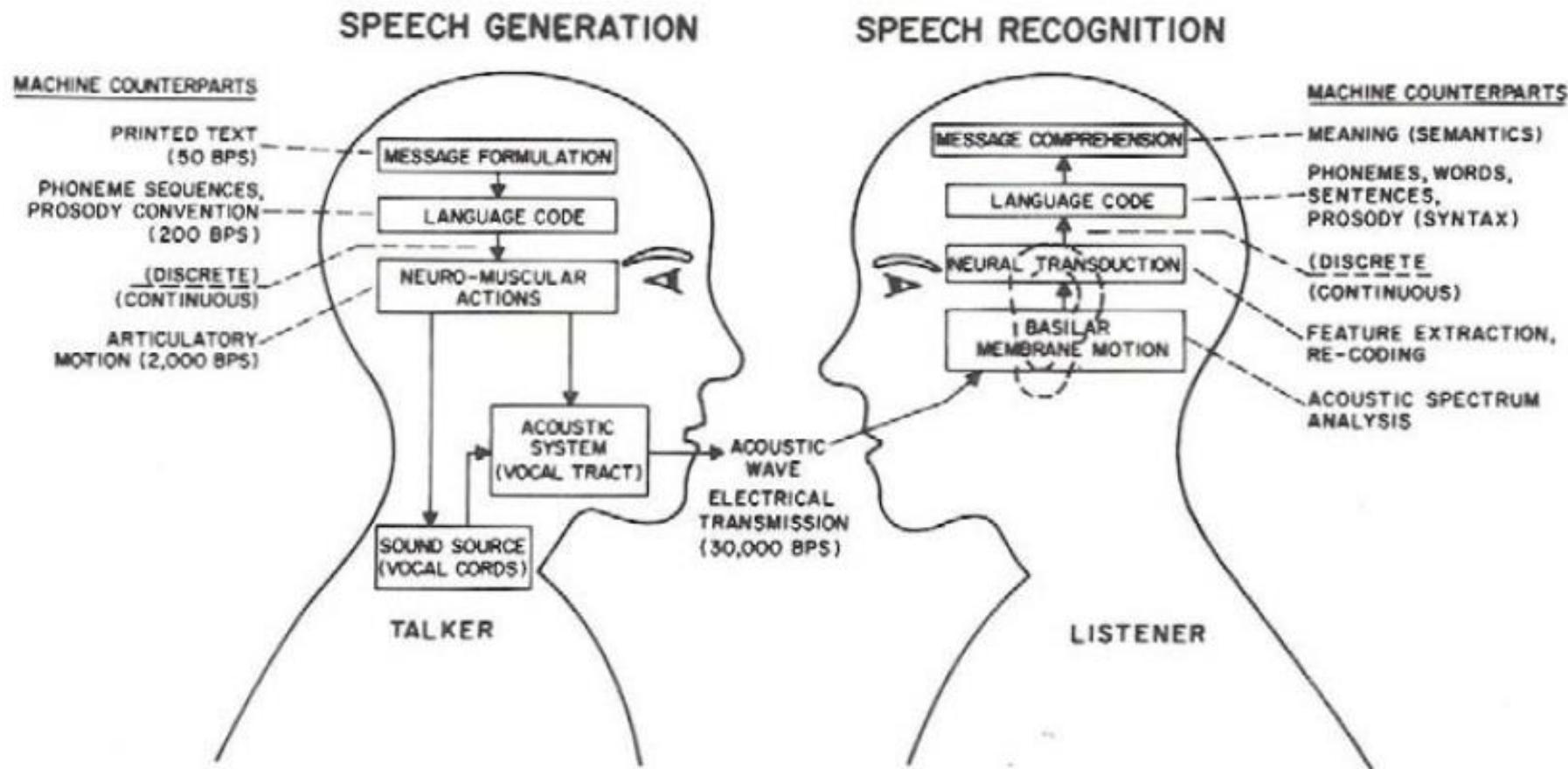


Figure 2.1 Schematic diagram of speech-production/speech-perception process (after Flanagan [unpublished]).

généralités

la parole est ...

1 / 2

- **naturelle, intuitive**
 - de nombreuses années de pratique 😊
 - moyen le plus naturel de communication entre personnes
 - appui à la communication gestuelle
- **facilement utilisable (peu d'apprentissage)**
 - pas de contrainte technologique pour l'utilisateur (\neq saisie au clavier, manipulation de la souris, ...)
 - sauf les **problèmes de langage d'interaction** constraint

généralités

la parole est ...

2/2

- **pratique**

- lorsque l'utilisateur a les yeux et/ou les mains occupés (*concepts de mains libres*)
 - conduite en voiture,
 - activités d'assemblage, de maintenance
- lorsqu'un clavier est inenvisageable
 - langues asiatiques
 - en situation de mobilité (smartphones, tablettes)
 - personnes handicapées

généralités

la parole revient en force ...



- smartphones : (Siri, Google Voice, Alexa, Cortana)



- commande vocale

- HOTAS (Hands On Throttle And-Stick)
- dans les véhicules (GPS – Waze, ...)
- FELIN (*Fantassin à Équipement et Liaisons Intégrés*) [équipé d'un ostéophone]



Siri. Béta



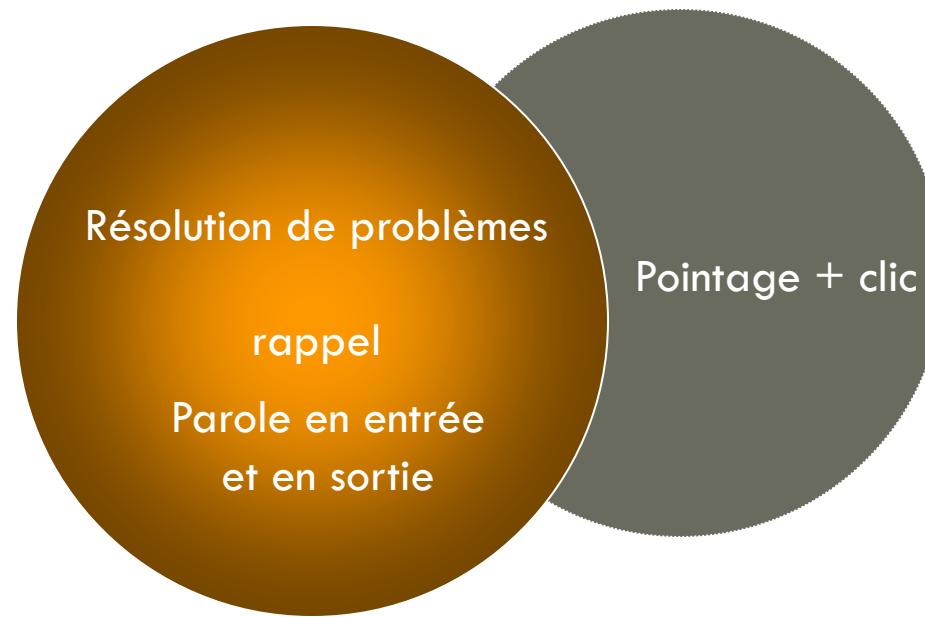
généralités

la parole et la cognition

- ressources cognitives disponibles pour effectuer une tâche

mémoire à court terme
mémoire de travail

pour la parole,
les ressources
sont limitées



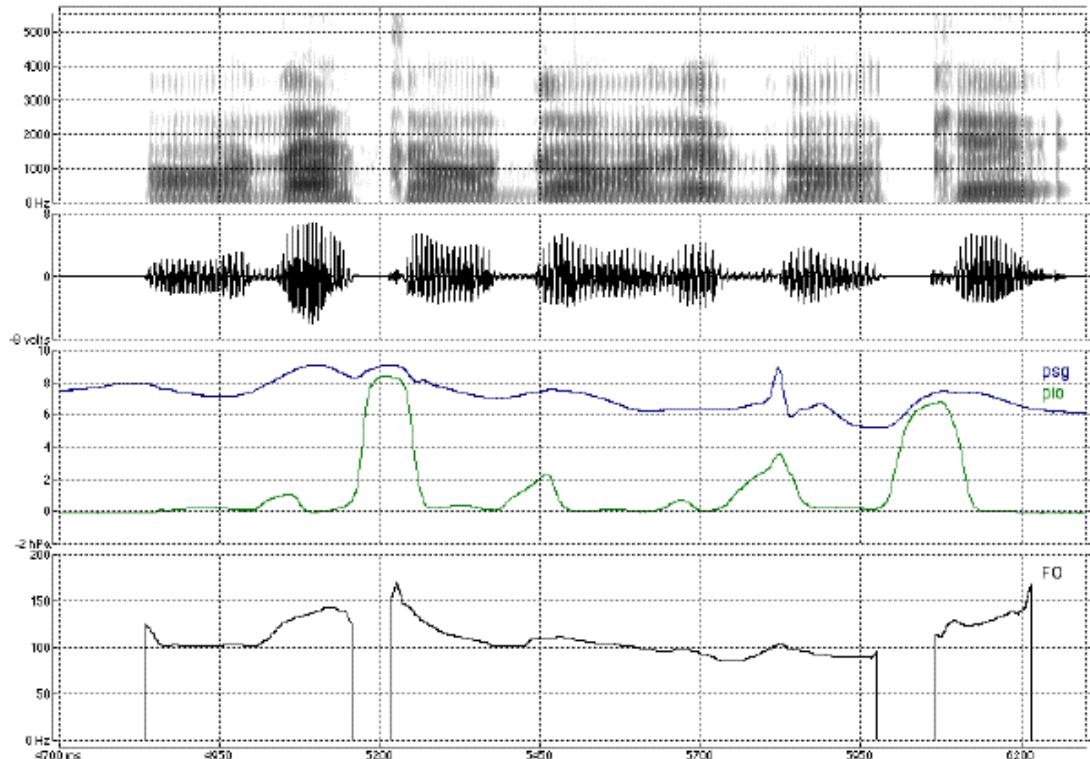
les humains marchent et parlent facilement
mais parler et penser en même temps est plus difficile

généralités

la parole et les sons

- fréquences d'usage

- Hommes : 70-200 Hz
- Femmes : 150-400 Hz
- Enfants : 200-600 Hz



<http://www.ulb.ac.be/philo/phonolab/demopsg.html>

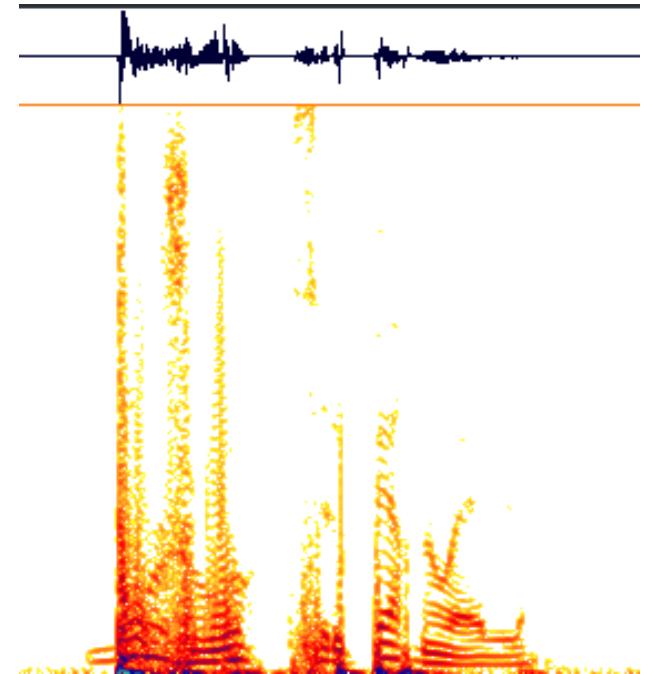
généralités caractéristiques

critère	modalité	sonore	visuelle
accès	séquentiel	quasi-parallèle & séquentiel	
durée de perception	courte	longue	
rayon d'action	diffus	restreint	

généralités

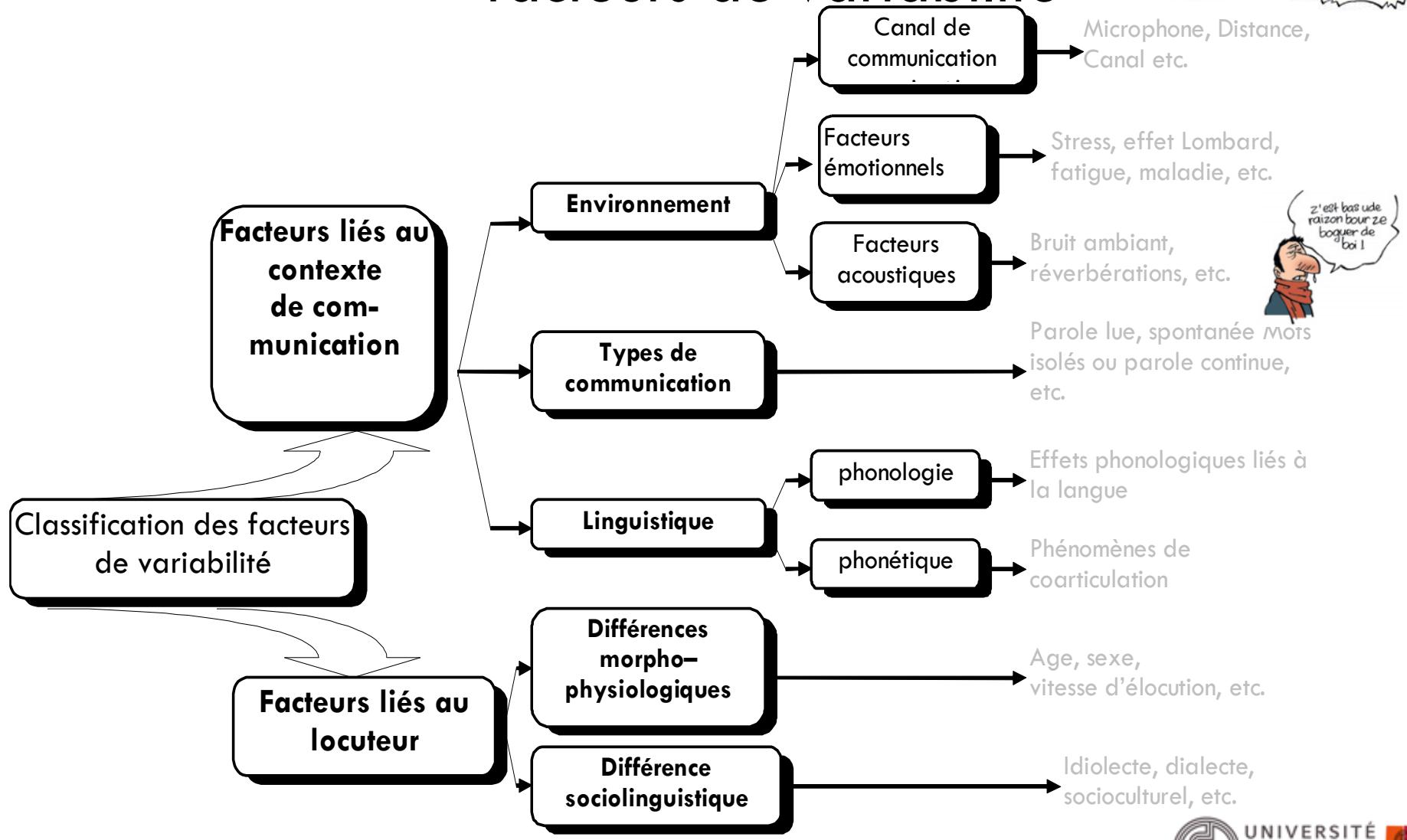
caractéristique principale

- c'est la **variabilité**
 - problème de reconnaissance
 - problème d'intégration de la parole en tant que mode d'interaction dans les systèmes interactifs



généralités

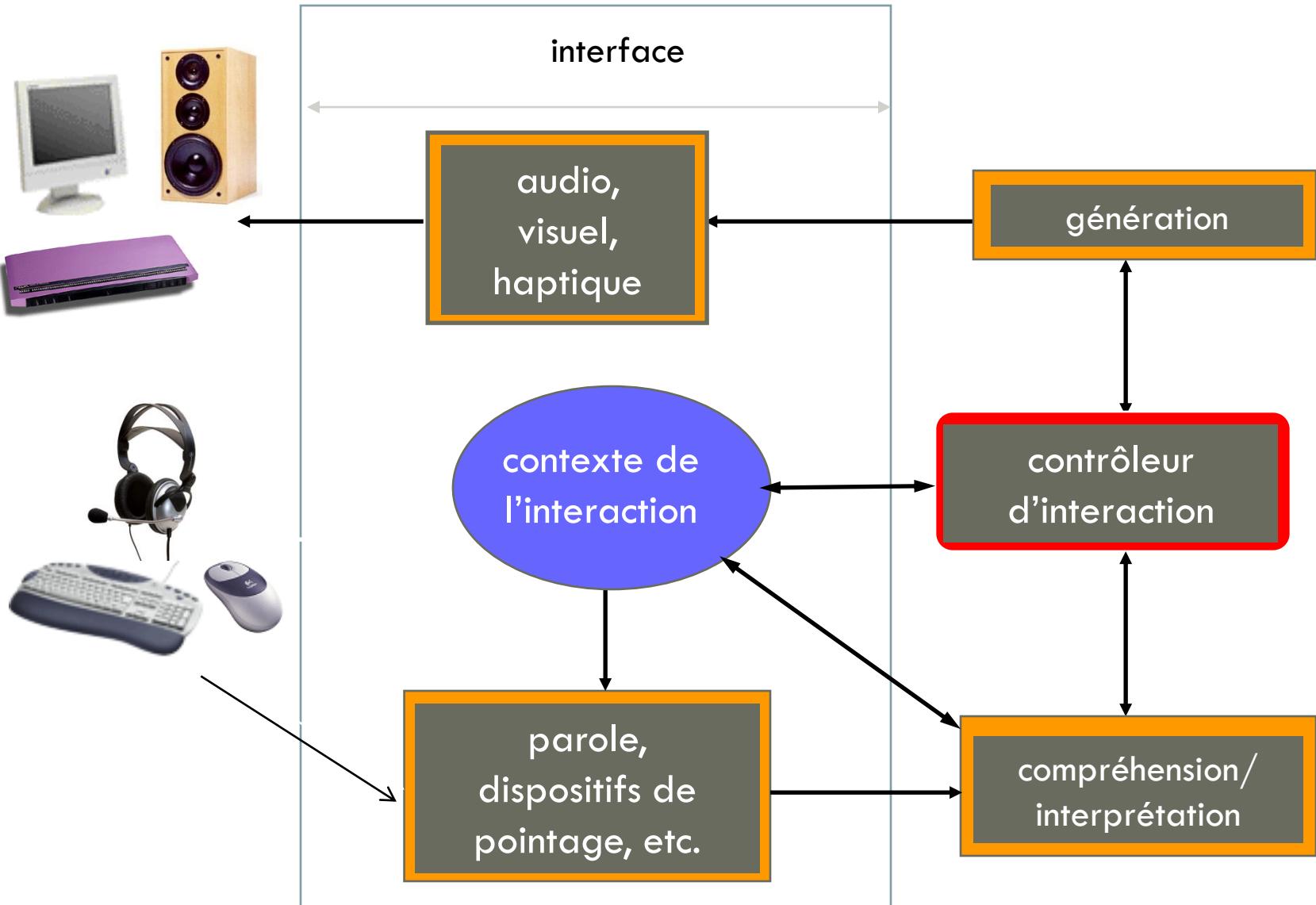
facteurs de variabilité



généralités

- sur la rapidité de la parole
 - **spontanée** 140 à 160 mots/mn
 - (médias grand public) 200 mots/mn
- **lue :** 250 à 300 mots /mn
- **mots isolés :** 30 à 70 mots / mn

synoptique d'un système interactif



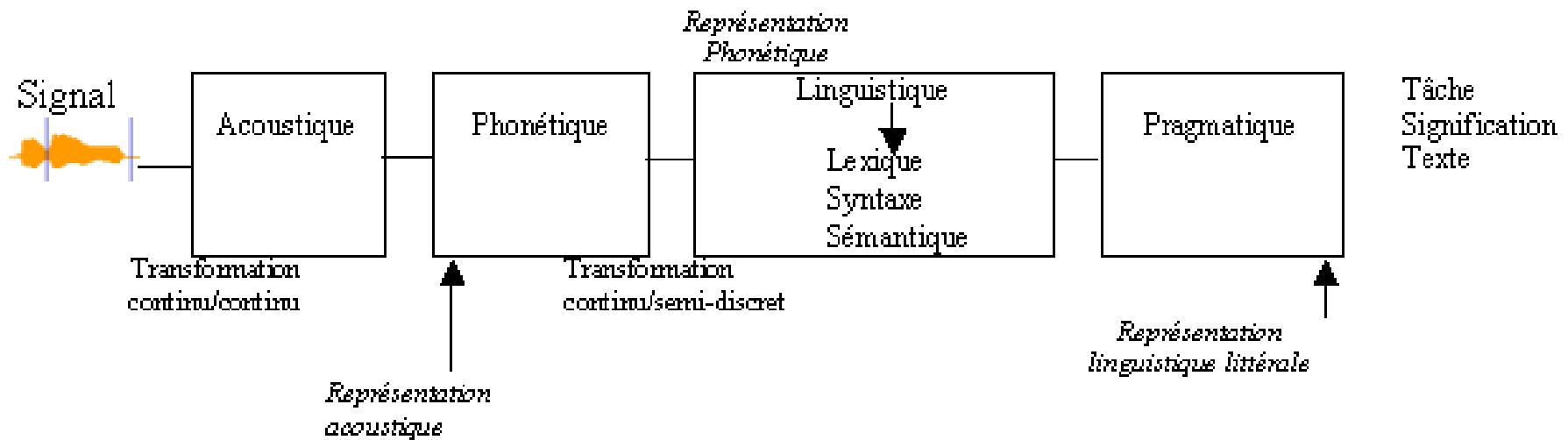
interaction vocale

deux modes :

- l'**entrée orale** ou la **reconnaissance de la parole**
(Usager → Machine)
- la **sortie vocale** ou la **synthèse vocale** (généralement TTS)
(Machine → Usager)

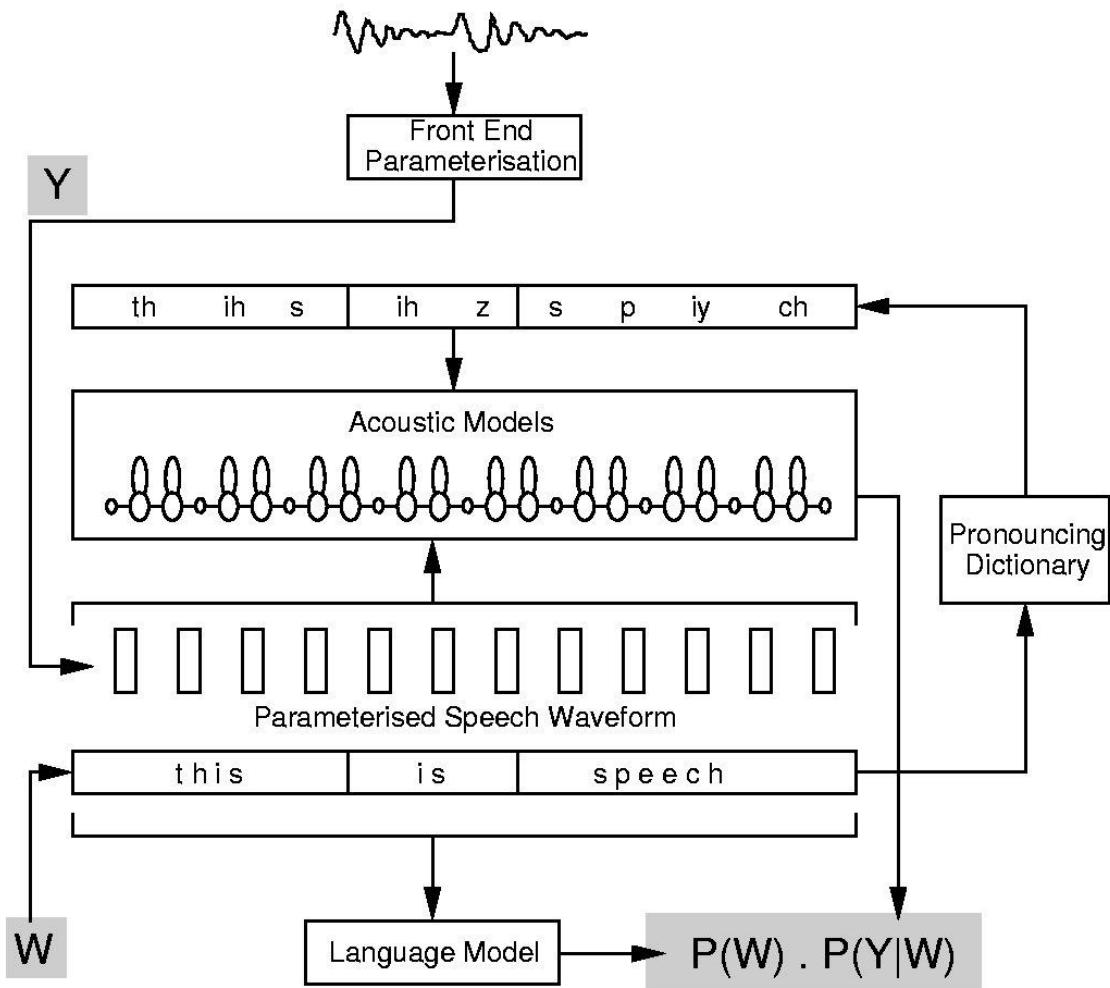
modalités vocales

l'entrée (reconnaissance)



reconnaissance de la parole

- fondamentaux



reconnaissance de la parole

petite histoire (partiale)

- 1943 : **Miasnikov** : premier système électronique de reconnaissance de la parole
- **années 50-60**
 - 1952 : **Davis, Biddulph, Balashev** (Bell Labs) : reconnaissance monologiteur des chiffres prononcés en mots isolés
- **années 60-70**
 - début des travaux sur le vocal en France
 - 1971 : 1^{er} système commercial (Voice Command system » de **Glenn et Hitchcock**) : reconnaît 24 mots isolés
 - influence de la reconnaissance des formes

reconnaissance de la parole

petite histoire (partiale)

- **années 70-80**

- reconnaissance de 500 mots isolés (VIP 100)
- projet ARPA-Speech Understanding Research (15 M d'€)



- **années 80-90**

- **1982** : création de Dragon Naturally Speaking



- **1983** : « affaire » du Katalavox (Martine Kempf - <http://www.katalavox.com>) en France

http://cpcrulez.fr/games-div-martine_kempf.htm

http://www.cahiersdujournalisme.net/cdj/pdf/03/03_BOE_IRANZO.pdf

- commandes vocales embarquées sur le Mirage 2000 et le Mig29A



reconnaissance de la parole

problématiques

1 / 2

- les facteurs de variabilité et d'environnement (microphone, canal de communication, bruit, ...)
- la variabilité comportementale dans la production langagière (réflexe *Lombard* -adaptation au bruit- forte charge cognitive, etc.)

→ L'essentiel : des erreurs à modéliser

reconnaissance de la parole

problématiques

2/2

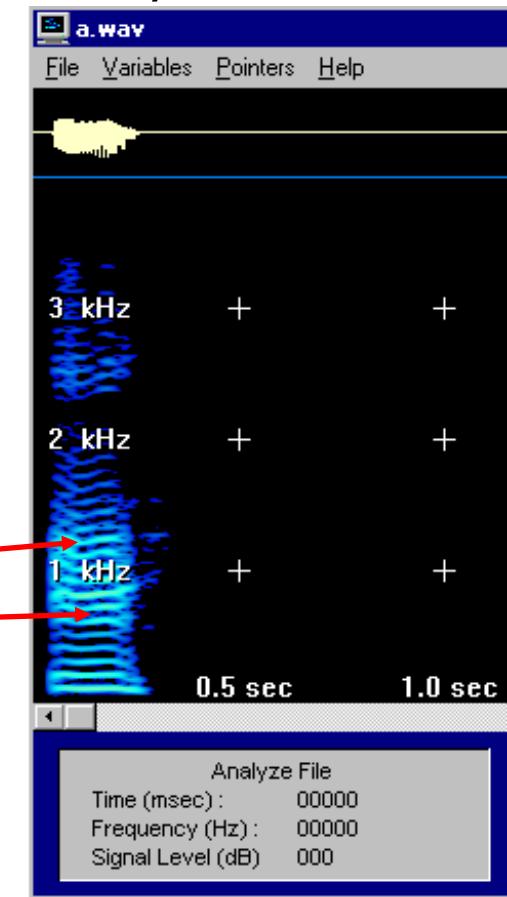
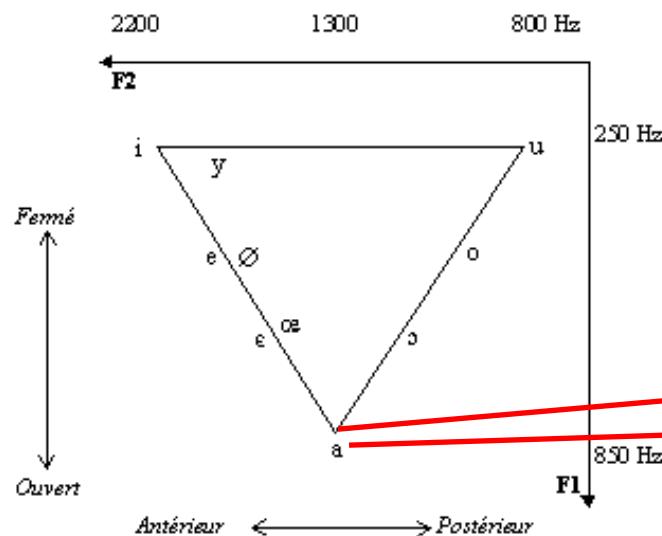
- **contraintes technologiques**
 - *ouverture du canal audio* (bouton poussoir)
 - *techniques* (systèmes fermés, temps de réponse, facilité d'apprentissage, ...)
- **contraintes linguistiques**
 - mots du vocabulaire, mots hors vocabulaire

reconnaissance de la parole

un exemple : le “a”

1/2

- hors contexte

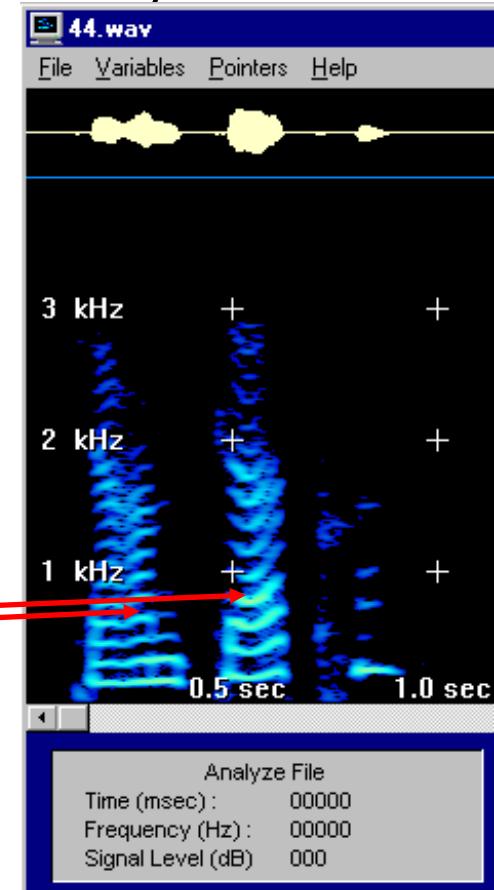
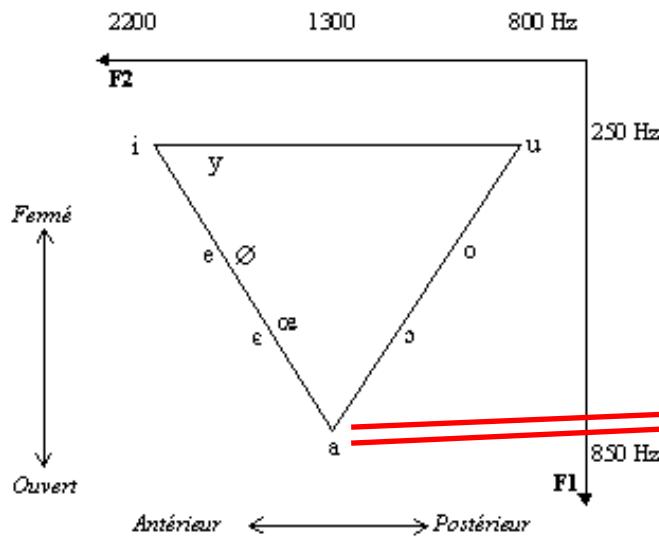


reconnaissance de la parole

un exemple : le “a”

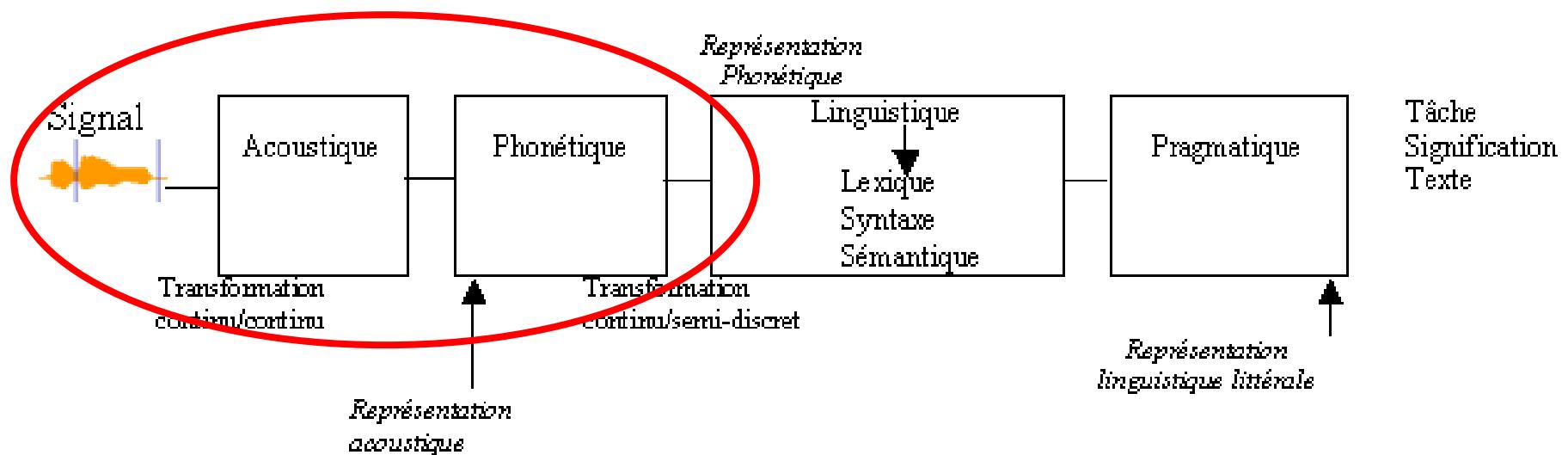
2/2

- en contexte



modalités vocales

l'entrée (reconnaissance)



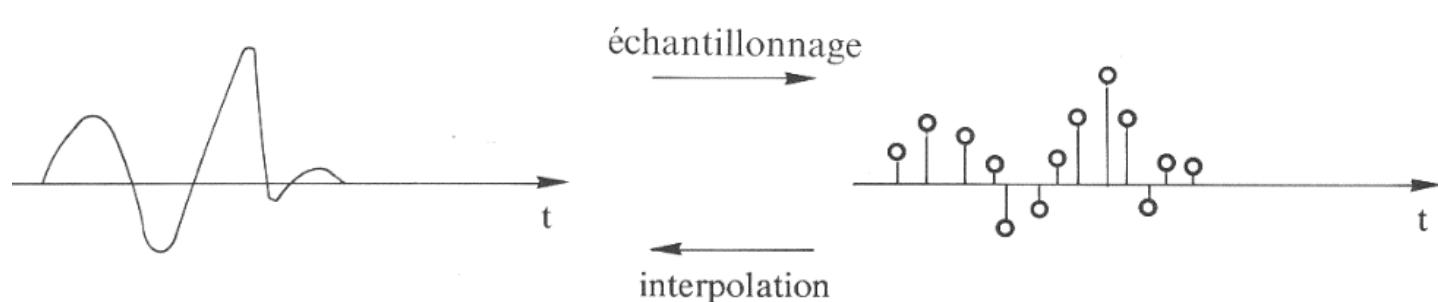
le signal production

- **phonation**
 - par vibration des cordes vocales (F0)
 - entre 150 et 400 Hz pour les femmes et entre 70 et 200 Hz pour les hommes
- **effet Lombard**
 - adaptation de la production vocale en fonction du bruit ambiant
 - n'a de sens que dans un contexte de communication

le signal paramétrisation

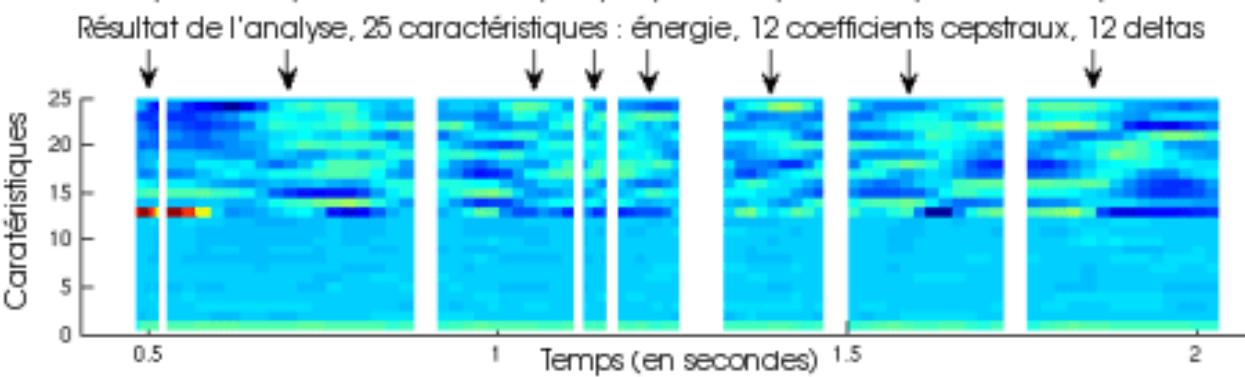
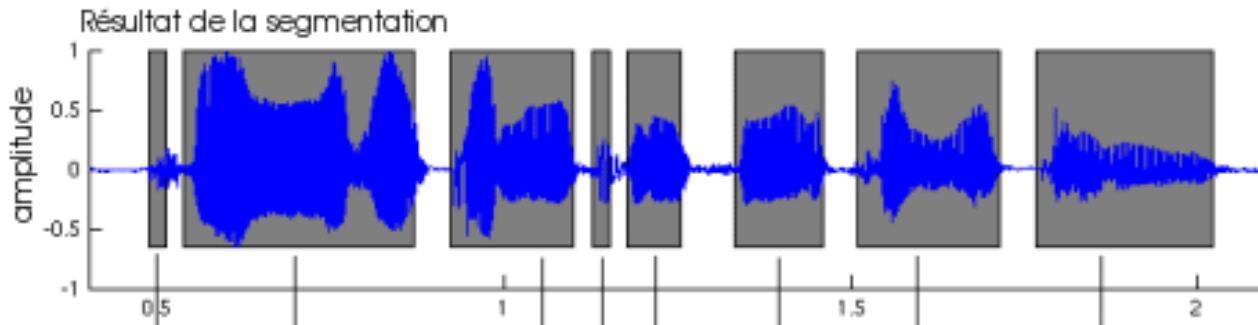
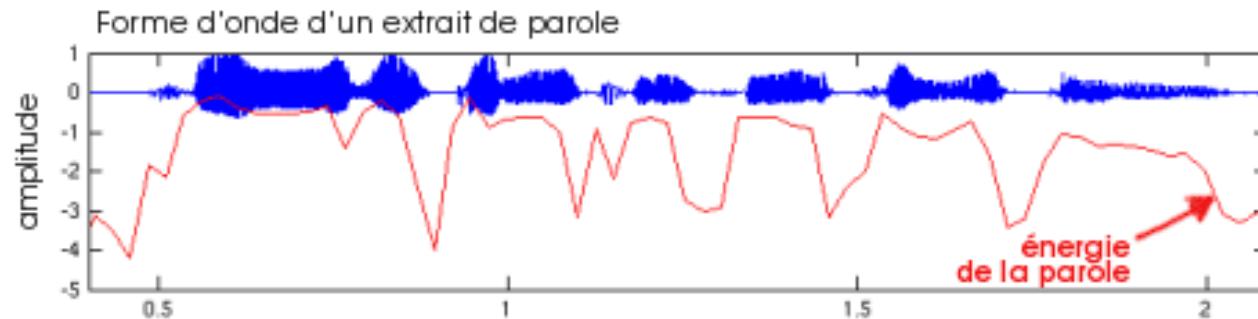
la paramétrisation est effectuée par :

- un filtrage analogique
- une conversion analogique / numérique
- et un calcul de coefficients



le signal

analyse du signal

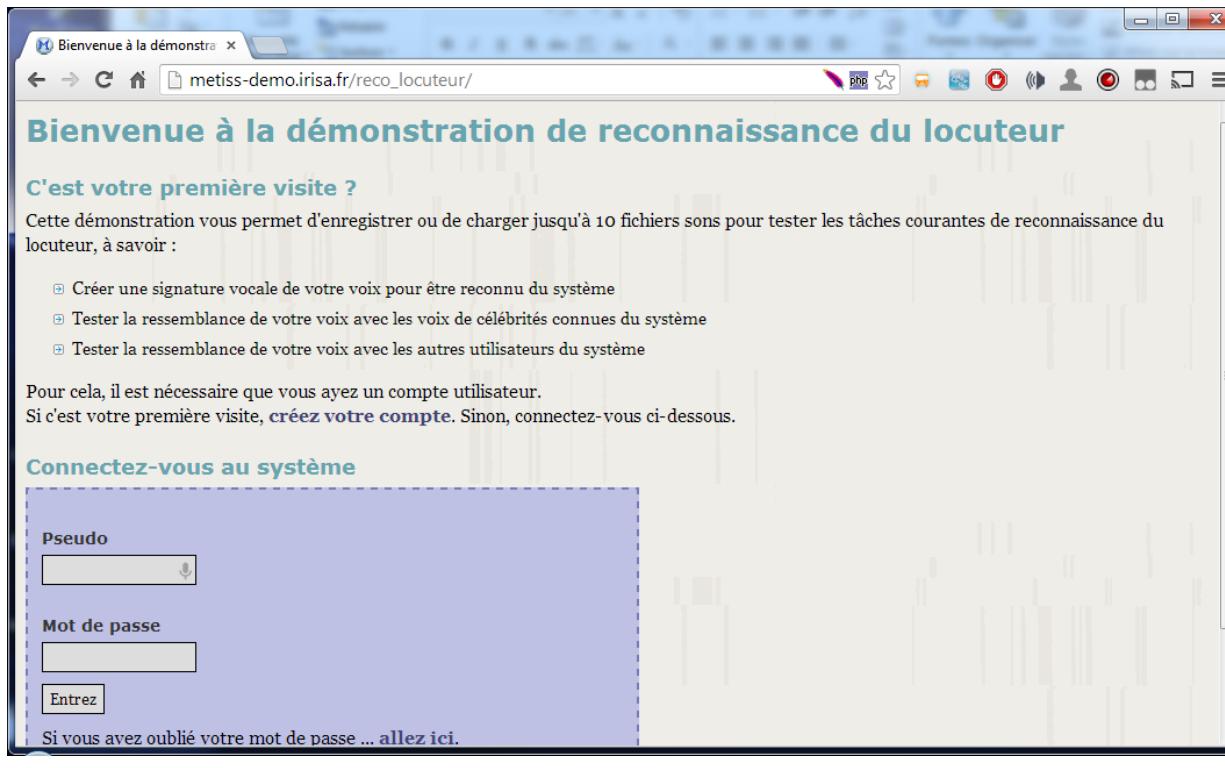


le signal

une démonstration

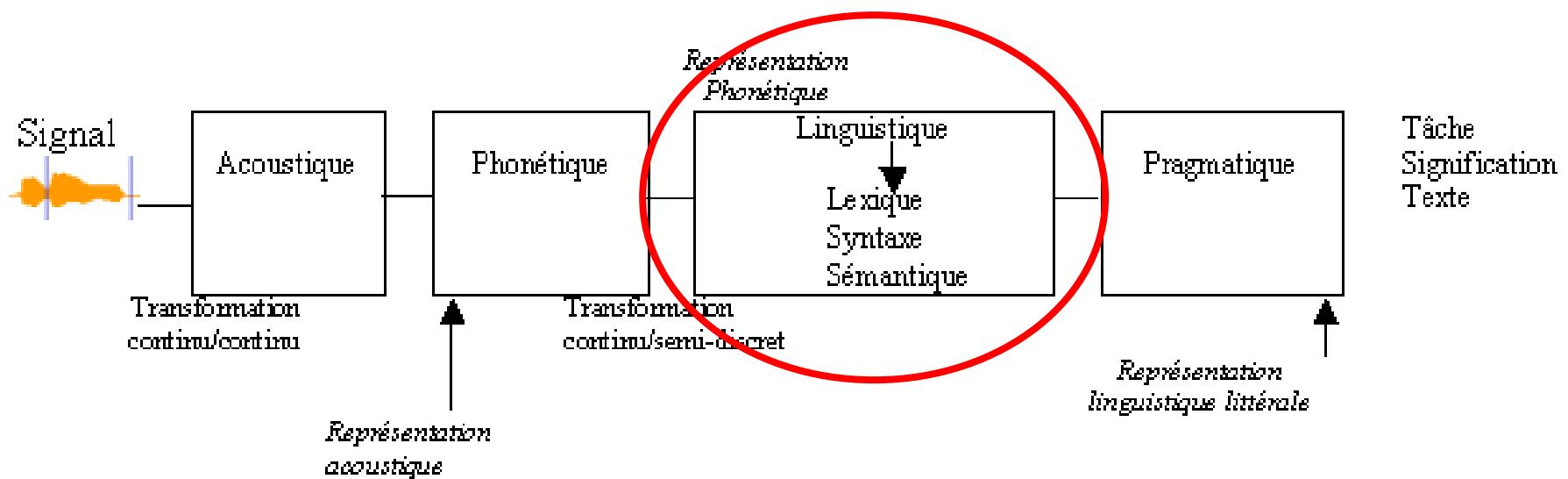
- reconnaissance du locuteur

- http://metiss-demo.irisa.fr/reco_locuteur



modalités vocales

l'entrée (reconnaissance)



reconnaissance de la parole



- difficultés de la modalité parole
 - incertitudes et ambiguïtés dues à l'oral
 - voler / volé
 - confusion phonétique : sept / cet(te)
 - problèmes des inattendus de la parole spontanée
 - respiration
 - agrammaticalité
 - hésitations
- Besoin de nombreux corpus oraux pour modéliser
 - <http://www.voxforge.org/fr>

reconnaissance de la parole

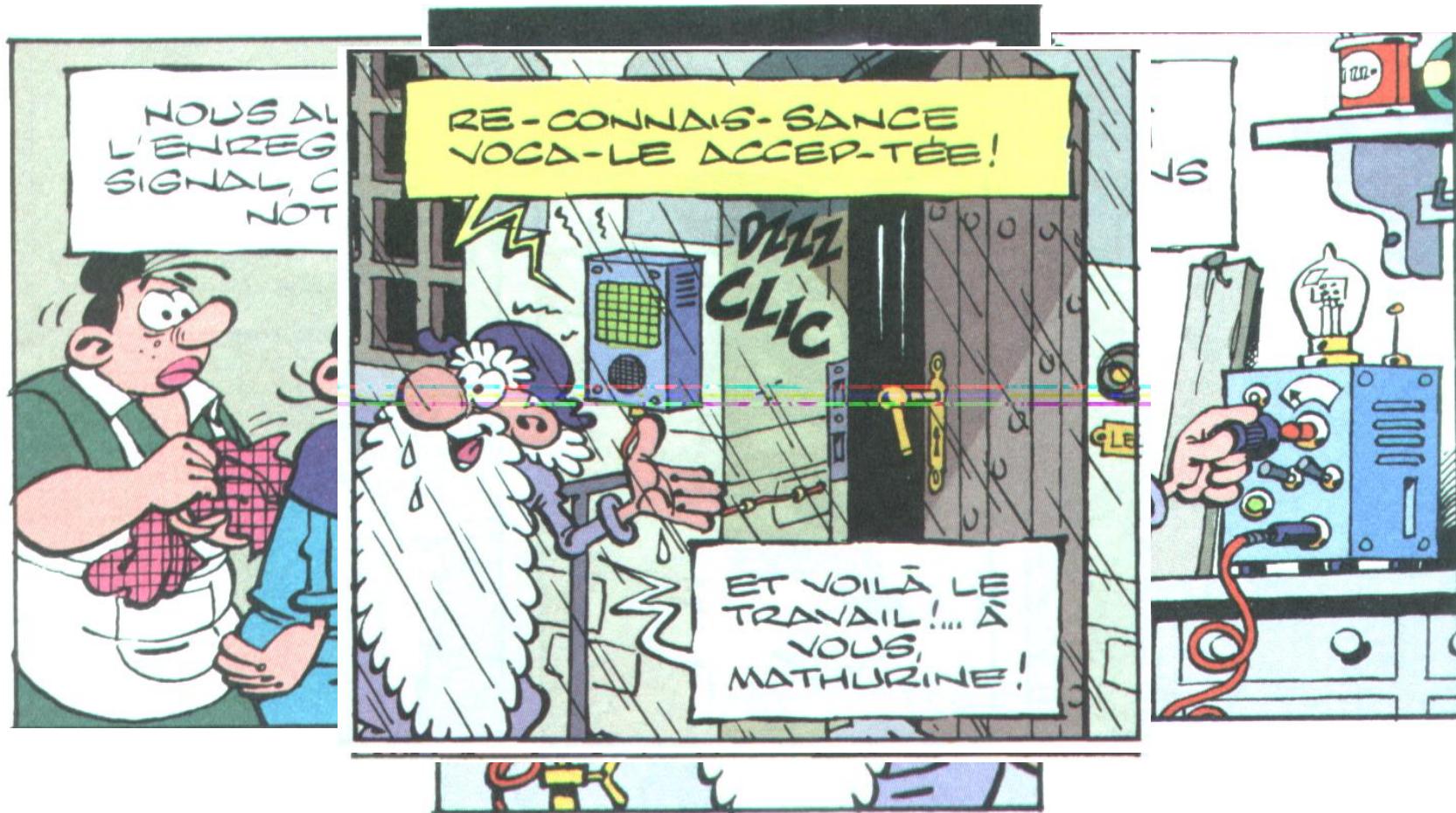
- **nombres d'entrés lexicales (Français)**
 - mots usuels → 5 000 ($p > 0,01$)
 - Petit Robert → 50 000 formes
 - Robert → 500 000 formes
 - Formes fléchies → > 1 000 000 !!!

méthodes de reconnaissance

- comparaison dynamique
- modèles markoviens HMM (Hidden Model Markov)
- réseaux neuronaux

méthodes de reconnaissance

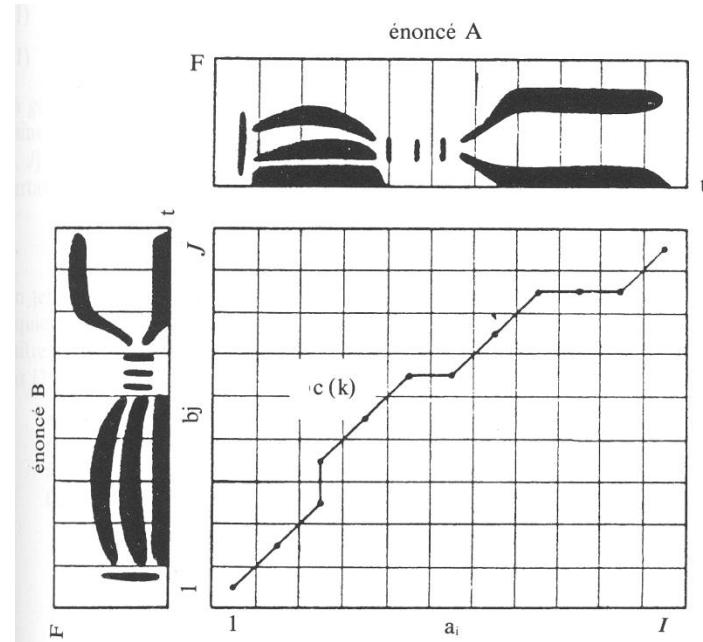
comparaison dynamique 1/4



méthodes de reconnaissance

comparaison dynamique 2/4

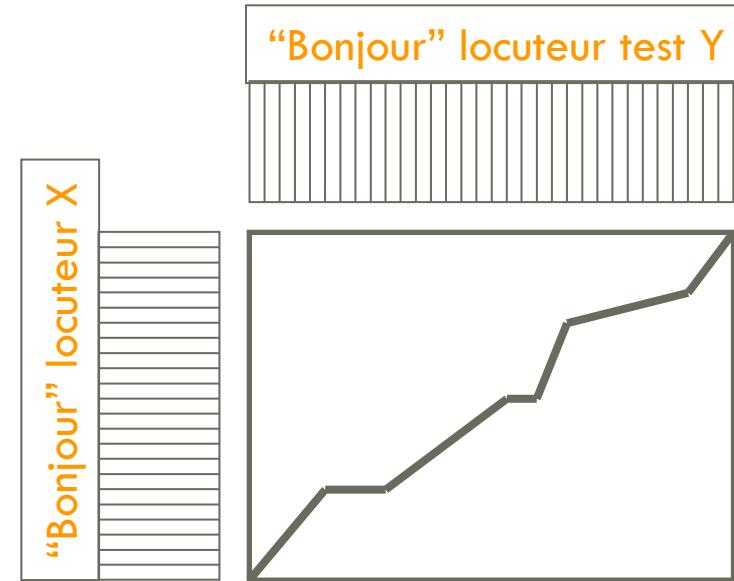
- la comparaison dynamique est une méthode pour comparer de manière optimale deux formes spectrales en tenant compte des distorsions temporelles



méthodes de reconnaissance

comparaison dynamique 3/4

- algorithme DTW : Dynamic Time Warping



$$\mu(X, Y) = \sum d^2(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_j)$$

Meilleur chemin

méthodes de reconnaissance

comparaison dynamique 4/4

- **avantages :**

- excellent taux de reconnaissance
- faible temps de réponse



- **inconvénients :**

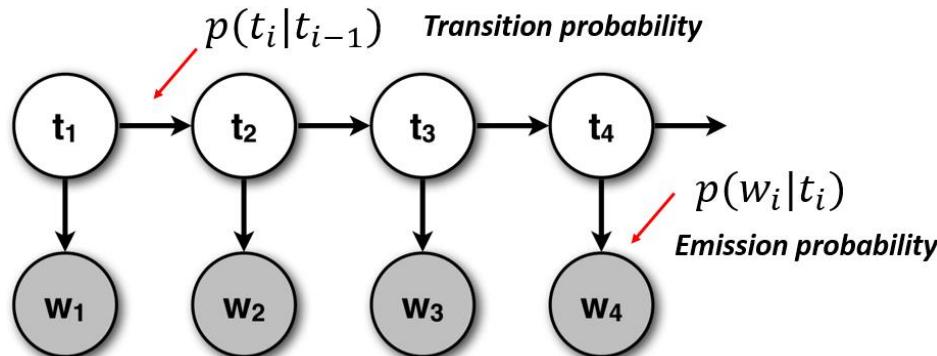
- mono-locuteur
- nécessité d'un apprentissage des modèles
- limité à quelques commandes

méthodes de reconnaissance

Hidden Markov Model

1 / 2

- les modèles de Markov (HMM) sont constitués par l'association de fonctions de densité de probabilités
 - modélisation des formes spectrales
 - modélisation d'une chaîne de Markov qui constraint l'ordre temporel d'observation de ces formes spectrales

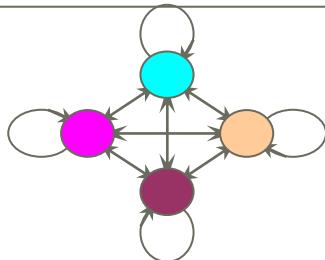


méthodes de reconnaissance

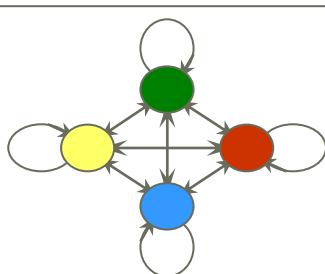
Hidden Markov Model

2/2

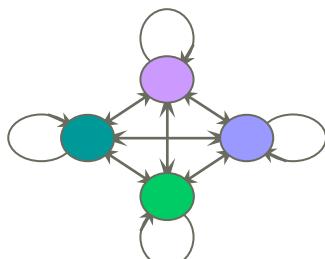
HMM locuteur 1



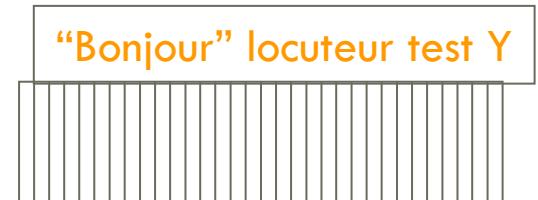
HMM locuteur 2



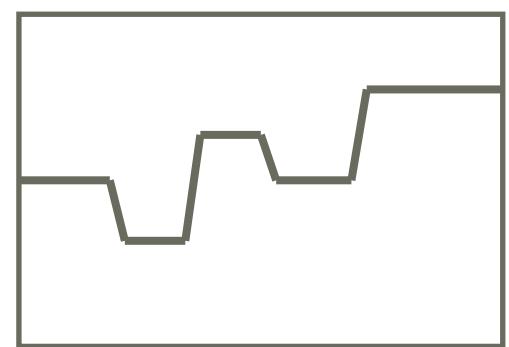
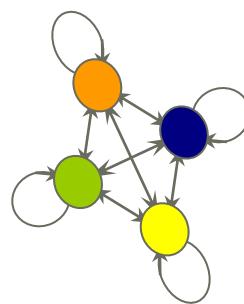
HMM locuteur n



“Bonjour” locuteur test Y



HMM locuteur X



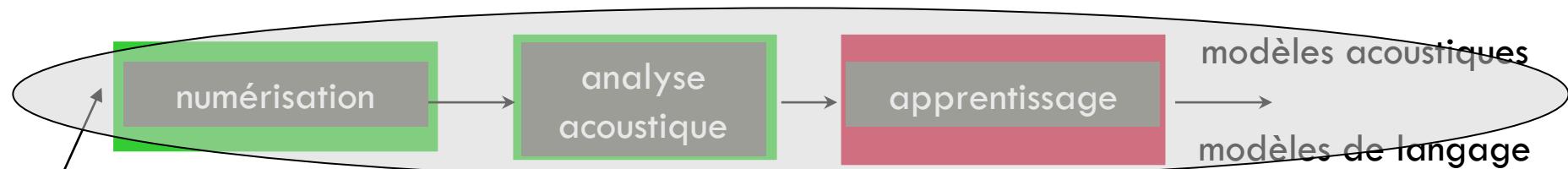
$$\mu(X, Y) = - \sum \log P(y_j / S_{X_i})$$

Meilleur chemin

reconnaissance de la parole

conclusions

phase d'apprentissage d'un SRAP



systèmes de dictée vocale : adaptation plus ou moins
déjà effectuée pour l'utilisateur final

parole = corpus de signaux
corpus de textes

modèles acoustiques et de langage



reconnaissance de la parole

sortie des SRAP

1/2

- “je voudrais livrer ...”
 - ... des cages à lions
 - ... des cages à Lyon

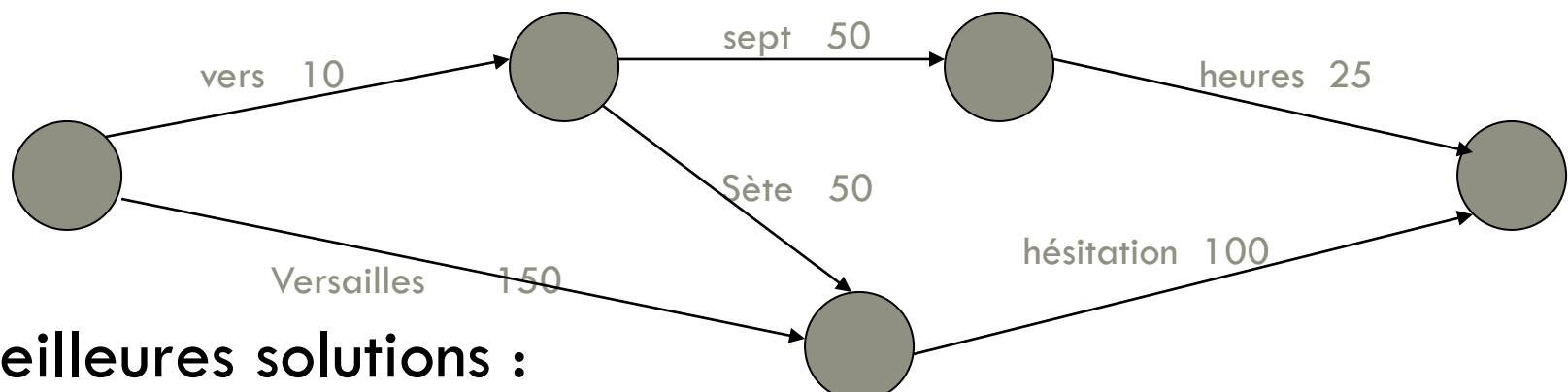


reconnaissance de la parole

sortie des SRAP

2/2

- chaîne orthographique : exacte
- chaîne orthographique avec taux de confiance
- graphe de mots



N meilleures solutions :

- vers sept heures
- vers Sète euh
- Versailles euh

85
160
250

reconnaissance de la parole

conclusion ... le retour

- le système de reconnaissance ne fait pas tout !
- c'est la modélisation de la tâche qui va être la plus importante
- malheureusement, cette modélisation reste assez figée (par des grammaires Context-Free la plupart du temps)
 - avec une modélisation pénible,
 - longue
 - et coûteuse ...

reconnaissance de la parole des systèmes payants ...

- TeliSpeech (<http://www.telisma.com>)



- Nuance (<http://www.nuance.com>)



reconnaissance de la parole des systèmes gratuits ...

- **HTK - Hidden Markov Model ToolKit** (<http://htk.eng.cam.ac.uk>)
- **Julius**
(http://julius.sourceforge.jp/en_index.php)
- **CMU Sphinx** (<http://cmusphinx.sourceforge.net>
<https://github.com/cmusphinx/sphinx4>)
- **STT** (<https://florianschulz.info/stt>)
basé sur Google Speech
- **Python Google Assistant :**
(<https://pypi.python.org/pypi/google-assistant-sdk>)
- **Python Baidu's DeepSpeech**
(<https://github.com/mozilla/DeepSpeech>)



Des liens vers des APIs



- <https://pypi.org/project/SpeechRecognition>
- <https://realpython.com/python-speech-recognition/>

dialogue oral homme-machine grammaires

La grammaire est l'art de lever les ambiguïtés de la langue :
mais il ne faut pas que le levier soit plus lourd que le fardeau.

Antoine Rivarol (1784),
de l'universalité de la langue

dialogue oral homme-machine grammaires

- l'objectif : comprendre ce que dit l'utilisateur
 - Le système de reconnaissance de la parole → Identification de mots, ... prononcés par un utilisateur *a priori* inconnu
 - l'utilisation d'une grammaire va permettre
 - une optimisation
 - et une réduction des calculs à réaliser

dialogue oral homme-machine grammaires

- le paradoxe : ça consomme ...
 - du temps de recherche
 - et de la mémoire

Il faut ajouter en sus le problème de couverture lexicale du modèle

dialogue oral homme-machine

grammaires

- intérêt des grammaires
 - possibilité de décrire une ou plusieurs situations de manière générique sans avoir à décrire chacune des situations
 - formalisme BNF (Backus-Naur Form)
 - création d'entités de haut niveau

```
syntax      ::= { rule }
rule        ::= identifier " ::= " expression
expression  ::= term { "|" term }
term         ::= factor { factor }
factor       ::= identifier |
                  quoted_symbol |
                  "(" expression ")" |
                  "[" expression "]" |
                  "{" expression "}"
identifier   ::= letter { letter | digit }
quoted_symbol ::= """" { any_character } """"
```

dialogue oral homme-machine

grammaires

- il existe plusieurs formalismes (trop ...)
 - JSGF – Sun
 - GSL – Nuance
 - SRG, SAPI XML, GRXML – Microsoft

dialogue oral homme-machine grammaires – VoiceXML - GRXML

Une norme !



- <https://www.w3.org/TR/2007/REC-voicexml21-20070619/>
- <https://www.w3.org/TR/voicexml30>
- <http://www.voicexml.org>

GrXML

```
<grammar xml:lang="en-US"
    type="application/srgs+xml"
    version="1.0"
    tag-format="semantics/1.0"
    root="yes_no_cancel"
    mode="voice">

<rule id="yes_no_cancel" scope="public">
    <one-of>
        <item> no <tag>out = "no";</tag> </item>
        <item>
            <one-of>
                <item>yes</item>
                <item>okay</item>
            </one-of>
            <tag>out = "yes";</tag>
        </item>
        <item> cancel <tag>out = "cancel";</tag> </item>
    </one-of>
    <example>okay</example>
</rule>
</grammar>
```

dialogue oral homme-machine

conclusions

- en fait, on a plus besoin de savoir quand **on n'a pas** reconnu l'utilisateur ou ce qu'il a dit ... (et c'est difficile)
- en pratique, chaque phrase est ambiguë
→ besoin d'un modèle probabiliste

synthèse vocale

pourquoi ?

1 / 7

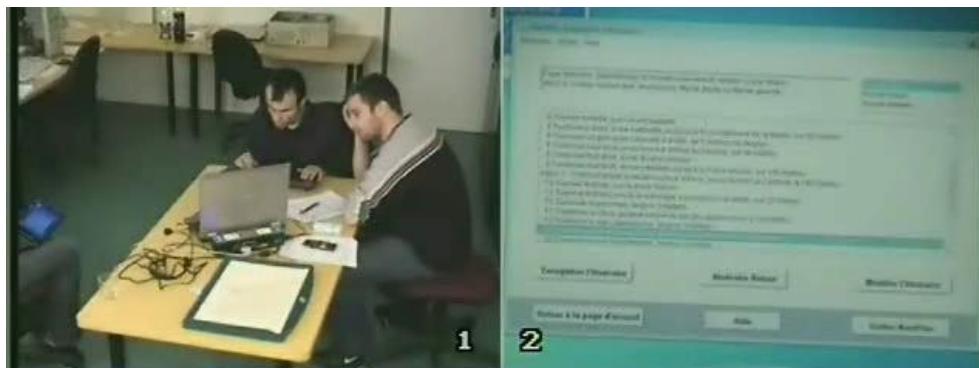
- pour prendre connaissance d'une information d'un serveur vocal de renseignements (météo, transactions bancaires, informations horaires, etc.)
- pour lire notre messagerie électronique
- (faire) lire des articles, ...
- pour permettre aux personnes déficientes visuelles d'accéder à leurs postes de travail ainsi qu'à l'ensemble des informations électroniques disponibles ...

synthèse vocale

pourquoi ?

2/7

- Lecteurs d'écran
 - Narrateur
 - <http://www.nvda.fr>
(Non Visual Access Desktop) (Open Source)



- <http://www.freedomsci.de/serv01fra.htm>(Jaws)
 - ...



synthèse vocale

pourquoi ?

3 / 7

- en plein essor avec *l'informatique distante et « ubiquitaire »*
 - accéder aux PDAs et téléphones portables (VoCal – IRIT, mobileSPEAK (<http://www.codefactory.es>, TTS sur iPhone, Android, ...)) - 2003



synthèse vocale

pourquoi ?



4/7



- « Voice-on the web » (podcasts, ...)

ReadSpeaker

- <http://blog.readspeaker.com/2010/04/16/readspeaker-audiofeed/>
- <http://www.voice-corp.com/readspeaker> <http://www.apodder.org>
- <http://www.feedspeaker.com>



synthèse vocale

pourquoi ?

5/7

- les objets communicants
 - le Nabaztag/tag (<http://www.nabaztag.com>), Karotz (<http://www.karotz.com>), Sen.se Mother (<https://sen.se/store/mother>)
 - ...



AVEC B-ZTAG,
INTERAGISSEZ AVEC VOTRE NABAZTAG À PARTIR DE
VOTRE SMARTPHONE BLACKBERRY... >>> Téléchargez B-Ztag

Faites le danser

Faites le parler

Réveillez-le

Faites lui lire une station de radio



synthèse vocale

pourquoi ?

6/7

- les jeux ...
 - comme la « dictée magique » (1978)
(<http://www.speaknspell.co.uk>)



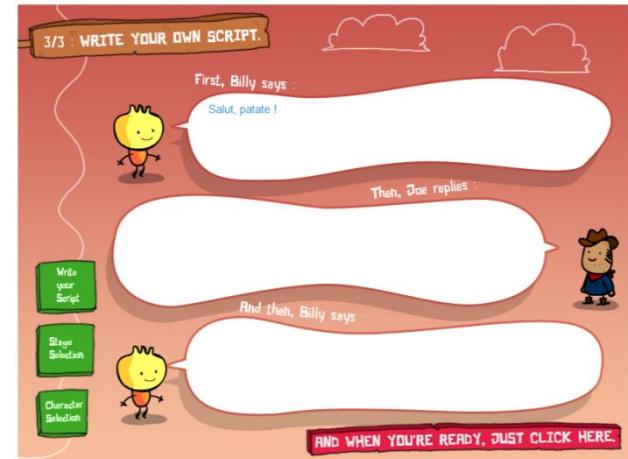
A screenshot of a computer browser showing the "Welcome to Speak & Spell Online" page. The page features a large image of the original Speak & Spell toy on the right. The left side contains text about the emulator's history and how to use it. At the bottom, there are links to "DOS Box" and "Texas Instruments".

synthèse vocale

pourquoi ?

7 / 7

- Les jeux
 - Acapela TV (<http://www.acapela.tv/en/talking-cards>)



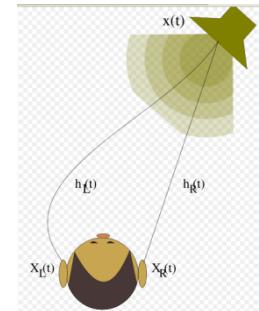
classification

modalités sonores en sortie

1 / 2

modalités
sonores en
sortie

mono
stéréo
3D



verbale

non verbale

parole
numérique

synthèse à
partir de
textes

|
|
spearcons

sons du
monde
réel

“auditory Icons”,
sonicones

sons
musicaux

“earcons” musique,
 jingles

classification

modalités sonores en sortie 2/2

trois classes de modalités :

- la **parole**
→ intention de compréhension
- les **bruits naturels**
→ recherche de sources physiques
- la **musique**
→ recherche des timbres d'instruments

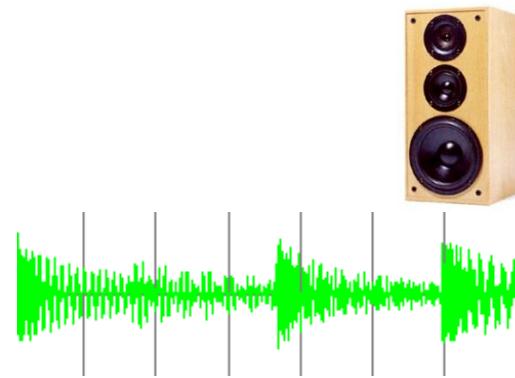
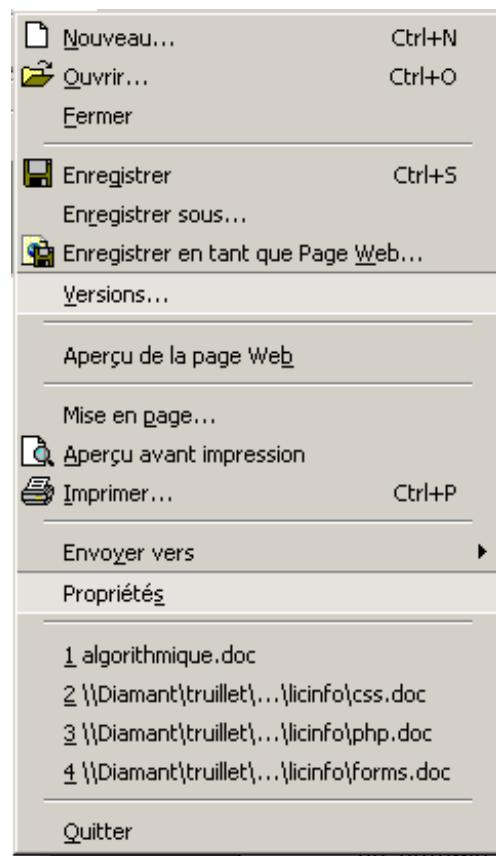
synthèse vocale

3 fonctions de communication

- **restitution** de l'information
- **rétroaction** vers l'usager
- **notification** asynchrone d'événements système

synthèse vocale

Interface vocale



Interface Graphique ≠ Interface Vocale

→ il est nécessaire de reconcevoir le système

synthèse vocale

avantages

avantages [Néel 96] ☺

- plus ~~naturelle~~ pour le grand public ;
- plus *rapide et plus efficiente* qu'un message écrit court ;
- le champ *de vision reste libre* pour effectuer une autre tâche.

synthèse vocale

inconvénients

Inconvénients 😞

- effort *d'attention* (pas plus de 180 à 200 mots/min)
- problèmes :
 - *d'intelligibilité* et souvent de *naturel* ;
 - de *mémorisation* (due à la dynamique et la non persistance).

synthèse vocale

- **numérique** (ou codée) : Enregistrement / Restitution
- **synthèse à partir de textes** (Text-to-Speech)
- **synthèse mimétique** (recopie de la courbe mélodique)

synthèse numérique

principe

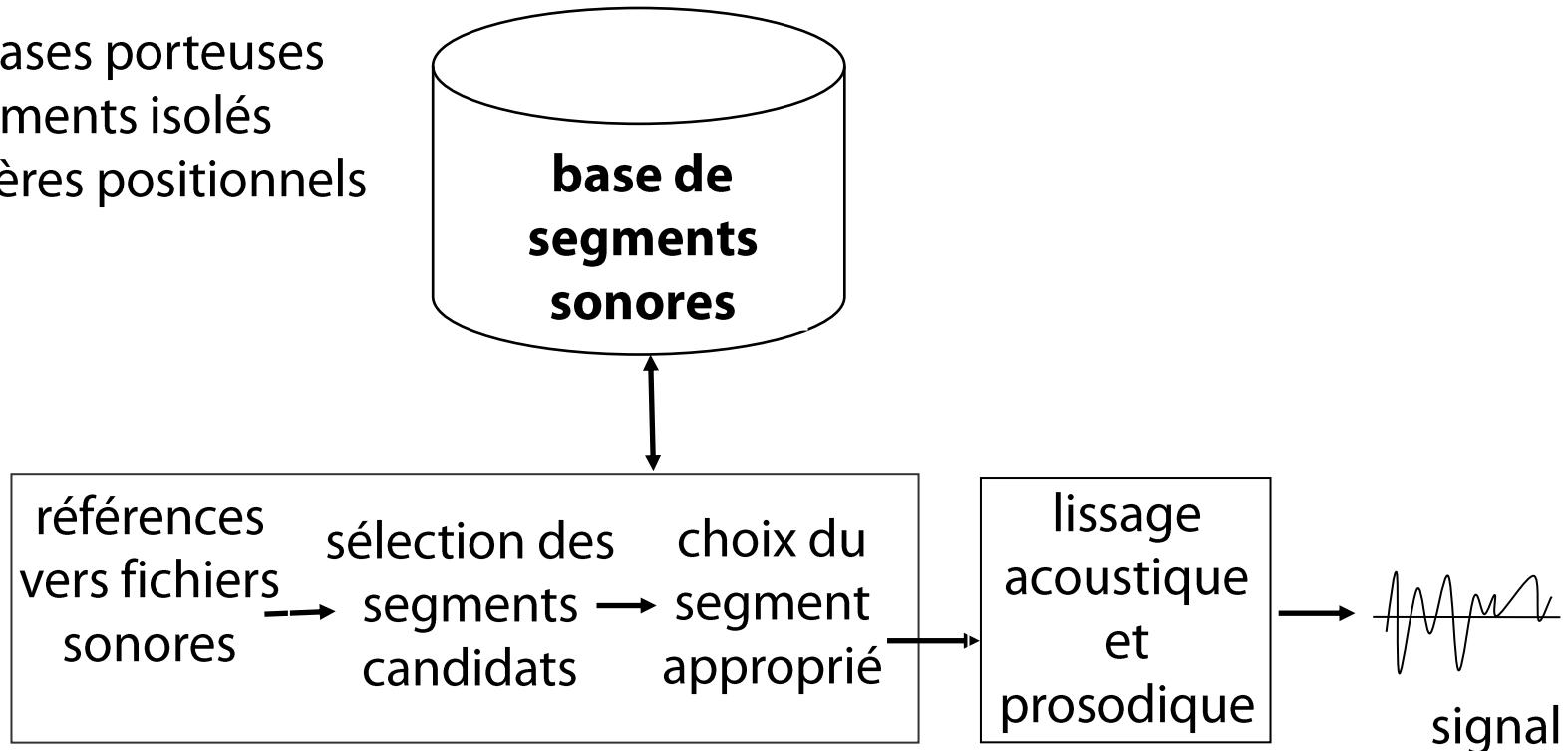
- du magnétophone



synthèse numérique

concaténation de segments

- phrases porteuses
- segments isolés
- critères positionnels



Module de sélection

synthèse numérique

sous-approches

1 / 2

- **approche globale**
 - nécessite l'enregistrement de tous les messages
- **approche par phrases porteuses et segments variables**
 - Exemple : “Bienvenue au service X”
où X = { de la scolarité,
 de la vie étudiante,
 etc.}

synthèse numérique

sous-approches

2/2

problèmes :

- de la **détermination** de ces segments
- et de leur **mise en œuvre** (largeur sémantique, articulation, phénomènes phonologiques, schéma prosodique, etc.)

synthèse numérique

un exemple emprunté à ARISE



S : Ici serveur vocal expérimental de renseignements sur les horaires. Veuillez indiquer les villes de départ et d'arrivée du trajet souhaité.

U : Je voudrais aller de Paris à Amiens, le ... 27 ... septembre

S : A quelle heure, voudriez-vous partir **demain**, de Paris à Amiens ?

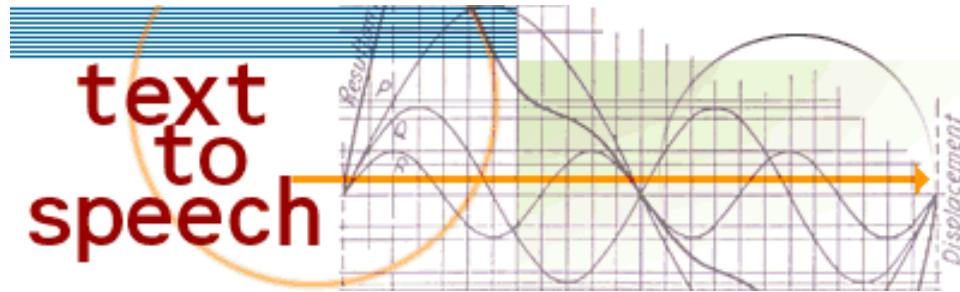


synthèse numérique

conclusions

- **avantages**
 - très bonne intelligibilité
 - naturel de la voix
- **inconvénients**
 - ~~volume de stockage important~~
 - aucune adaptabilité au contexte (vocabulaire limité)
 - problème du rétablissement de la courbe mélodique entre les segments

synthèse Text-to-Speech principes



- peut synthétiser vocalement n'importe quel texte électronique
- une base de sons par langue-cible

:: temps anciens ::

- Statues chantantes d'Aménophis III
- Statues parlantes grecques (Oracles)
- « Frauduleux miracle » de Berne (1507)



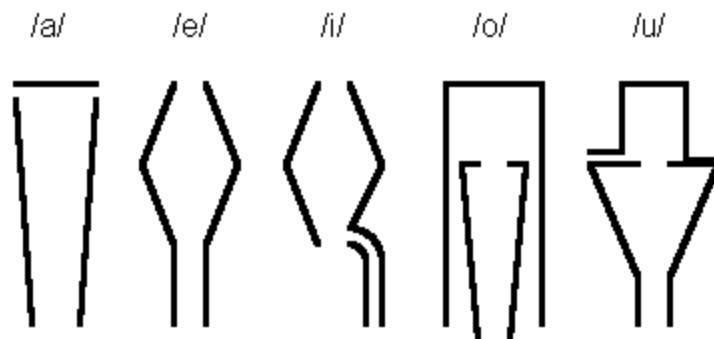
Th. Murner, *History von den fier Ketzren*,
Strasbourg, 1509

(<http://www.imageandnarrative.be/inarchive/iconoclasm/dekoninck.htm>)

.. Modèles mécaniques ..

:: histoire ::

- Christian Kratzenstein (1779) : explication des différences physiologiques entre 5 voyelles longues et mode opératoire pour les restituer artificiellement

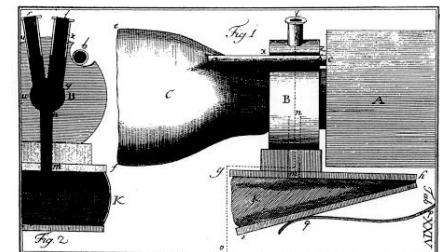
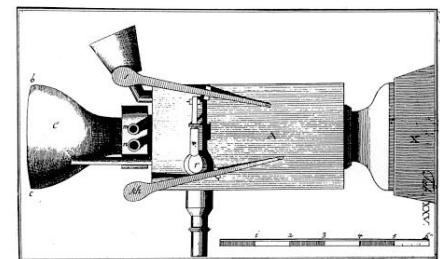
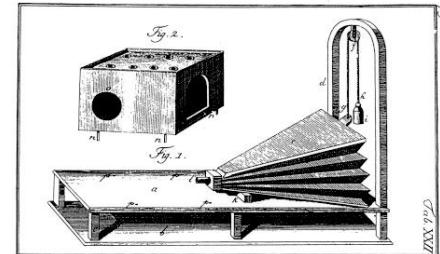


http://www.acoustics.hut.fi/publications/files/theses/lemmetty_mst/chap2.html

:: histoire ::

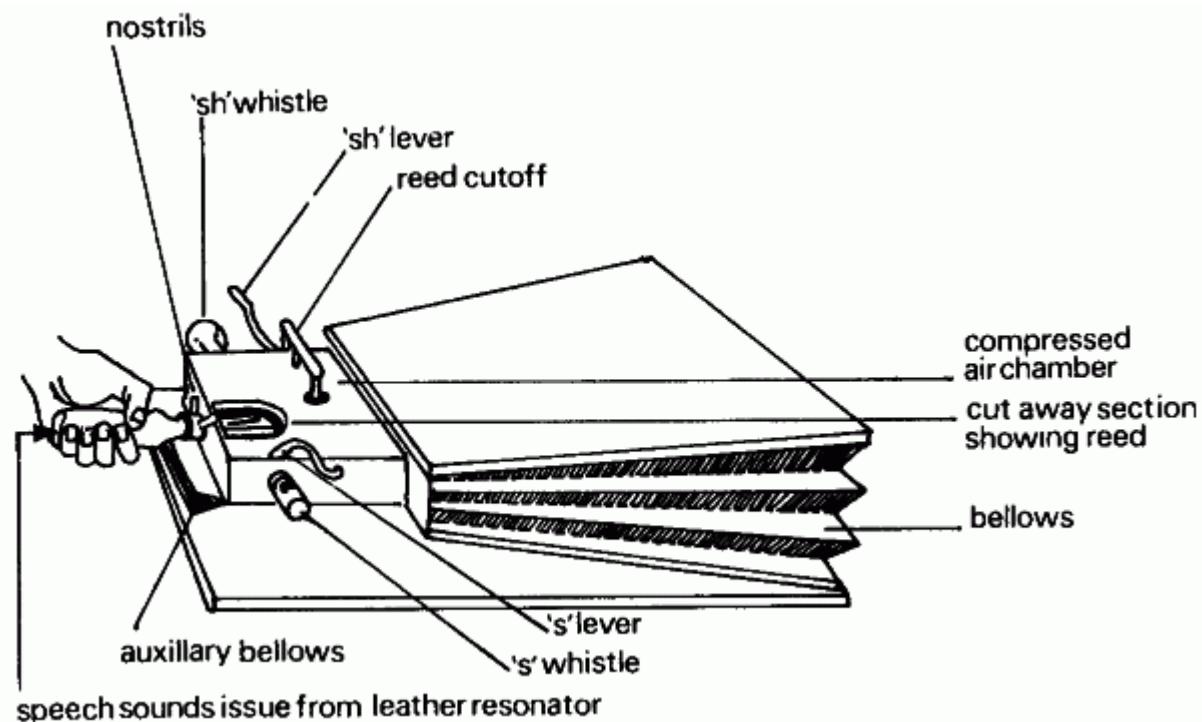
<http://www.ling.su.se/staff/hartmut/kemplne.htm>

- Von Kempelen (1791) : 1^{ère} machine parlante (décrite dans *Mechanismus der menschlichen Sprache nebst Beschreibung einer sprechenden Maschine*)



:: histoire ::

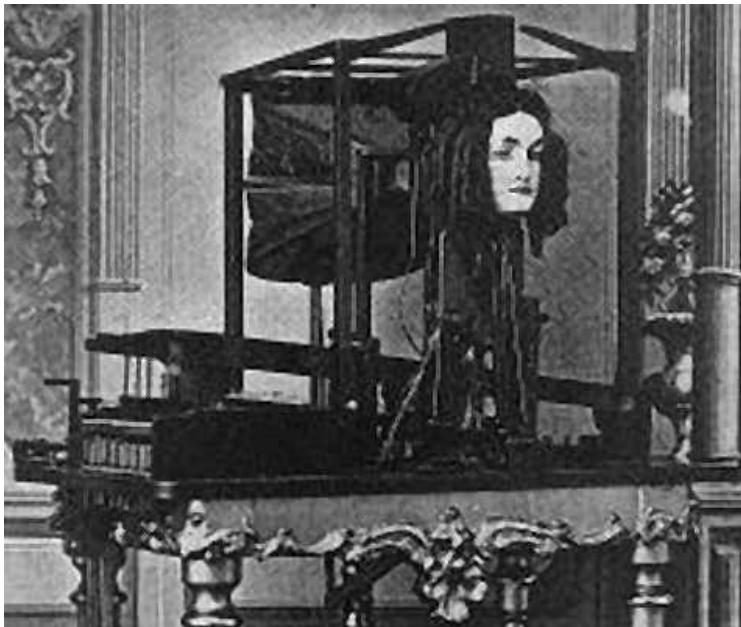
- Wheatstone (1835)



<http://www.haskins.yale.edu/featured/heads/SIMULACRA/wheatstone.html>

:: histoire ::

- Faber (1846) → Euphonia

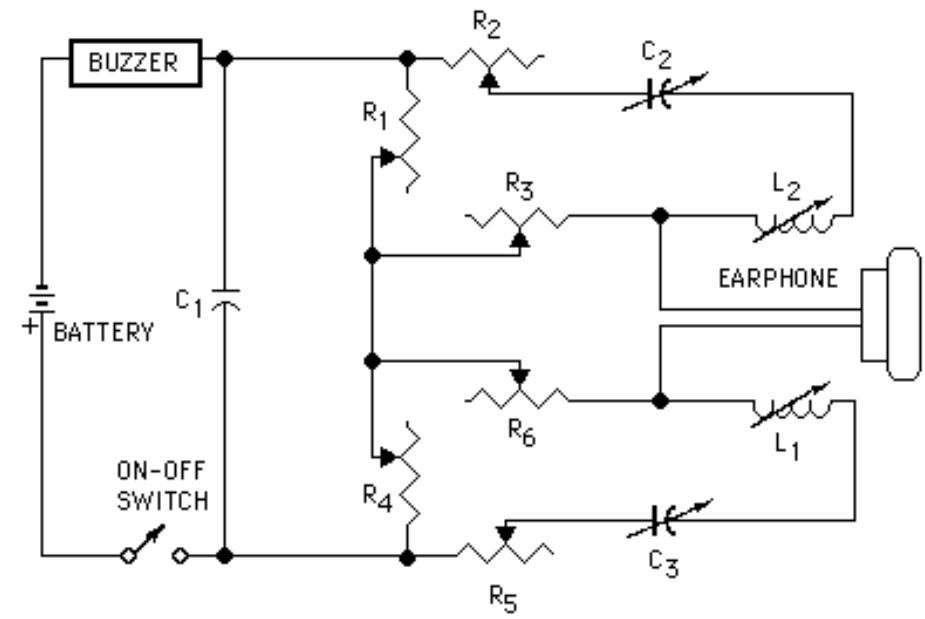


<http://irrationalgeographic.wordpress.com/2009/06/24/joseph-fabers-talking-euphonia>



:: histoire ::

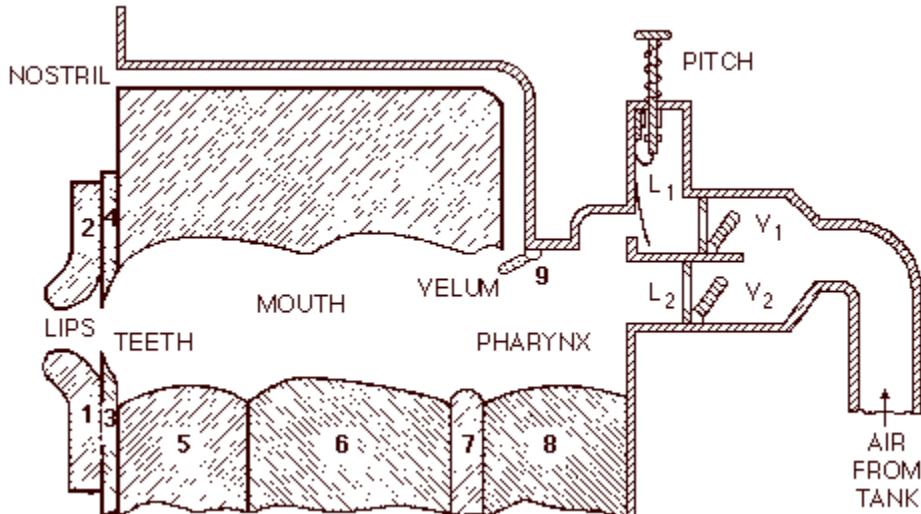
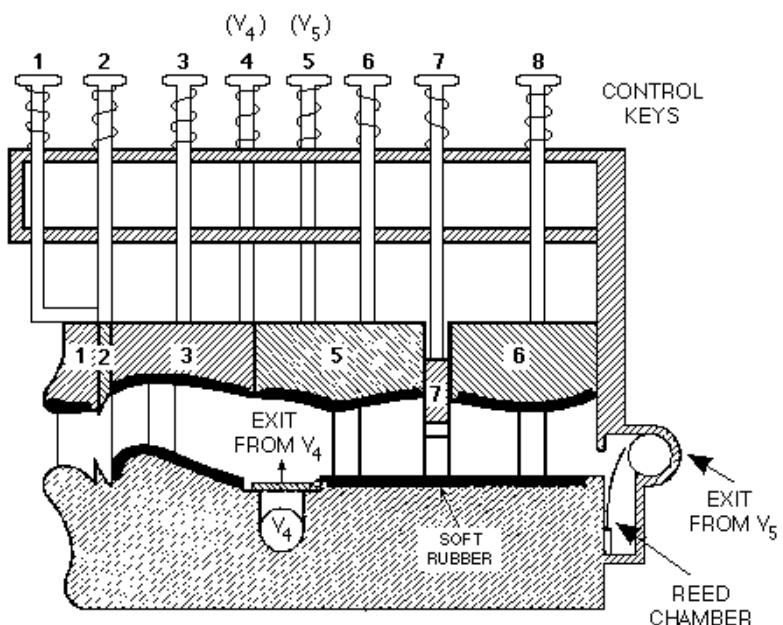
- J. Q. Stewart (1922) : construit un appareil constitué de deux résonateurs couplés excités par des impulsions électriques périodiques. En faisant varier les fréquences de résonances, produit des sons proches des voyelles (validation des travaux de von Helmholtz)



J. Q. Stewart, Electrical analog of the vocal organs,
Nature, 1922

..: histoire :.

- Riesz (1937)

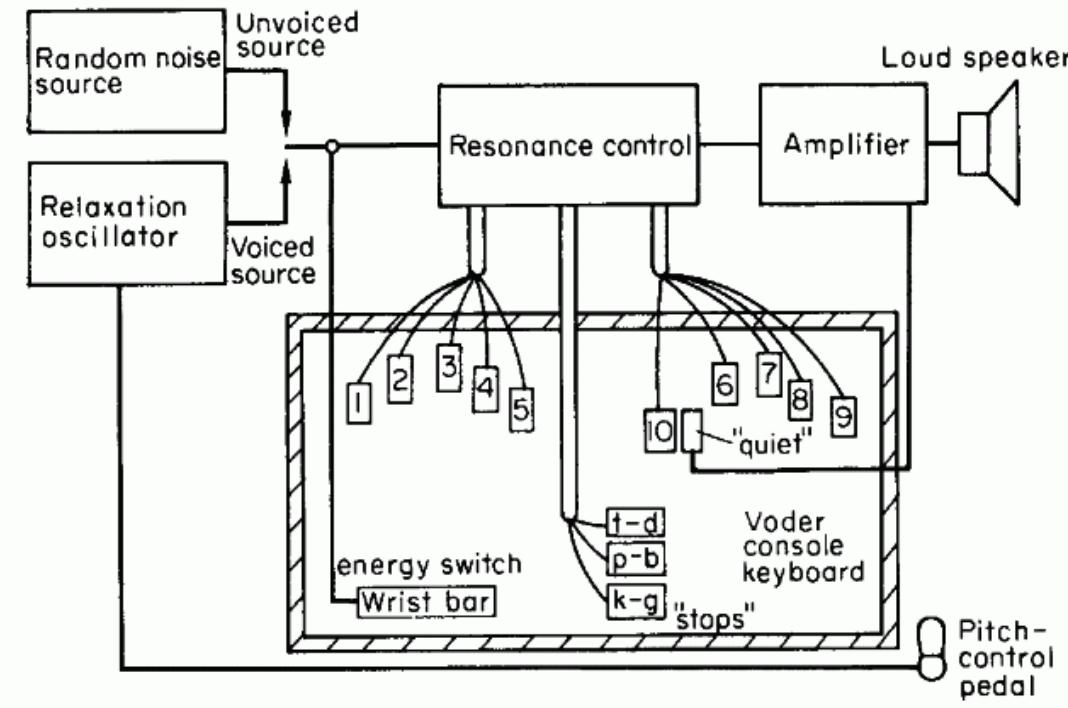


<http://www.haskins.yale.edu/featured/heads/simulacra/riesz.html>

:: histoire ::



- Dudley (1939) → VODER



<http://www.haskins.yale.edu/featured/heads/SIMULACRA/voder.html>

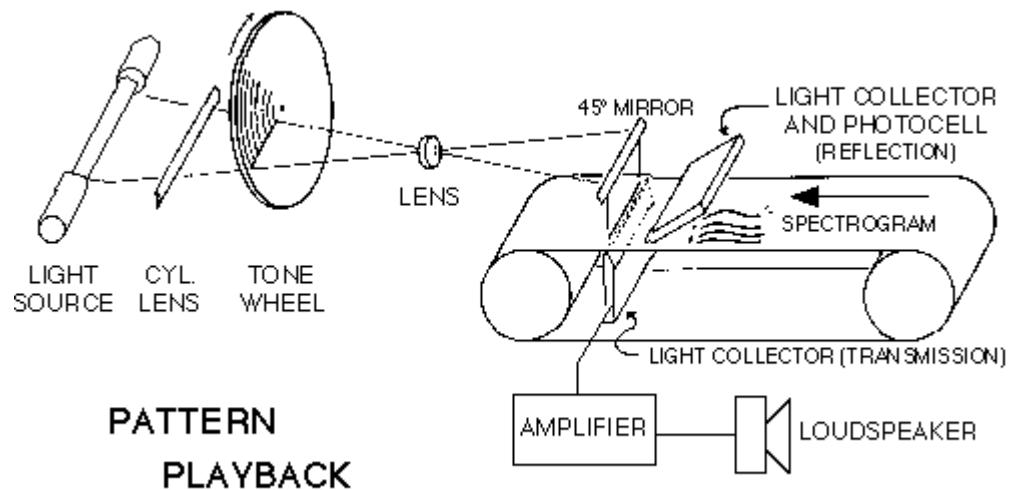
.: Modèles électriques de production de parole :.



- Franklin Cooper (1950) → Pattern Playback [Haskins Laboratory]



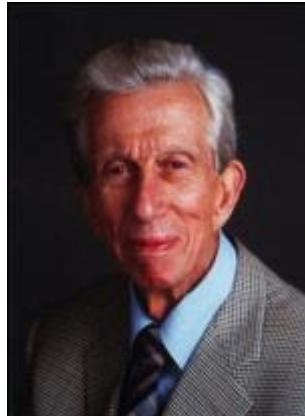
Frank Cooper with the original playback (from film)



These days ... It's easy to tell ... Four hours

<http://www.haskins.yale.edu/featured/heads/SIMULACRA/playback.html>

-  Gunnar Fant (1950) → OVE
How are you? I love you



-  Walter Lawrence (1953) → PAT – Parametric Artificial Talker
What did you say before that?

<http://vimeo.com/26005634>



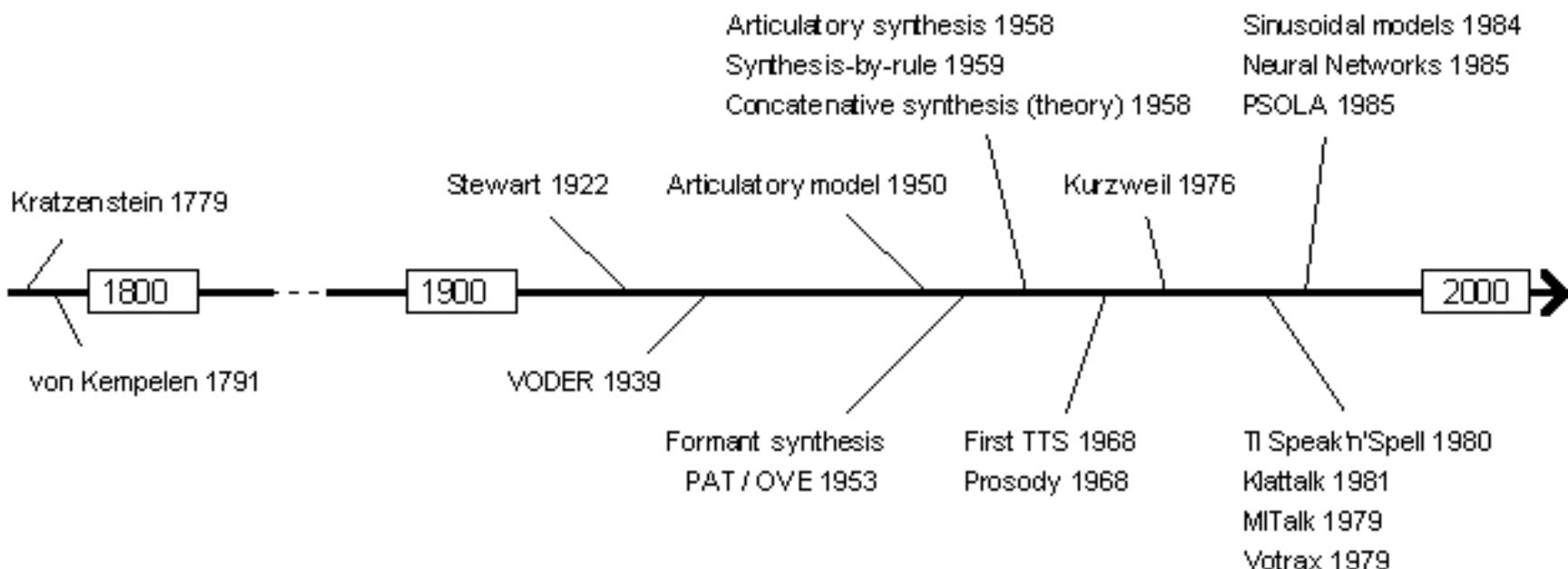
<http://www.cs.indiana.edu/rhythmsp/ASA/partA.html>

- University of Umeda (1968) : premier prototype de synthèse pour l'anglais utilisant des règles syntaxiques
- MITalk (1976) puis KlattTalk (1983) et enfin DECTalk (1982) : utilisation de différents niveaux pour convertir du texte



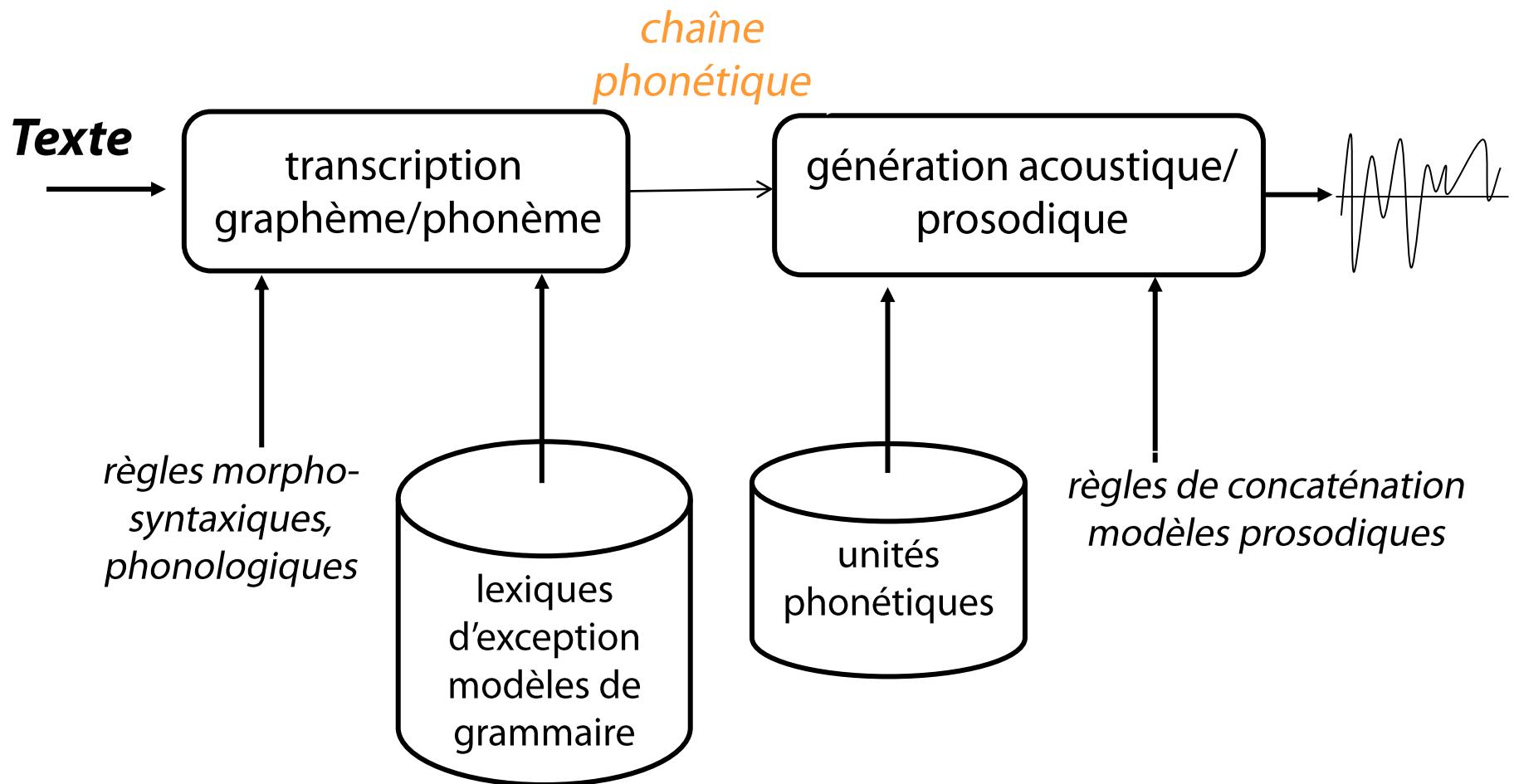
Stevie Wonder Introducing
the DECTalk in 1983

.. en résumé ..



synthèse Text-to-Speech

modules



synthèse Text-to-Speech

composantes fonctionnelles

deux composantes

- la transcription graphèmes/phonèmes
- la génération acoustico-phonétique

synthèse Text-to-Speech transcription ...

1 / 8

module de pré-traitement de texte

- intégré dans les systèmes de transcriptions
- demeure le problème des mots étrangers et des caractères “informatiques”
(exemples : @, //, <!--, :-), etc.)

synthèse Text-to-Speech

transcription ...

2/8

objectif

passer du texte orthographique à une suite de symboles phonétiques pouvant inclure des marqueurs prosodiques

exemples

bonjour

[bo~ZuR]

synthèse

[se~tEz]

marqueurs prosodiques

↗ de F0, etc.

synthèse Text-to-Speech

transcription ...

3/8

- les difficultés
 - identification de la fin de phrase
 - les inattendus orthographiques
 - sigles
 - abréviations
 - erreurs orthographiques
 - mots étrangers
 - etc.

synthèse Text-to-Speech

transcription ...

4/8

- **analyseur contextuel**
 - les mots sont considérés dans leur contexte
 - deux catégories
 - **analyse contextuelle** : probabilité de transition entre catégories syntaxiques successives (n-grammes)
 - **analyse déterministe** : par règles catégoriques

synthèse Text-to-Speech

transcription ...

5/8

- **analyse morphologique**

- proposition de toutes les natures possibles pour chaque mot en fonction de sa graphie
- deux catégories
 - **mots grammaticaux** (déterminants, pronoms, prépositions, conjonctions, ...) : nombre fini
 - **mots lexicaux** : nombre infini

synthèse Text-to-Speech

transcription ...

6/8

- **analyseur syntaxique-prosodique**
 - découpage du texte en groupes de mots qui permettra d'associer une prosodie
 - des problèmes de phonétisation
 - **assimilation** : contraintes articulatoires (ex : événement)
 - **homographes hétérophones** : en français, sur 4 000 homographes, 70 sont hétérophones !
 - **liaisons phonétiques, « schwa », nouveaux mots ...**

synthèse Text-to-Speech

transcription ...

7/8

- les ambiguïtés (graphémiques, catégoriels, ...)

- réalisation phonétique / ambiguïté phonétique

exemples :

→ le “x”

[ks]	dans	axe
[s]	dans	six
[z]	dans	sixième
[gz]	dans	exact

→ temps[ta~]

→ oiseau [wazo]

- importance de l'accent tonique pour certaines langues (espagnol, mandarin, ...)

synthèse Text-to-Speech transcription ... exemples 8/8

- le roi Louis **XIV** était le fils de Louis **XIII**.
- **JH** loue **appt** T2 56 **m2**.
- une flûte coûte 1 € ?
 → problèmes résolus par lexique
- Les poules du **couvent couvent**.
- Tu **as** un **as**.
 → homographes hétérophones résolus par analyseur syntaxique
- Les **fils** de mon père embobinent des **fils**.
 → homographes hétérophones résolus par analyseur sémantique
- ILS **RECURENT** DES POELES.
 → ambiguïté → résolue par la pragmatique

synthèse Text-to-Speech

génération ...

1 / 9

traitements phonétiko-acoustiques

- prennent en compte la transcription phonétiko-prosodique du texte
- associent les paramètres acoustiques et prosodiques (numériques) à partir de dictionnaires d'unités.
(phonèmes ou “polysons” —*diphones, triphones, etc.*—)

synthèse Text-to-Speech

génération ... modèles

2 / 9

- modèles de production
 - synthétiseurs à formants
 - LPC - **L**inear **P**rediction **C**oding [Markel 76]
- modèles phénoménologiques
 - synthèse acoustique par concaténation : approche TD-PSOLA - **T**ime **D**omain **P**itch **S**ynchronous **O**ver**L**ap **A**dd [Moulines 90],
 - approches hybrides comme MBROLA - **M**ulti-**B**and **R**e-synthesis pitch-synchronous **O**ver**L**ap-**A**dd [Dutoit 96]

synthèse Text-to-Speech

génération ... méthodes

3 / 9

deux catégories majeures de méthodes

- par **règles** sur les transitions formantiques
 - modélisation des transitions à l'aide de règles
- par **dictionnaires** : la “transition” est stockée dans les unités
 - diphones par exemple

synthèse Text-to-Speech

génération ... règles

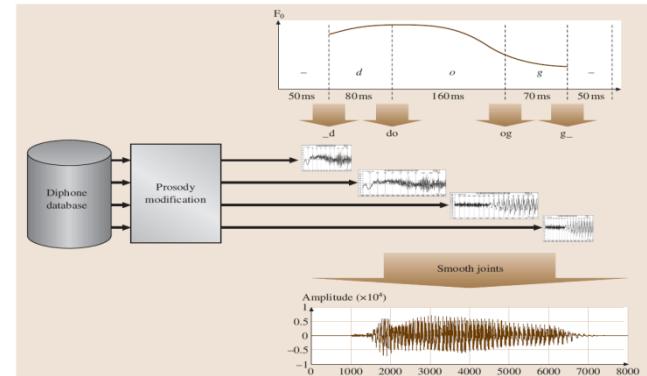
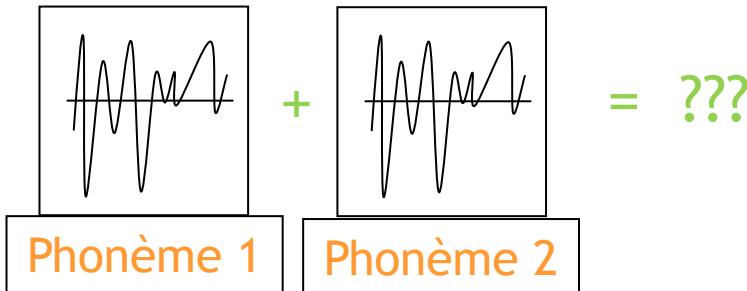
4 / 9

- modélise les transitions entre phonèmes à l'aide de règles
- repose sur un calcul de paramètres de contrôle (formants) et leur évolution

avantage : peu de données à stocker

inconvénient : voix nasillarde et formulation de règles longue, délicate, fastidieuse

synthèse Text-to-Speech génération ... dictionnaire 5/9



problème de la co-articulation

[k] (de “ka”) + [i] (de“ki”) =[pi] au plan perceptif !



les transitions entre les phonèmes transportent l'information pertinente.

synthèse Text-to-Speech génération ... dictionnaire 6/9

“un diphone est un élément sonore caractéristique de la transition entre deux phonèmes s'étendant de la partie stable d'un phonème à la partie stable du phonème suivant.” [Emerard 77]

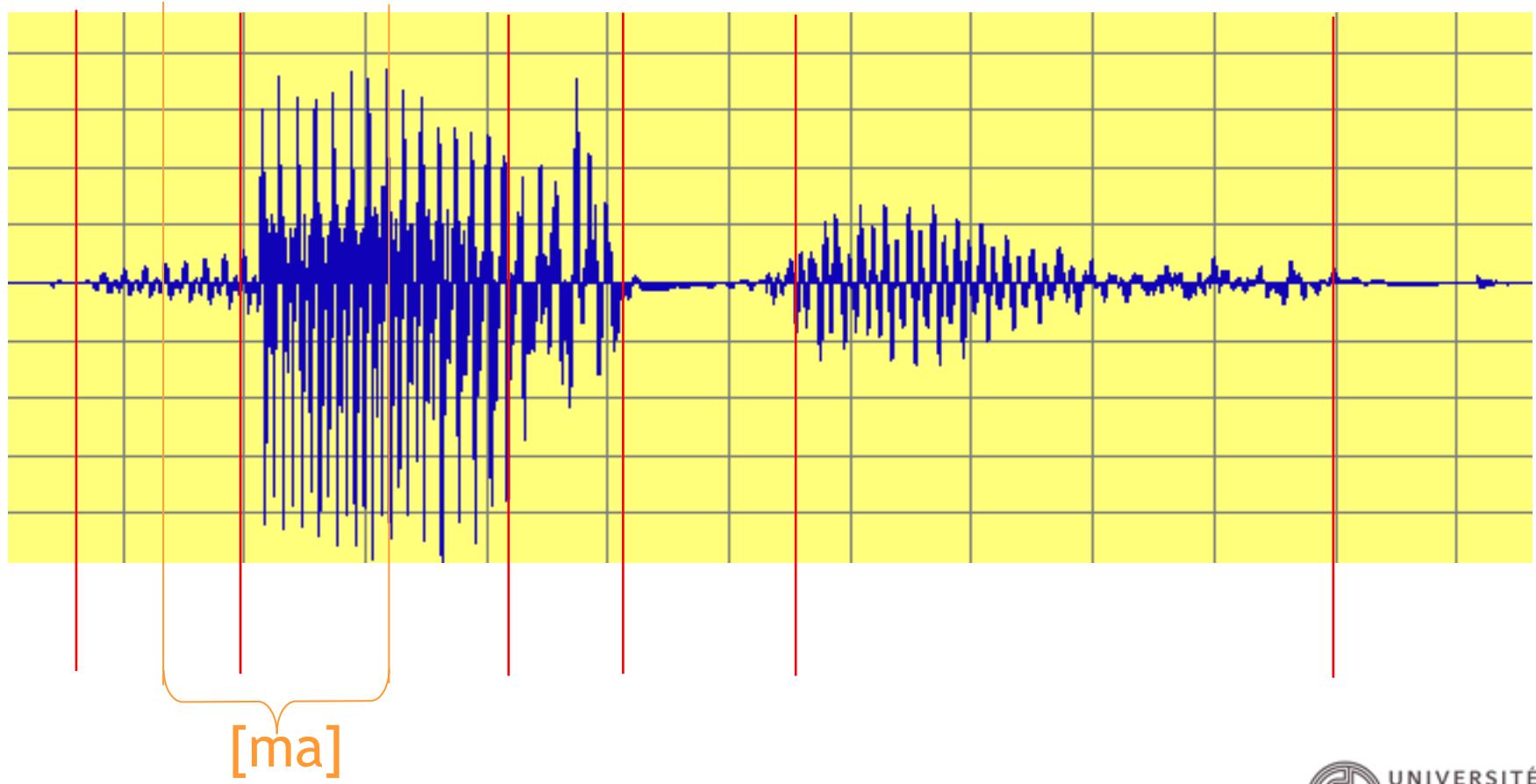
stocker les transitions plutôt que de les modéliser

[Peterson & All, 1958]

synthèse Text-to-Speech

génération ... dictionnaire 7/9

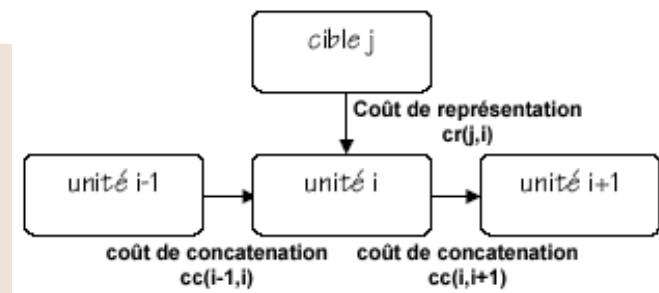
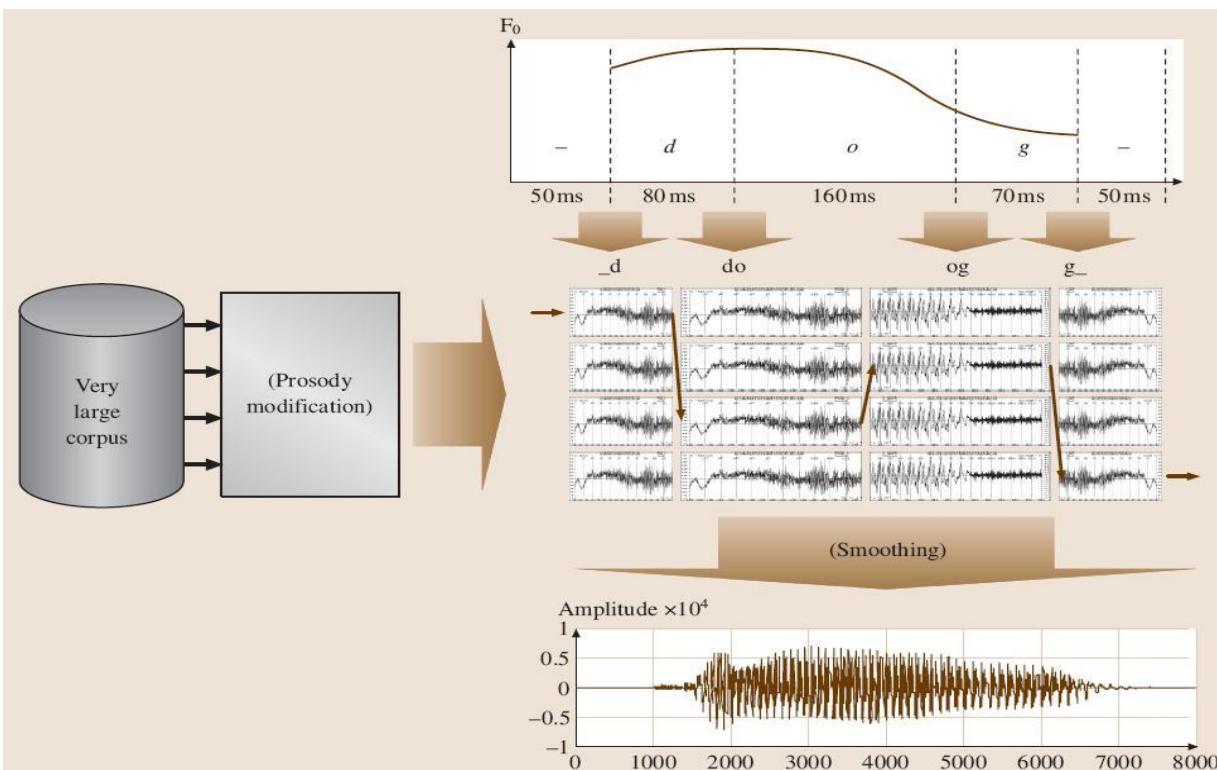
- exemple de diphones



synthèse Text-to-Speech

génération ... dictionnaire 8/9

- sélection d'un exemplaire de diphone (unité i) pour représenter le diphone cible (f) et coûts afférents



synthèse Text-to-Speech

génération ... dictionnaire 9 / 9

- étapes de construction d'un dictionnaire de diphones



- lecture d'un corpus phonétiquement équilibré, fréquence d'échantillonnage (>16 kHz)
- étiquetage du corpus de signal en diphones (outils semi-automatiques d'alignement de chaînes issues du TAP)
- calcul d'une paramétrisation acoustique
- détermination de valeurs prosodiques par défaut

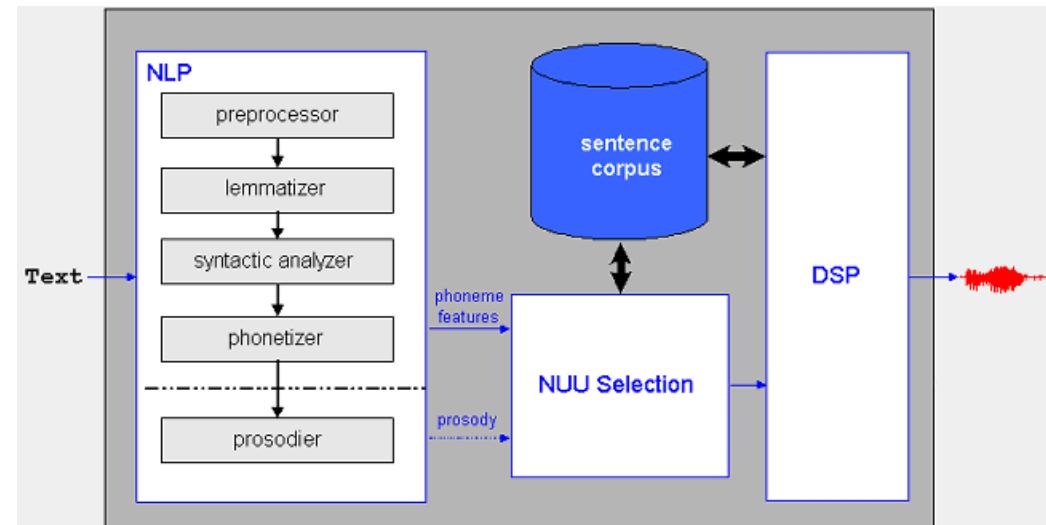
synthèse Text-to-Speech génération ... dictionnaire (suite)

- *Linguistically-Oriented Non-uniform units Selection system*
(sélection d'unités non uniformes/Multitel)
 - utilisation d'informations linguistiques
 - aucune modélisation de la prosodie



mbrola

lions

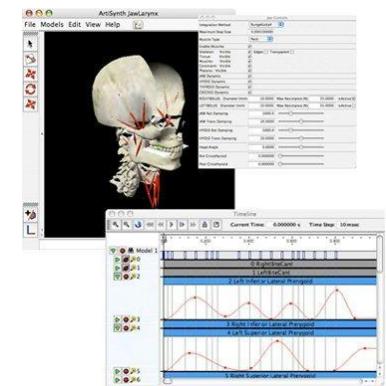


synthèse Text-to-Speech

- synthèse articulatoire (modèle computationnel du tract vocal)

<http://www.magic.ubc.ca/artisynth/pmwiki.php>

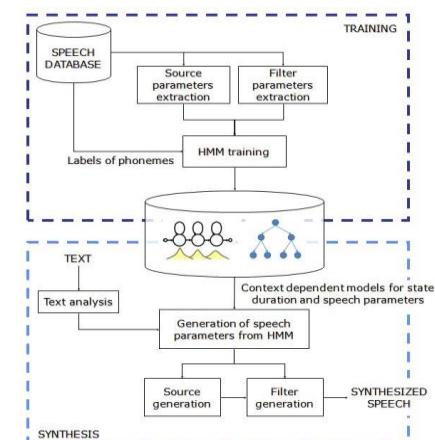
<http://www.praat.org>



- synthèse hybride formants/caténation de segments

- synthèse HMM (vocal tract, F0 et prosodie modélisés)

<http://hts.sp.nitech.ac.jp>



synthèse Text-to-Speech des exemples



<http://www.lhsl.com>

<http://www.elantts.com>



AT&T Labs - Research

<http://www.naturalvoices.att.com/demos>



<http://www.fonix.com>

B A B E L
Technologies
S.A.

<http://www.babeltech.com>



Loquendo
VOCAL TECHNOLOGY AND SERVICES

<http://www.loquendo.com>



<http://elantts.com>

<http://www.naturalreaders.com>



beaucoup d'autres !

synthèse Text-to-Speech des systèmes

- bases et/ou systèmes gratuits téléchargeables
 - bases compatibles SAPI 4.1 et SAPI 5 (<http://www.bytecool.com/voices.htm>)
 - bases **mbrola** et binaires (<http://tcts.fpms.ac.be/synthesis/mbrola.html>)
 - **gnuspeech** (<http://www.gnu.org/software/gnuspeech>)
 - **Festival, Flite, FreeTTS {java}** (<http://freetts.sourceforge.net>)
 - **HTS** : synthèse HMM (<http://hts.ics.nitech.ac.jp/voicedemos.html>)
 - **eSpeak** (<http://espeak.sourceforge.net/index.html>)
 - **Voce** (<http://voce.sourceforge.net>)
 - **Epos** (<http://epos.ure.cas.cz>)



EPOS

systèmes de synthèse vocale

des critères de comparaison

enregistrement/restitution TTS

Qualité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
intelligibilité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
convivialité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
adéquation	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
naturel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flexibilité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
évolutivité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
coût	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Efficience	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

la prosodie

introduction

il est admis que la prosodie faciliterait la compréhension
d'énoncés

elle peut :

- “stimuler” les usagers par des messages plus engageants et conviviaux
- expliciter des actes de dialogue par un effet de “saillance” verbale

la prosodie

introduction

- prosodie
 - variation d'emphase
 - de ton
 - et de durée

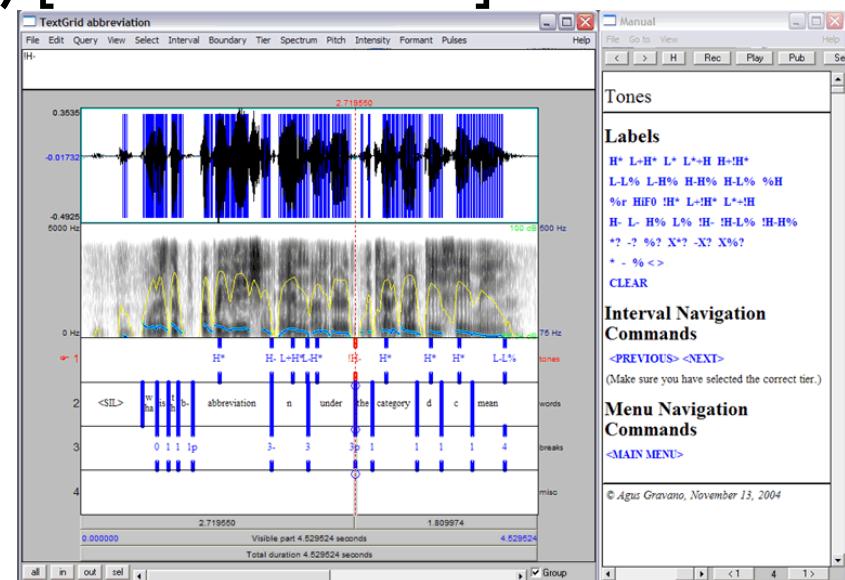
dans le langage parlé ...

la prosodie grammaire d'intonation ToBI

(ToBI = “Tones and Break Indices”) [Silverman 1992]

Distinction tonale binaire :

H (high) and L (low)



Combinaisons dans une expression intonative :

Accent + Ton de l'expression + Ton “frontière”

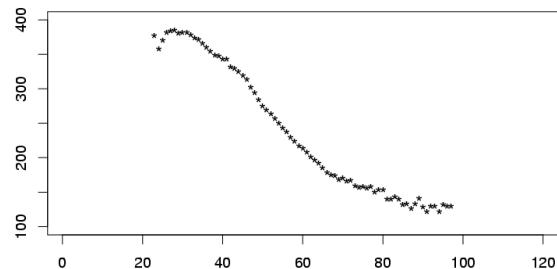
H*+L

L-

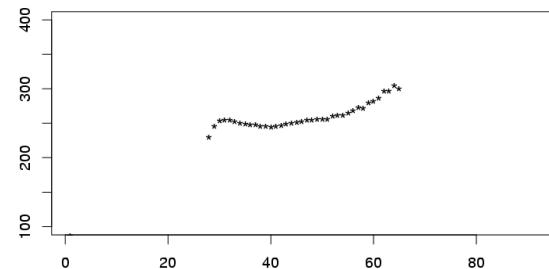
L%

la prosodie accents

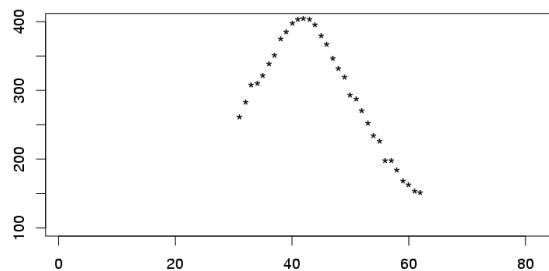
$H^* \ L^- \ L\%$



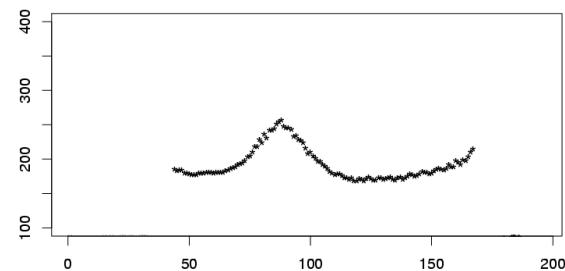
$L^* \ H^- \ H\%$



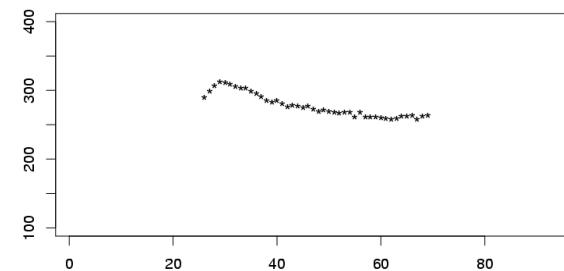
$L^*+H \ L^- \ L\%$



$L^*+H \ L^- \ H\%$



$H^*+L \ H^- \ H\%$



la prosodie

introduction

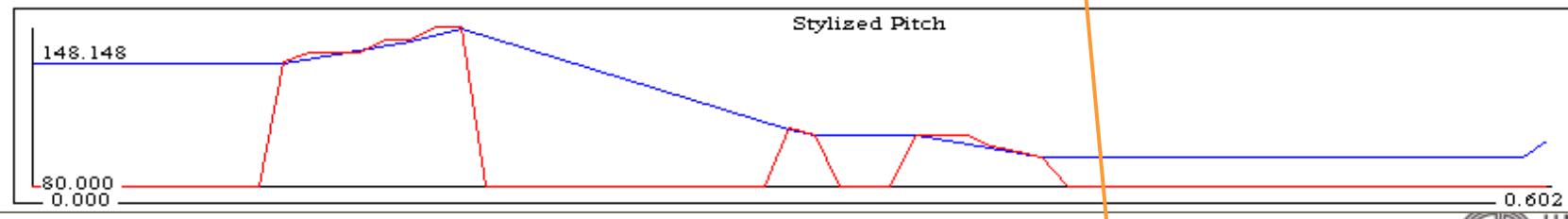
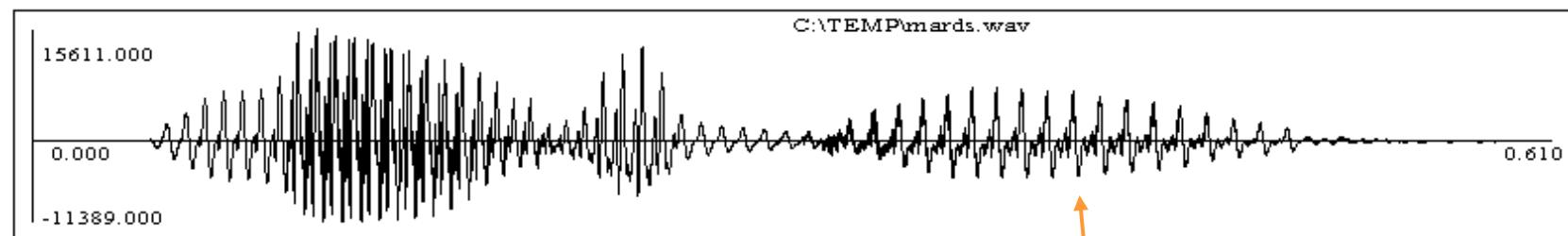
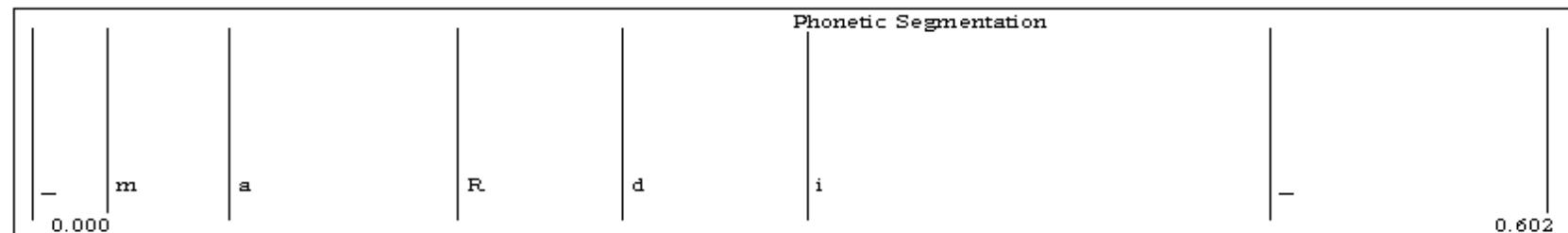
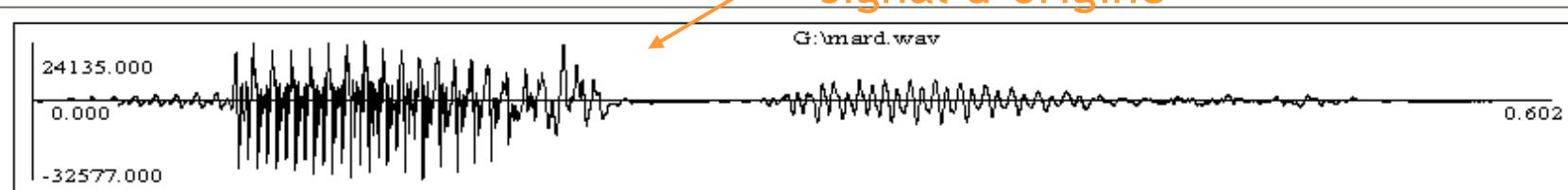
- la synthèse mimétique [Dutoit 93] [Elan 00]
 - résulte de la transposition de la prosodie d'un enregistrement sur de la synthèse TTS
- les langages à marqueurs prosodiques [Sproat 97] [VoiceXML 99], Aural CSS (CSS2)
 - mise en correspondance d'une notation phonologico-prosodique et d'une planification phonétiko-prosodique

la prosodie

la synthèse mimétique

signal d'origine

1/2



signal synthétisé

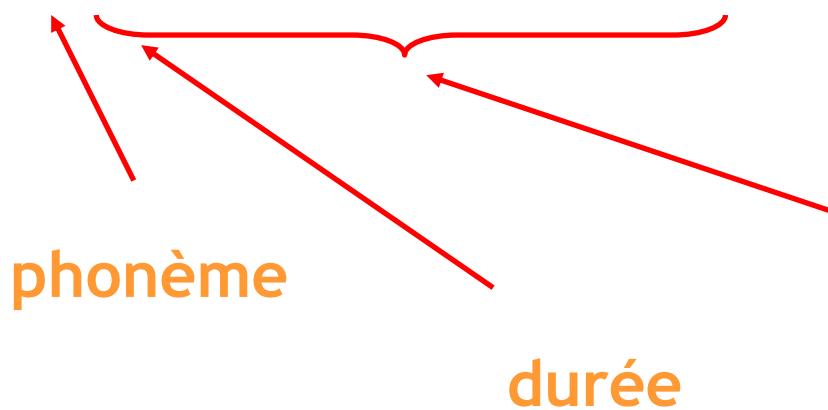
la prosodie

la synthèse mimétique

2/2



_ 150 0 102 100 102
a 548
I 80 77 102
a 181 6 105 22 102 55 102 72 105 77 104 88 102 94 102
k 185 97 137
I 50 9 127 48 129
E 123
R 91 1 129 34 121 67 125 100 125
@ 144 20 129 41 125 62 129 83 125



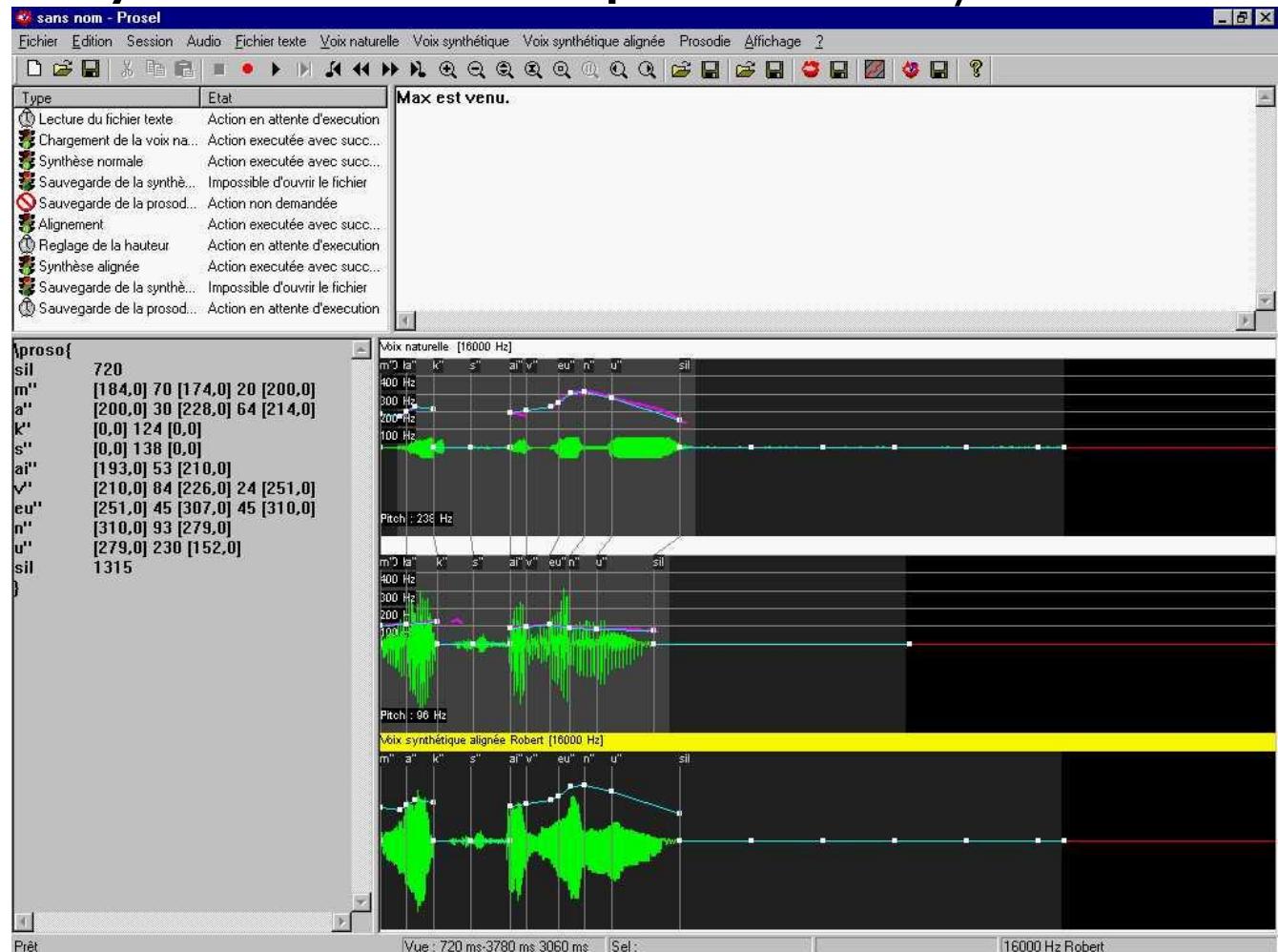
la prosodie

la synthèse mimétique

3/3

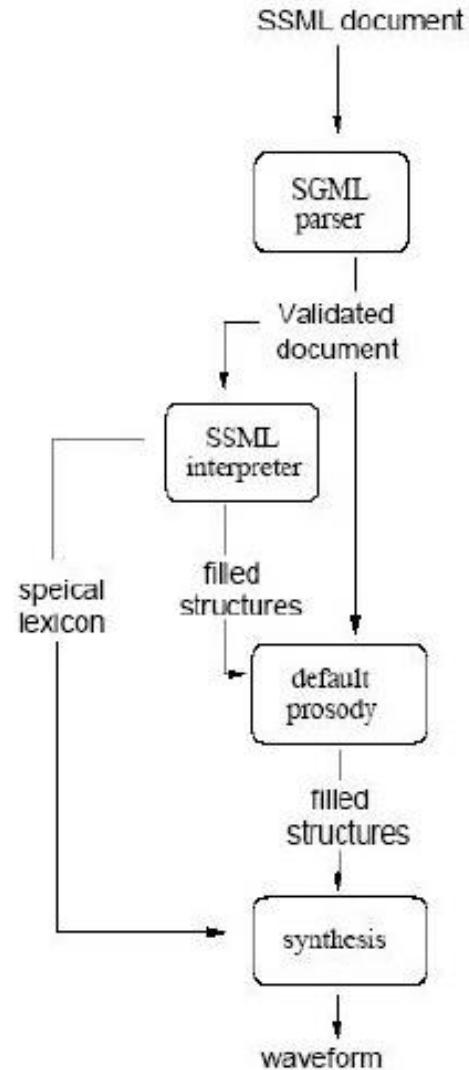
Prosel

[Elan 00]



la prosodie

les langages ... SSML



la prosodie

les langages ... SSML

```
<!doctype ssml system "SSML.dtd" []>
```

```
<ssml>
```

SSML allows explicit labelling of text. Just press the

<emph>start</emph> button. Also phrases can be marked in text. Even in utterly **<phrase>** inappropriate places **</phrase>**

```
<voice name="male2">
```

Different voices, as well as different languages may be selected by another simple tag.

```
<voice name="male1">
```

```
<define word="edinburgh" phonemes="e1 d - i n - b r @">
```

Also desired pronunciation of words like Edinburgh can be explicitly given. So the pronunciation is correct

<sound src="bong.au"> and not wrong **<sound src="splat.au">** 
</ssml>

la prosodie

les langages ...

- SSML → JSML (JSpeech ML) → SABLE (Sproat 98)
- ACSS (Aural CSS)

```
@media speech {  
    H1, H2, H3,  
    H4, H5, H6 { voice-family: paul, male; stress: 20; richness: 90 }  
    H1 { pitch: x-low; pitch-range: 90 }  
    H2 { pitch: x-low; pitch-range: 80 }  
    H3 { pitch: low; pitch-range: 70 }  
    H4 { pitch: medium; pitch-range: 60 }  
    H5 { pitch: medium; pitch-range: 50 }  
    H6 { pitch: medium; pitch-range: 40 }  
    LI, DT, DD { pitch: medium; richness: 60 }  
    DT { stress: 80 }  
    PRE, CODE, TT { pitch: medium; pitch-range: 0; stress: 0; richness: 80 }  
    EM { pitch: medium; pitch-range: 60; stress: 60; richness: 50 }  
    STRONG { pitch: medium; pitch-range: 60; stress: 90; richness: 90 }  
    DFN { pitch: high; pitch-range: 60; stress: 60 }  
    S, STRIKE { richness: 0 }  
    I { pitch: medium; pitch-range: 60; stress: 60; richness: 50 }
```

la prosodie

les langages ... ad hoc

- *Exemple : Loquendo*



_Ehe Bonjour tout le monde! Me voilà ! _Throat Je m'appelle Juliette, _Click et je suis une des voix françaises de Loquendo. _Breath Formidable ! A partir d'aujourd'hui, _Click il est possible d'utiliser des formules expressives, qui rendent ma voix plus agréable. Justement ! Par exemple, _Euhh je peux dire : quelle surprise, ou bien : quelle surprise !

applications ...

- communication palliative des personnes handicapées : Clapoti (IRIT), ChipSpeaking (<http://www.chipspeaking.com>)
- avatars parlants : synchronisation synthèse vocale et avatar
- ...



accéder à l'information

perspectives socio-politiques

- **prise de conscience des pouvoirs publics**
 - **en France**
 - Circulaire du 12/10/99 (JO N° 237 p. 15167) relative aux sites Internet des services publics de l'état

“Les responsables des sites veilleront tout particulièrement à favoriser l'accessibilité de l'information à tous les internautes, notamment les personnes handicapées, non voyantes, malvoyantes ou malentendantes.”
 - **aux Etats-Unis**
 - tous les bureaux fédéraux devront être accessibles en 2001
 - coût estimé entre 85 et 691 millions de dollars
 - primes aux entreprises privées suivant cette norme

accéder à l'information de manière vocale

- trois niveaux de solutions
 - outils d'accessibilité : lecteurs d'écrans, navigateurs adaptés
 - production de documents : respects des recommandations (WAI du W3C, MS Active Accessibility, AccessiWeb, ...)
 - stratégies de lecture adaptées → transmodalité



accéder à l'information

transmodalité

- **définition**
 - « Mécanismes de conversion d'une ou plusieurs modalités vers une ou plusieurs autres modalités sans perte du contenu sémantique de l'information présentée » (Bellik, 1997).
- **problématiques**
 - Équivalence informationnelle
 - Restituer tous les contenus pertinents.
 - Équivalence cognitive
 - Préserver l'influence « facilitatrice » des propriétés de la modalité de présentation sur le traitement cognitif.

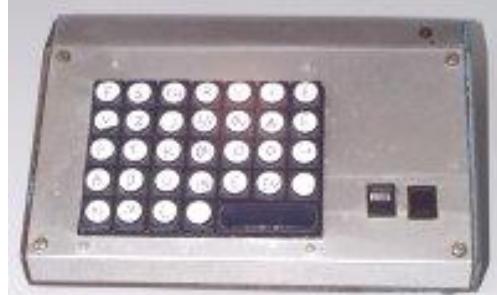
accéder à l'information

transmodalité

- exemple : relation écrit/oral
 - nécessite de travailler sur l'architecture typo-dimensionnelle du texte

communiquer parole

- par synthèse vocale



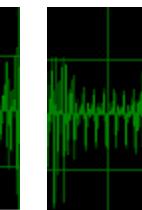
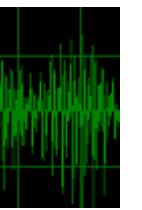
communiquer parole : CLAPOTI

- entrée phonétique
 - l'entrée phonétique accélère de 1/3 la saisie par rapport à une entrée orthographique

Entrée orthographique

b o n j o u r

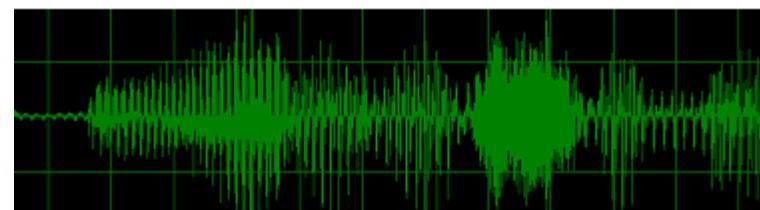
7 touches



Entrée phonétique

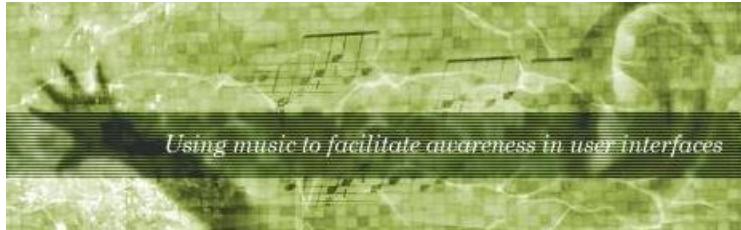
[b][on][j][ou][r]

5 touches

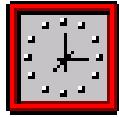


modalités sonores non verbales

typologie



- les **jingles** : thèmes musicaux
- les “**auditory icons**”(Gaver) : métaphores du monde réel
- les “**earcons**” (Blattner, Brewster) : suite de tonalités musicales



Clock.exe



auditory icon” ou “earcon”

modalités sonores non verbales

jingles, musique

exemples (<http://studio.tellme.com/library/audio/>)

- feedback après “retour arrière”
- attente de la réponse du serveur
- etc.

modalités sonores non verbales

auditory icons

sons du “monde réel” enregistrés [Gaver 88]

avantage :

- l'usager de l'interface peut utiliser ses connaissances dans la métaphore sonore “du monde réel”

inconvénient :

- pas toujours évident de trouver une métaphore sonore (i.e. faire correspondre une action de l'usager à un son immédiatement identifiable par tous)

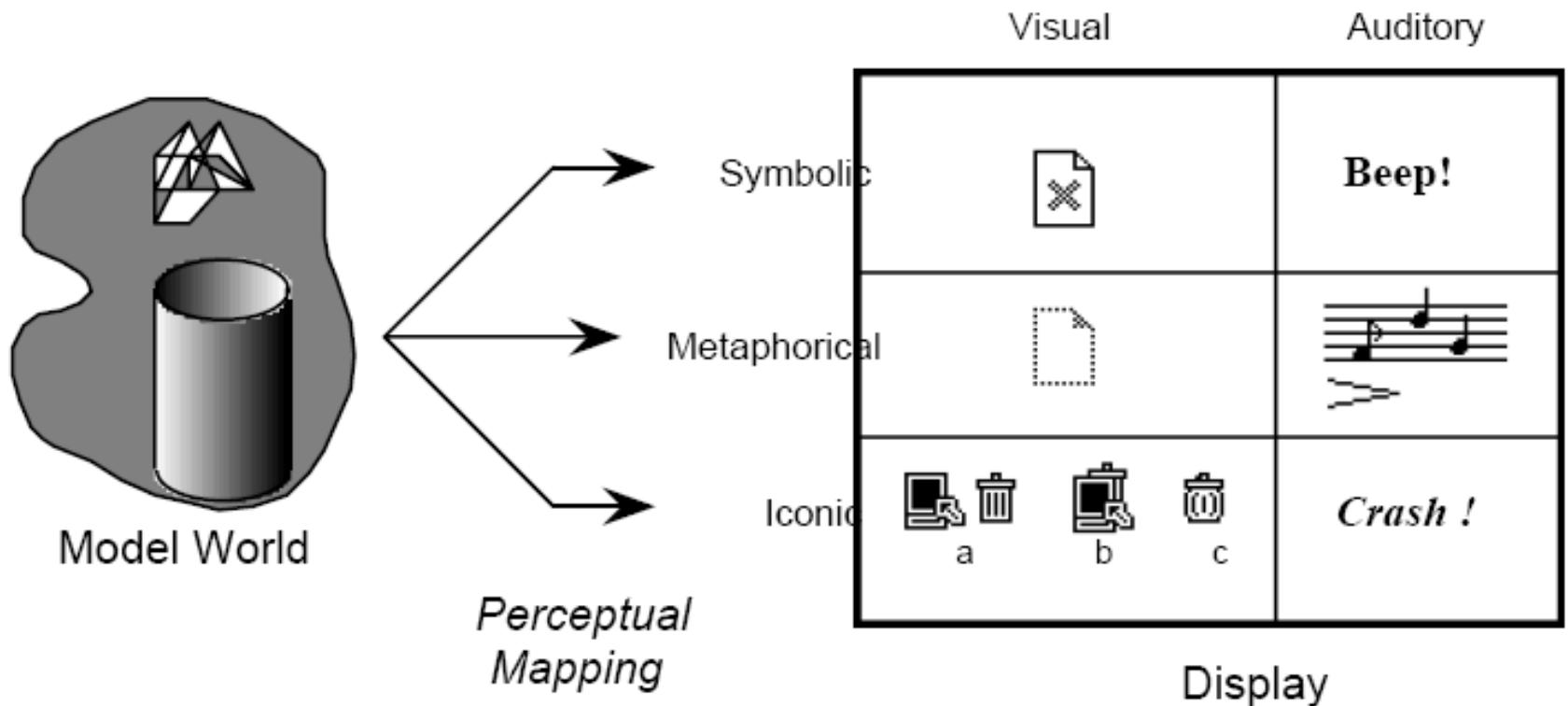
systèmes : SonicFinder [Gaver 91]

Audicônes [Martial 92]

modalités sonores non verbales

auditory icons

- 3 types de mapping sons/monde réel



<http://www.billbuxton.com/AudioUI06icons.pdf>

modalités sonores non verbales

earcons

1 / 2

“messages audio non verbaux utilisés dans les interfaces homme-machine pour fournir de l’information à l’usager sur un objet, opération ou interaction.” [Blattner 89]

Basées sur des tonalités courtes, rythmiques et synthétiques en combinaisons structurées à partir de blocs simples (appelés motifs)

modalités sonores non verbales

earcons

2/2

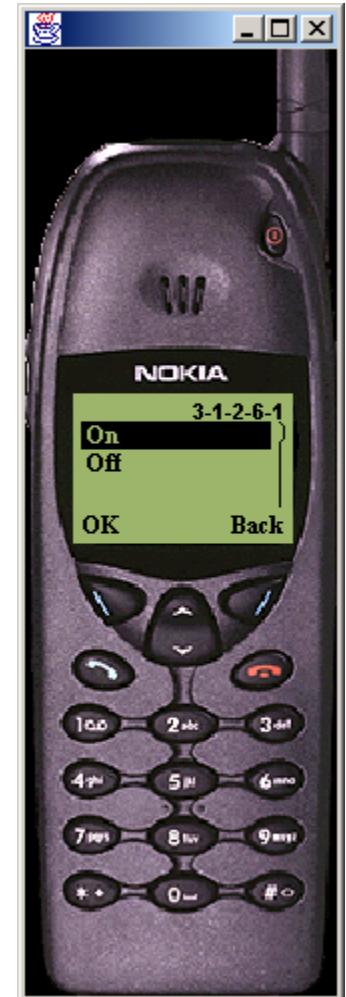
- cinq paramètres
 - deux fixes : le **rythme** (caractéristique dominante) et le **pitch** (96 différents dans le système musical occidental)
 - trois variables : le **timbre**, le **registre** et la **dynamique**
- et des lois de création des motifs (trois ou quatre notes maximum par motif, répétition, variation, contraste)

modalités sonores non verbales

earcons : démonstration

- navigation dans un simulateur téléphonique

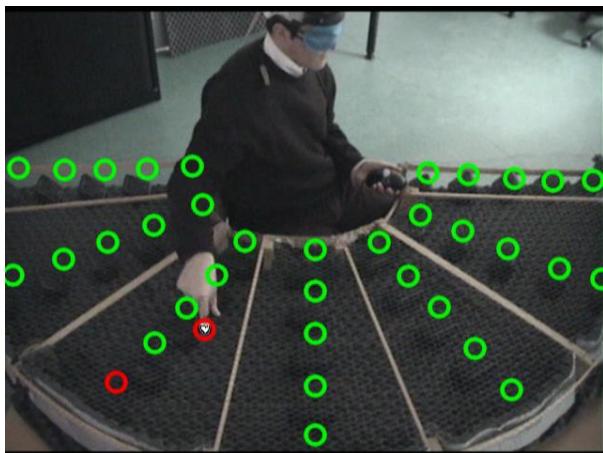
[http://www.dcs.gla.ac.uk/~stephen/
research/telephone/simulator.shtml](http://www.dcs.gla.ac.uk/~stephen/research/telephone/simulator.shtml)



modalités sonores non verbales

- Sons spatialisés

- Repérage spatial d'objets virtuels
- Repérage spatial d'objets réel au travers de sons 3D

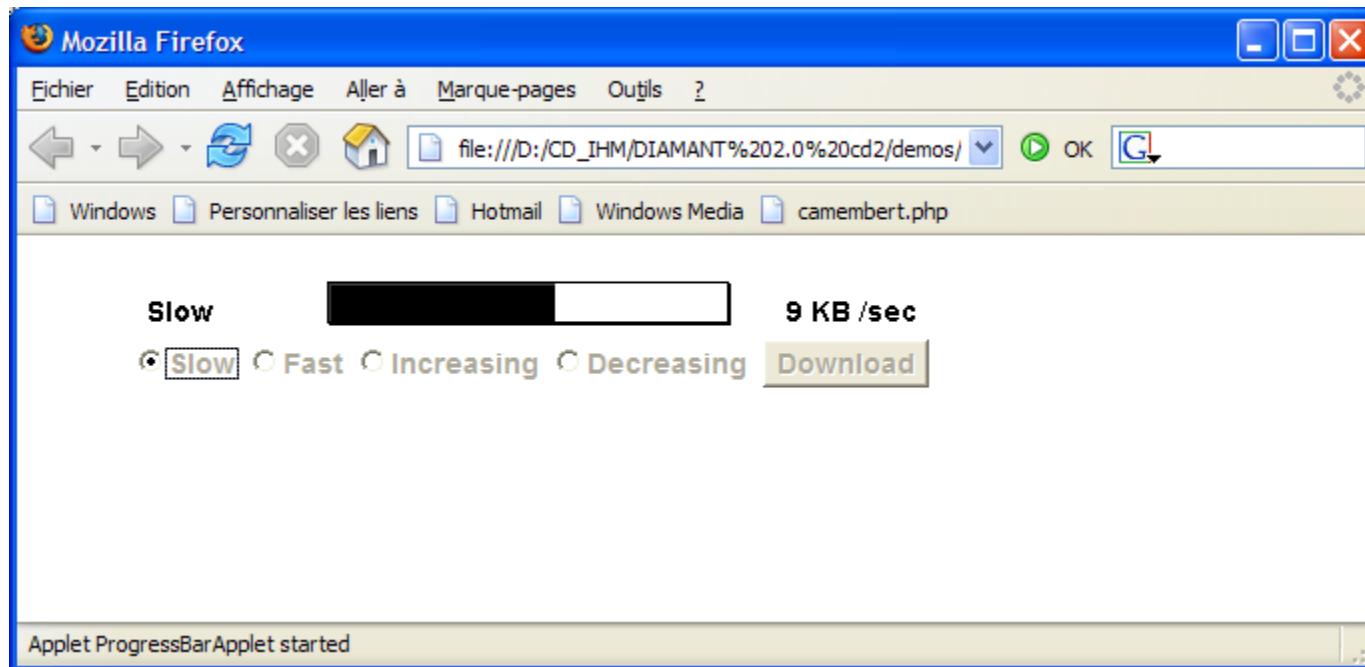


modalités sonores non verbales

audiowidgets : sonification

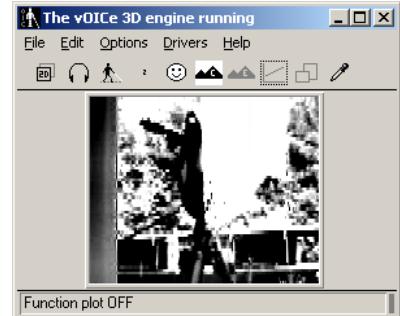
- téléchargement de fichiers

(<http://www.dcs.gla.ac.uk/~murray/audiowidgets/demos.shtml>)



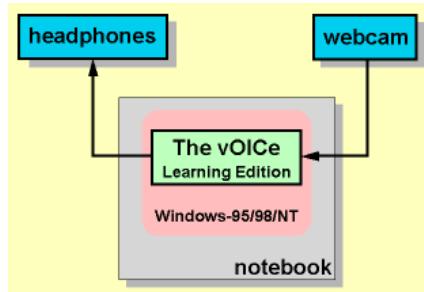
modalités sonores non verbales

substitution sensorielle (?)



- <http://www.seeingwithsound.com>

The vOICe : feedback sonore pour les personnes aveugles

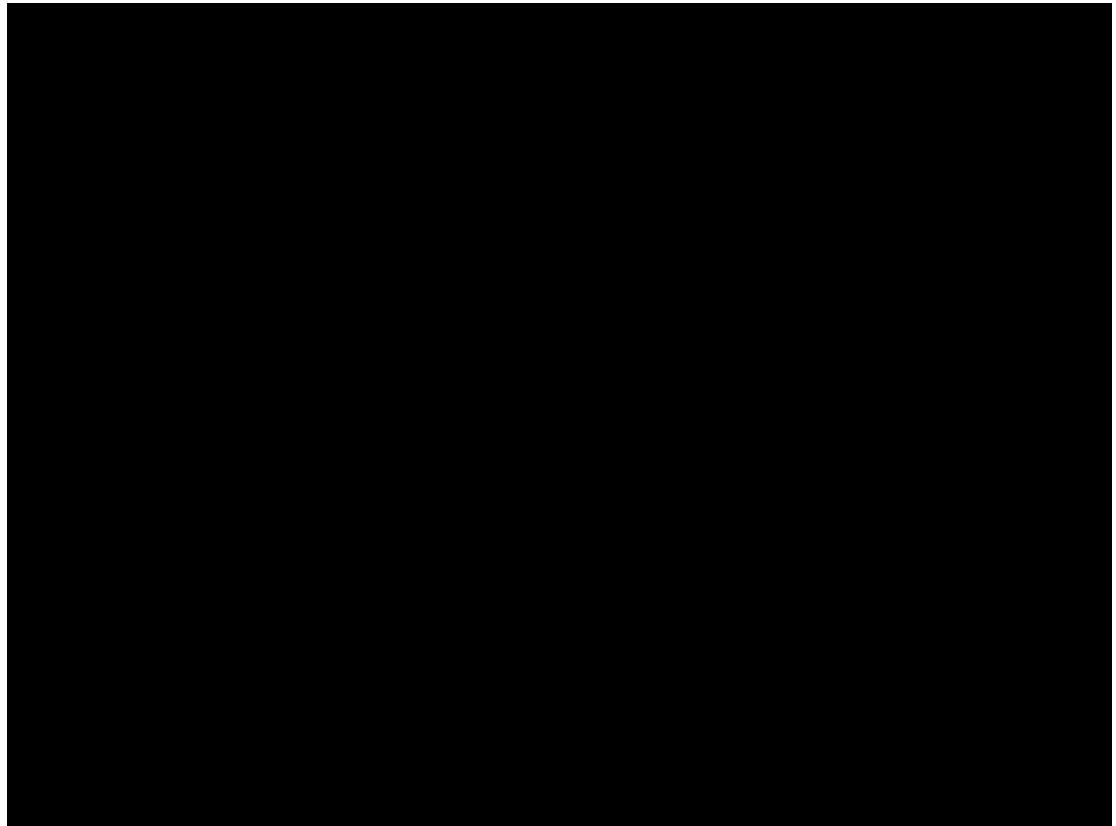


<https://www.seeingwithsound.com/webvoice/webvoice.htm>

modalités sonores non verbales inclassable



- Substitution sensorielle ...
 - quelle représentation mentale ?
 - peut-on remplacer un sens par un autre ?



Concevoir des applications vocales

méthodologies de conception

- un quadruple constat
 - le “vocal” pose des problèmes d’intégration
 - trop de SDKs différents, trop d’OS
 - un temps de modélisation potentiellement long
 - une modalité « fugace »
 - des « probabilités » de reconnaissance
- comment faire ?

méthodologies de conception

démarches

- démarche de conception participative (centrée utilisateur)
 - brainstorming
 - à base de scénarios
 - introspection cognitive
 - expérimentations Magicien d'Oz
 - prototypage
 - enregistrements audio, vidéo
 - RAD, VoiceXML





méthodologies de conception

outils : APIs

- Des toolkits pour Android :
 - Eyes-free (<http://code.google.com/p/eyes-free>) – portage de eSpeak
 - Pico TTS (<https://doc.ubuntu-fr.org/svoxpico>)



+

- packages android.speech.*



```
@Override  
public void OnInit(int arg0) {  
    // TODO Auto-generated method stub  
    String speech1 = "How are you?";  
    String speech2 = "I hope you are fine.";  
    tts.setLanguage(Locale.US);  
    tts.speak(speech1, TextToSpeech.QUEUE_FLUSH, null);  
    tts.speak(speech2, TextToSpeech.QUEUE_ADD, null);
```



méthodologies de conception

outils : APIs

de nombreuses toolkits PC basées :

- sur SAPI (Microsoft) 4.x (→ XP) ou 5.x (Vista, 7, 8, 10)

<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=27224>

- ... Google Speech Webkit

<https://towardsdatascience.com/how-to-use-google-speech-to-text-api-to-transcribe-long-audio-files-1c886f4eb3e9>

wit.ai

- et autres !



méthodologies de conception

outils : SAPI 5.4

Microsoft Speech Platform - Software Development Kit
(SDK) (Version 11)

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh362873.aspx>

- Supporte C# et VB.Net

Moteurs de reconnaissance et de synthèse multilingues (y compris avec des modèles pour la Kinect)

```
using Microsoft.Speech.AudioFormat;  
using Microsoft.Speech.Recognition;
```



méthodologies de conception

outils : JavaSpeech API



- ~~http://www.cloudgarden.com/JSAPI/index.html~~
- <https://github.com/jrichardsz/java-speech-recognition-apis>
 - JSML (Java Speech Markup Language)
 - JSGF (Java Speech Grammar Format)

```
synth.java.txt - Bloc-notes
Fichier Edition Format ?
import javax.speech.*;
import javax.speech.synthesis.*;

class MonSpeakable implements Speakable {
    public String getJSMLText() {
        StringBuffer buf = new StringBuffer();
        buf.append("Bienvenue à tous");
        buf.append("<EMP LEVEL=\"strong\">" + mesdames et messieurs" + "</EMP>");
        return buf.toString();
    }
}

public class bienvenue {
    public static void main(String Args[]) {
        try {
            Synthesizer synt = Central.createSynthesizer(
                new SynthesizerModeDesc(Locale.FRENCH));
            synt.allocate();
            MonSpeakable speaker = new MonSpeakable();
            synth.speak(speaker, null);
            synt.speak("C'est tout", null);
        }
    }
}
```

méthodologies de conception

outils : MaryTTS

<http://mary.dfki.de>



API en java

```
http://localhost:59125/process?INPUT_TYPE=TEXT&AUDIO=WAVE_FILE&OUTPUT_TYPE=AUDIO&LOCALE=DE&INPUT_TEXT=%22Hallo%20Josef!%22
```

Web Service

```
MaryInterface marytts = new LocalMaryInterface();
AudioInputStream audio = marytts.generateAudio("This is my text.");
MaryAudioUtils.writeWavFile(MaryAudioUtils.getSamplesAsDoubleArray(audio), "/tmp/thisIsMyText.wav",
    audio.getFormat());
```

méthodologies de conception

outils : python

<https://pypi.python.org/pypi/SpeechRecognition>

The screenshot shows a web browser window with the title "SpeechRecognition 3.8.1". The address bar indicates the URL is <https://pypi.python.org/pypi/SpeechRecognition/3.8.1>. The page content is as follows:

PACKAGE INDEX

- Browse packages
- List trove classifiers
- RSS (latest 40 updates)
- RSS (newest 40 packages)
- Terms of Service
- PyPI Tutorial
- PyPI Security
- PyPI Support
- PyPI Bug Reports
- PyPI Discussion
- PyPI Developer Info

ABOUT

NEWS

DOCUMENTATION

DOWNLOAD

COMMUNITY

FOUNDATION

CORE DEVELOPMENT

SpeechRecognition 3.8.1

Library for performing speech recognition, with support for several engines and APIs, online and offline.

Download
SpeechRecognition-3.8.1-py2.py3-none-any.whl

pyPI v3.8.1 status **stable** python **2.7, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6** license **BSD**
build **passing**

Library for performing speech recognition, with support for several engines and APIs, online and offline.

Speech recognition engine/API support:

- CMU Sphinx (works offline)
- Google Speech Recognition
- Google Cloud Speech API
- Wit.ai
- Microsoft Bing Voice Recognition
- Houndify API
- IBM Speech to Text
- Snowboy Hotword Detection (works offline)

Quickstart: pip install SpeechRecognition. See the "Installing" section for more details.

Not Logged In

[Login](#)
[Register](#)
[Lost Login?](#)
[Login with OpenID](#) [Login with Google](#)

Status

Nothing to report

méthodologies de conception

l'approche répartie

- intérêt pour la conception...
 - modularité = réutilisabilité
 - plusieurs plate-formes et langages
- et pour la phase de test
 - possibilité de tester les différents modules séparément : meilleure visibilité du système

méthodologies de conception

VoiceXML : avantages

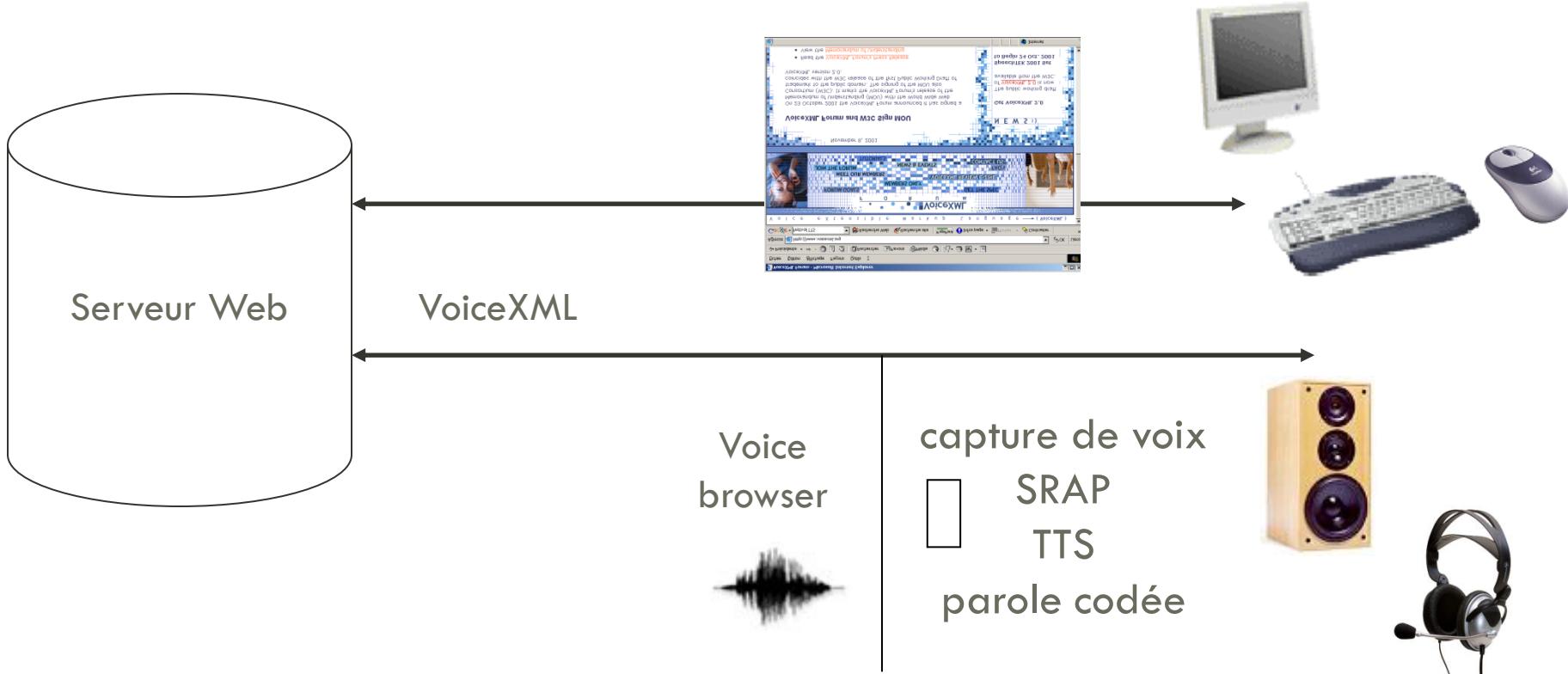
<https://www.w3.org/TR/voicexml/>

- modèle de langage standardisé pour applications vocales :
 - peu de développement, des non-informaticiens (ergonomes) peuvent concevoir des Serveurs Vocaux Interactifs
- langage portable (standard W3C)
- extension du web vers la téléphonie et aux technologies vocales (feuilles de transformation xml/html vers voicexml)

méthodologies de conception

VoiceXML

- VoiceXML (<http://www.voicexml.org>)



méthodologies de conception

VoiceXML



- exemples :



conclusions

quelques règles (du déjà vu !)

(tiré de Nielsen & Molich – CACM Mars 1990 – « Improving a Human-Computer Dialogue »)

- **rester simple et concis (« simple and natural dialogue »)**
 - n'oraliser que les informations pertinentes en relation avec la tâche
- **être cohérent (« be consistent » and « speak the user's language »)**
 - faciliter l'apprentissage et l'utilisation : utiliser les mêmes mots (connus) pour les mêmes actions

conclusions

quelques règles

- **prévoir des mécanismes de feedback (« provide feedback »)**
 - informer pour réduire la charge cognitive (musique d'attente, message, ...)
 - rassurer ($t > 10$ s : l'attente perturbe l'utilisateur)
- **minimiser la charge cognitive (« minimize user memory load »)**
 - expliciter les contraintes (*appuyer sur 1 si ..., cette touche n'a aucun effet, ...*)

conclusions

quelques règles

- **prévoir des raccourcis (« provide shortcuts »)**
 - touches DTMF, commandes vocales
- **prévoir des messages d'erreur pertinents (« good error messages »)**
 - ex : « je n'ai pas compris la gare d'arrivée »
- **prévenir les erreurs (« prevent errors »)**
 - l'erreur survenue aurait-elle pu être évitée ?
 - fournir une aide ?

conclusions

quelques règles

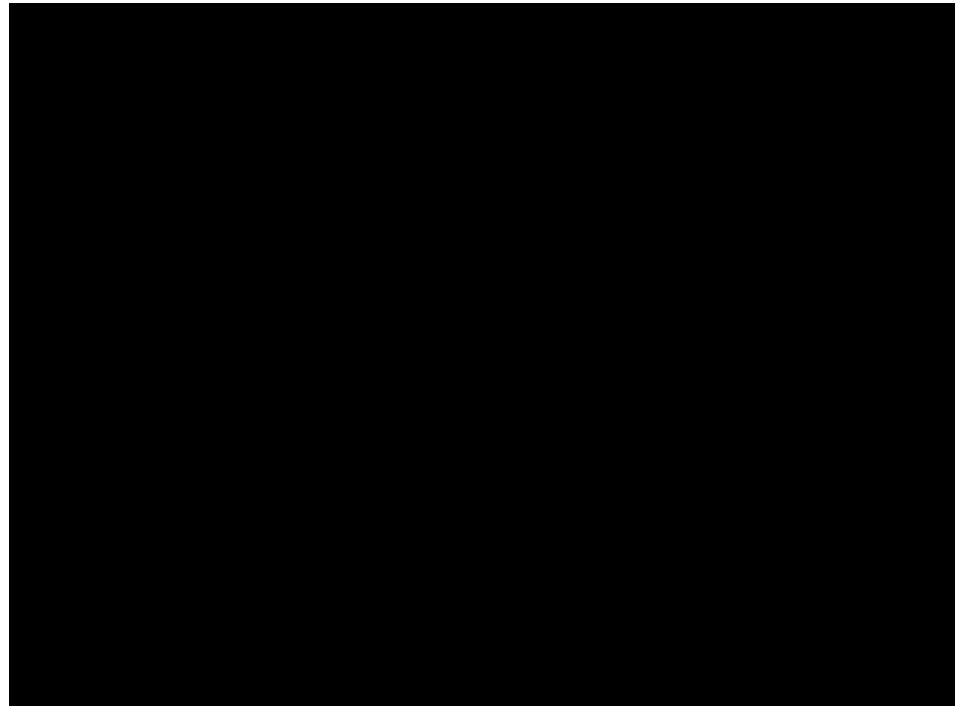
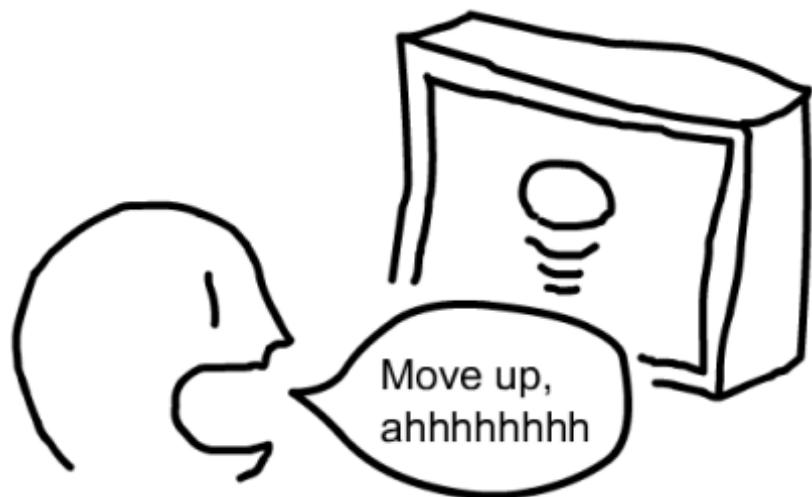
- **prévoir des “portes de sortie” (« provide clearly marked exits »)**
 - laisser à l'utilisateur une sortie explicite (*vous pouvez maintenant raccrocher*)
- **prévoir des mécanismes d'adaptation**
 - **adaptativité** : personnalisation dynamique sans action de l'utilisateur → reconnaissance de l'intention de l'utilisateur (approche par plan)

et pour finir ... d'autres applications de la voix



- la voix en tant que son : *using non verbal voice input for interactive control [Igarashi]*

<https://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~takeo/research/voice/voice.htm>



et pour finir ... d'autres applications de la voix

- la voix en tant que son [Harada]
http://ssli.ee.washington.edu/vj/video_demos.htm



Control of a Robotic Arm
with the Vocal Joystick:
Introducing
the VoiceBot

<http://ssli.ee.washington.edu/vj/>

