

Traitement Automatique des Langues Naturelles 2009, Senlis

Le projet BabyTalk : génération de texte à partir de données hétérogènes pour la prise de décision en unité néonatale

François Portet, Albert Gatt, Jim Hunter, Ehud Reiter, Yaji Sripada

Présenté par **Jérôme Goulian**



Objectifs du projet BabyTalk

But :

- ▶ Génération automatique de textes résumant des données de nouveaux nés en unités de soins intensifs néonatales (USIN ou « NICU »)

Pourquoi ?

- ▶ Faciliter la rédaction de rapports en USIN
- ▶ Aide à la décision (graph vs. texts [Law *et al.*:2005, Lagan-Fox *et al.*:2006])
- ▶ Adaptation à différentes audiences

Un système pour chaque audience :

- ▶ BT-Nurse: 12 heures de données pour les « shift summary »
- ▶ BT-Doc: 10-12 hrs, aide à la décision pour les jeunes médecins
- ▶ BT-Family & BT-Clan: résumé quotidien pour la famille du nouveau né, adapté à l'état émotionnel du destinataire

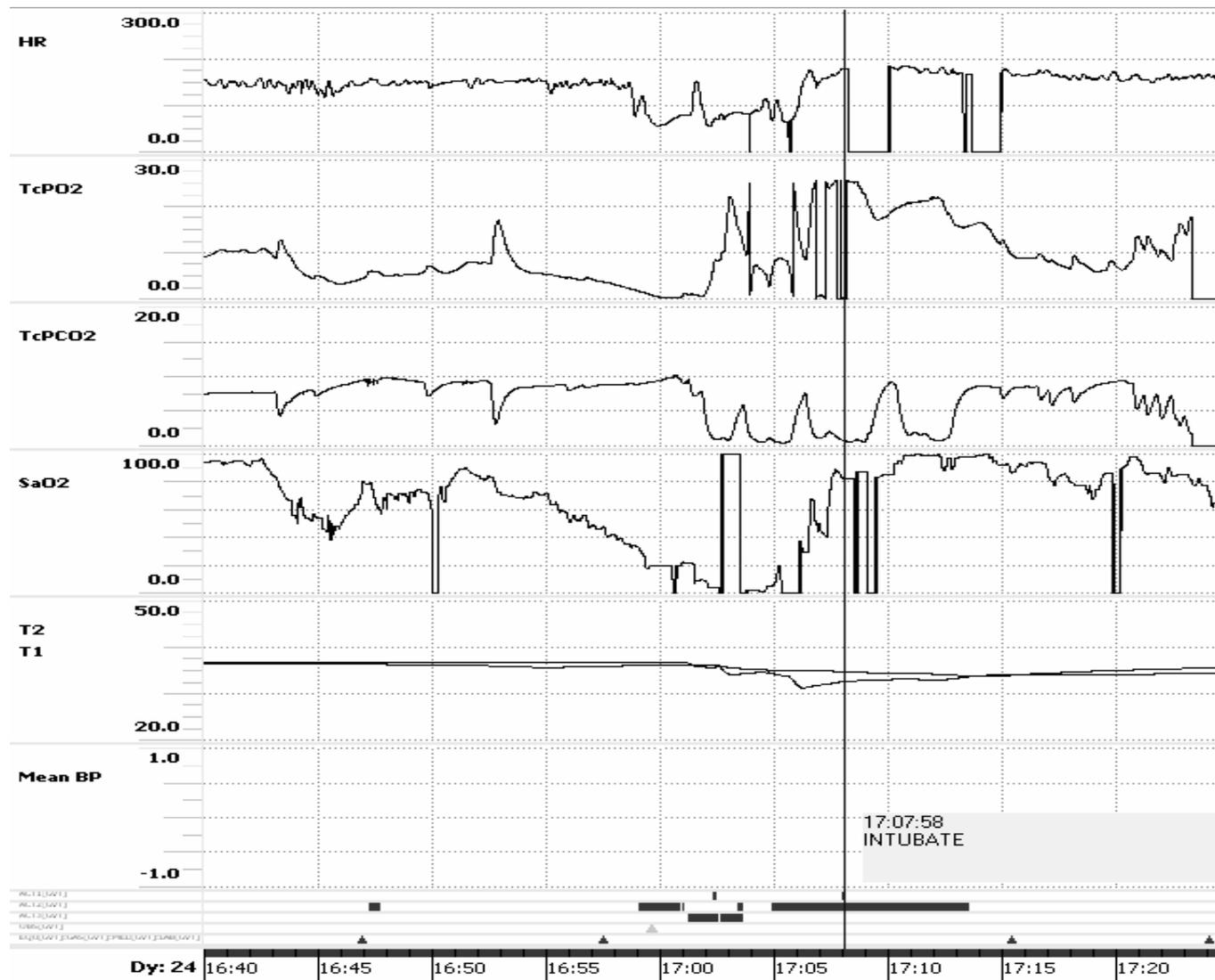
Pour commencer :

- ▶ BT-45: résumé automatique de 45 mins de données

Pourquoi du texte ?

- Présentation graphique de masse de données temporelles
 - + Résumer une grande quantité d'information sur peu d'espace
 - + « Intuitive »

A picture is worth a thousand words...



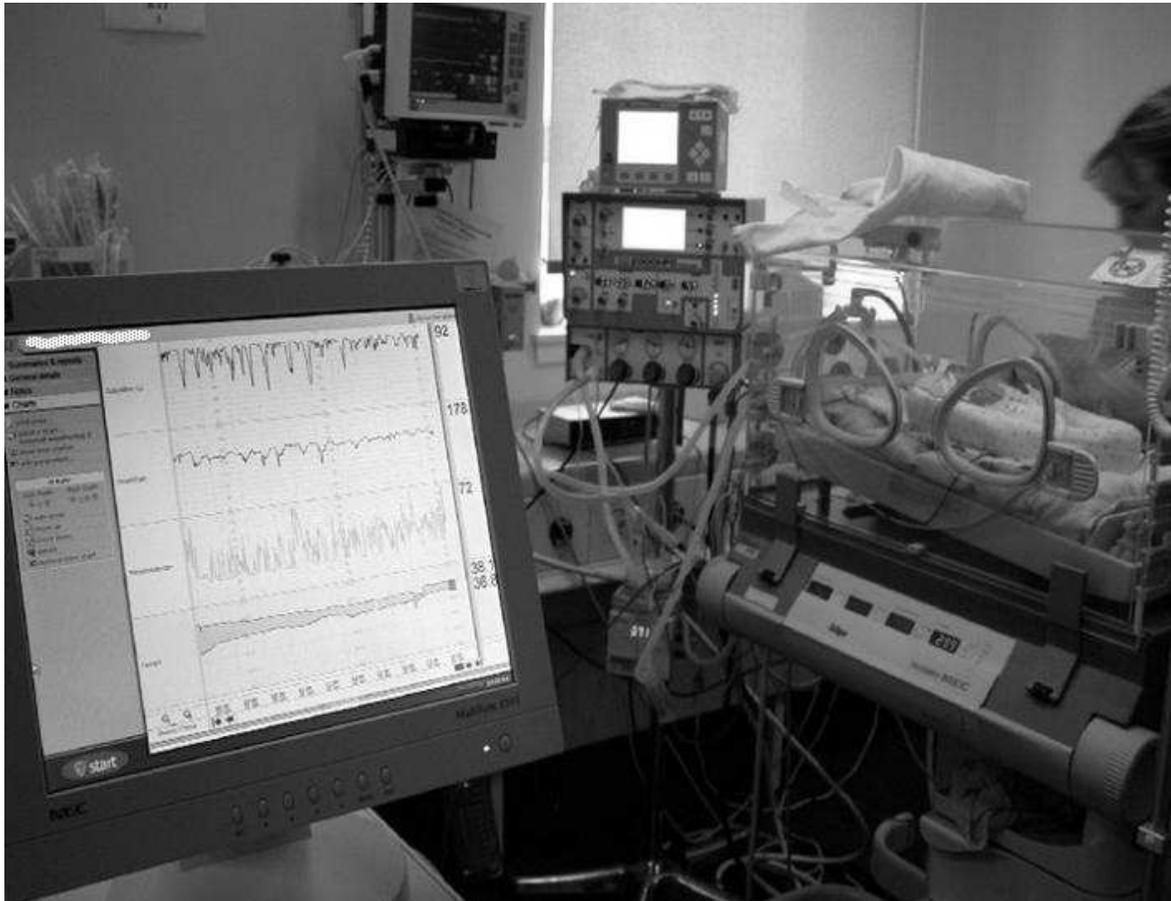
Pourquoi du texte ?

- Présentation graphique de masse de données temporelles
 - + Résumer une grande quantité d'information sur peu d'espace
 - + « Intuitive »
 - Problème d'échelle
 - Besoin d'apprentissage
 - Limitations humaines
- Résumé textuel
 - Peut prendre plus de temps à lire
 - Moins détaillé (pas accès aux données brutes)
 - + Pas besoin d'apprentissage
 - + Possibilité de résumer des données à différente granularité (p.ex. temporelle)
 - + Filtrage et compression (abstraction)
- Quelle présentation est la meilleure ? : *the graph vs. text experiment*
 - A comparison of graphical and textual presentations of time series data to support medical decision making in the neonatal intensive care unit, J.Clin.Monit.Comput., 19 (3) (2005) 183-194.
 - Preference / effectiveness
- **Peut-on générer des résumés automatiquement ?**
- **Peut-on tirer avantage des deux présentations ?**

Sommaire

- Entrées Sorties
 - ▶ Qu'est ce que "NICU"?
 - ▶ Les données disponibles
 - ▶ Les textes de référence
- BT-45 Architecture
 - ▶ Ontologie
 - ▶ Analyse des signaux
 - ▶ Interprétation et raisonnement
 - ▶ Sélection de contenu
 - ▶ Génération du texte
- Évaluation

NICU



On parle de :

- Monitors
- Nurses
- Baby
- Medication
- Settings
- Signal
- Feeding
- ...

Domaines impliqués

1. Temps
2. Traitement du signal
3. Base de données
4. Néonatalogie
5. Diagnostic médical
6. Linguistique
7. Utilisateur final (médecins, infirmières, parents, amis, etc.)

Données disponibles

Continues:

- **Moniteur** (1 Hz) : rythme cardiaque, pression sanguine, O₂, CO₂, températures ... (i.e. 86,400 échantillon/signal/patient/jour)

Ponctuelles:

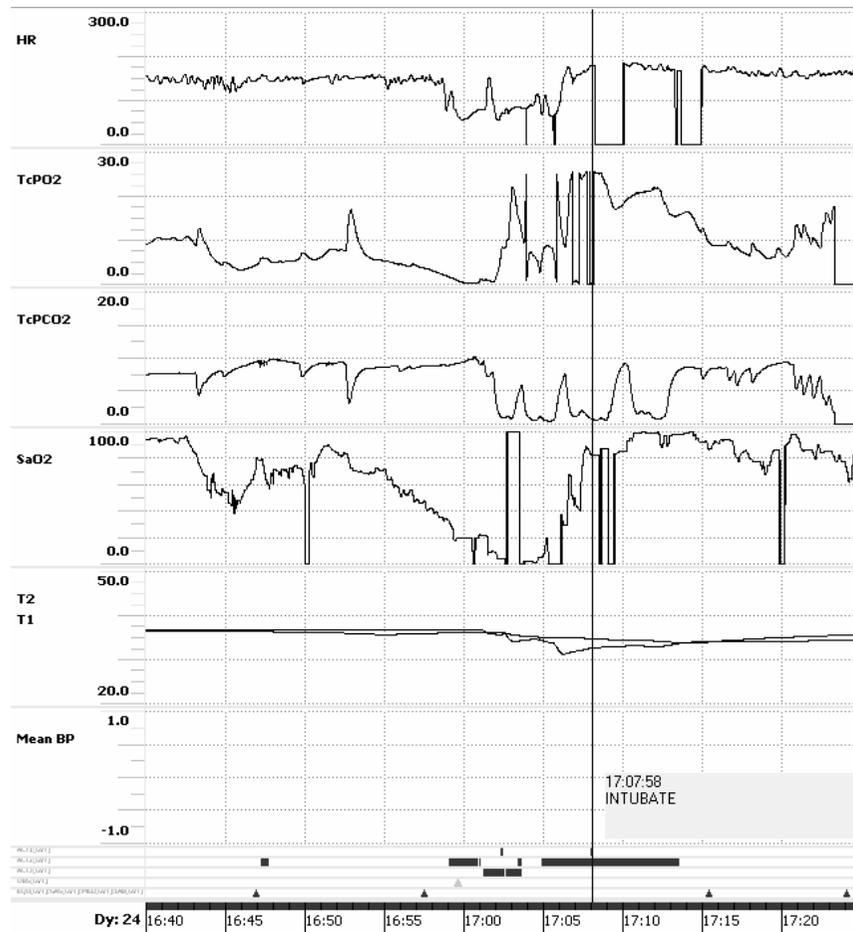
- **Réglages des équipements** : ventilateur, incubateur ...
- **Résultats d'investigations** : gaz du sang, analyses de labo ...
- **Médicaments** : administration médicamenteuse ...
- **Textes** : notes ... (*non utilisées dans l'étude*)

Spécifiques à BT-45:

- **Observations d'événements cliniques** : « baby is being handled », « baby is intubated », ...

Des données vers le texte

Entrées



Sortie désirée
(textes de référence)

“ ...

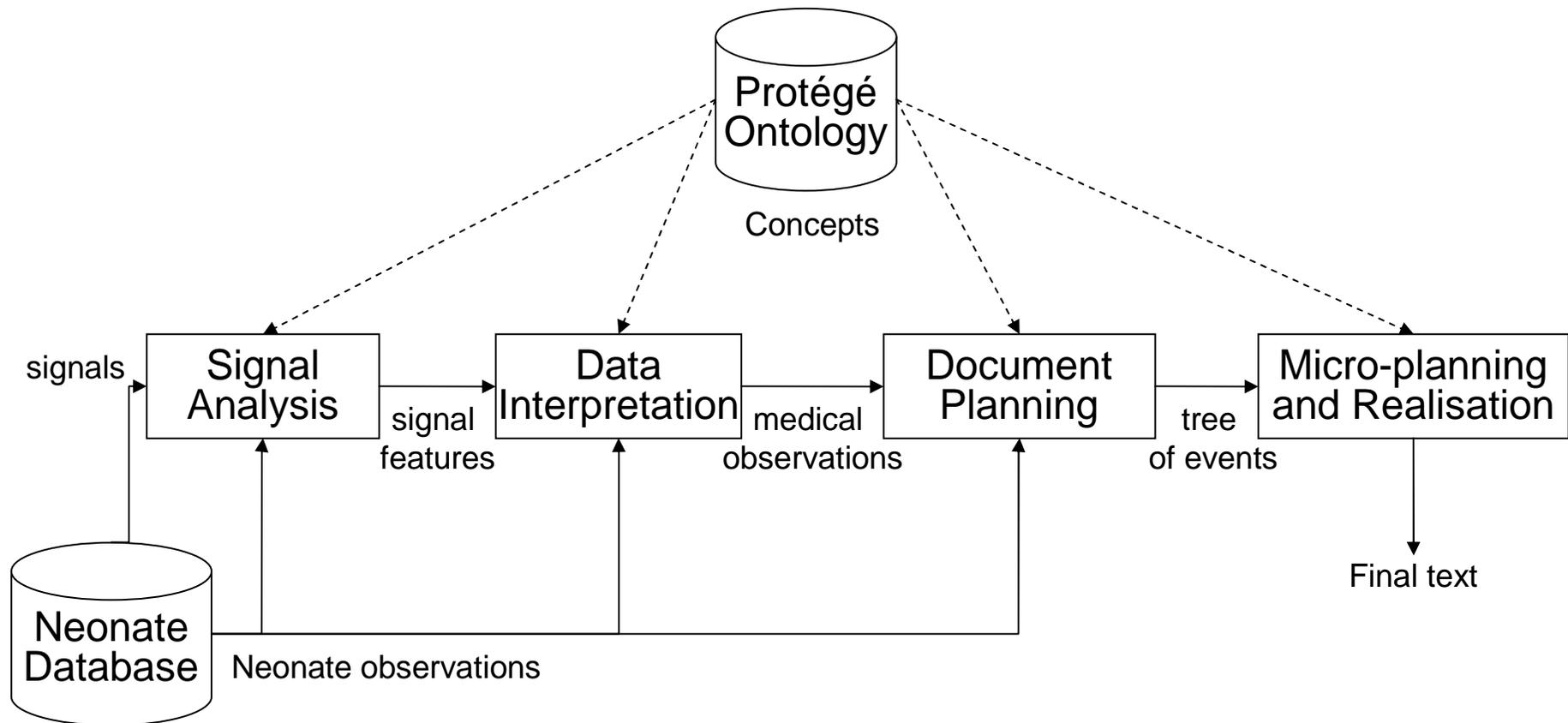
The pCO₂ continues to rise to 10.1. The baby is pale and unresponsive. ET suction is given, baby is turned and at 17:02 the ETT is removed; the baby is again given Neopuff ventilation. Baby is re-positioned and the NGT aspirated. By 17:08 the baby is reintubated; the oxygen saturation has increased to the 80s and the HR has risen to 176 the pO₂ = 0.1 and pCO₂ = 0.2, T1 is 32.7°C and T2 34.7°C.

At 17:15 the FiO₂ is reduced to 33% and the rate put back to 15...”

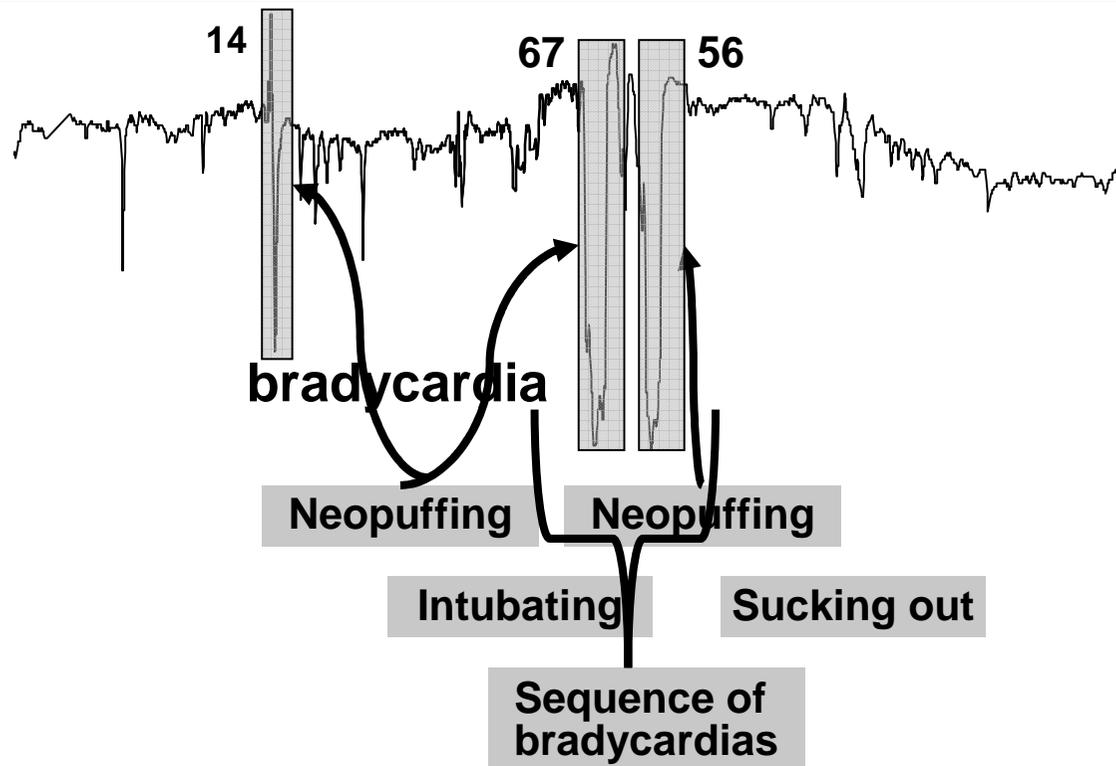
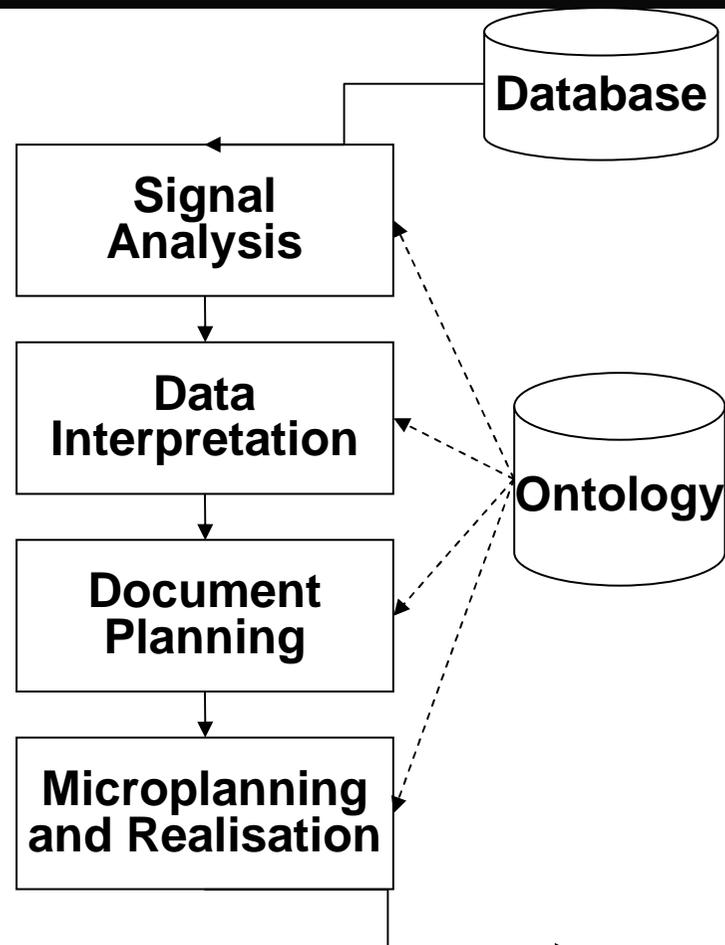
Sommaire

- Entrées Sorties
 - ▶ Qu'est ce que "NICU"?
 - ▶ Les données disponibles
 - ▶ Les textes de référence
- BT-45 Architecture
 - ▶ Ontologie
 - ▶ Analyse des signaux
 - ▶ Interprétation et raisonnement
 - ▶ Sélection de contenu
 - ▶ Génération du texte
- Évaluation

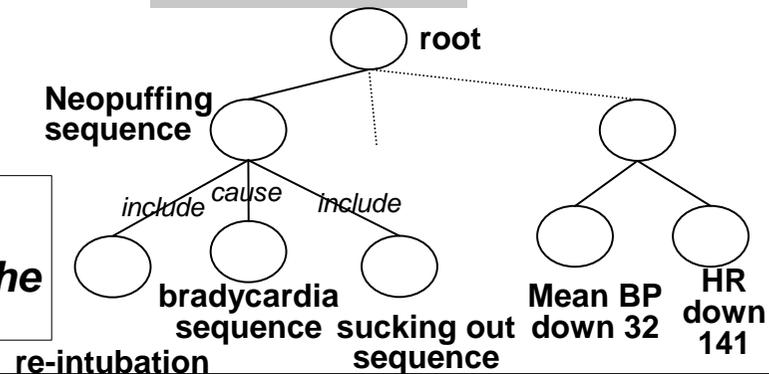
BT-45: Architecture



BT-45 : exemple de génération



"By 11:00 the baby received Neopuff ventilation a number of times causing 2 successive bradycardias. After 2 attempts she was re-intubated successfully. The baby was sucked out twice."



Sommaire

- Entrées Sorties
 - ▶ Qu'est ce que "NICU"?
 - ▶ Les données disponibles
 - ▶ Les textes de référence
- BT-45 Architecture
 - ▶ Ontologie
 - ▶ Analyse des signaux
 - ▶ Interprétation et raisonnement
 - ▶ Sélection de contenu
 - ▶ Génération du texte
- Évaluation

BT-45 : évaluation fondée sur la tâche

- Participants: **35** infirmières et médecins (junior et sénior).
- **24** scénarios d'environ **45** minutes de données.
- Tâche : quelle **action(s)** doit être exécutée à la fin de la période.
 - ▶ **8** actions principales parmi **18** actions
 - ▶ Pour chaque scénario, les actions peuvent être *appropriées, neutres, or inappropriées*
- **3** conditions de présentation:
 - ▶ **G**: Graphique
 - ▶ **H**: texte Humain
 - ▶ **C**: texte généré par le Calculateur (BT-45)
- Expérimentation a eu lieu à l'hôpital mais **off-ward** (en dehors de l'unité).

TextPlot: BG Text

BACKGROUND

Born at 24 weeks and 3 days gestation, birth weight 770 grams, now 22 days old.

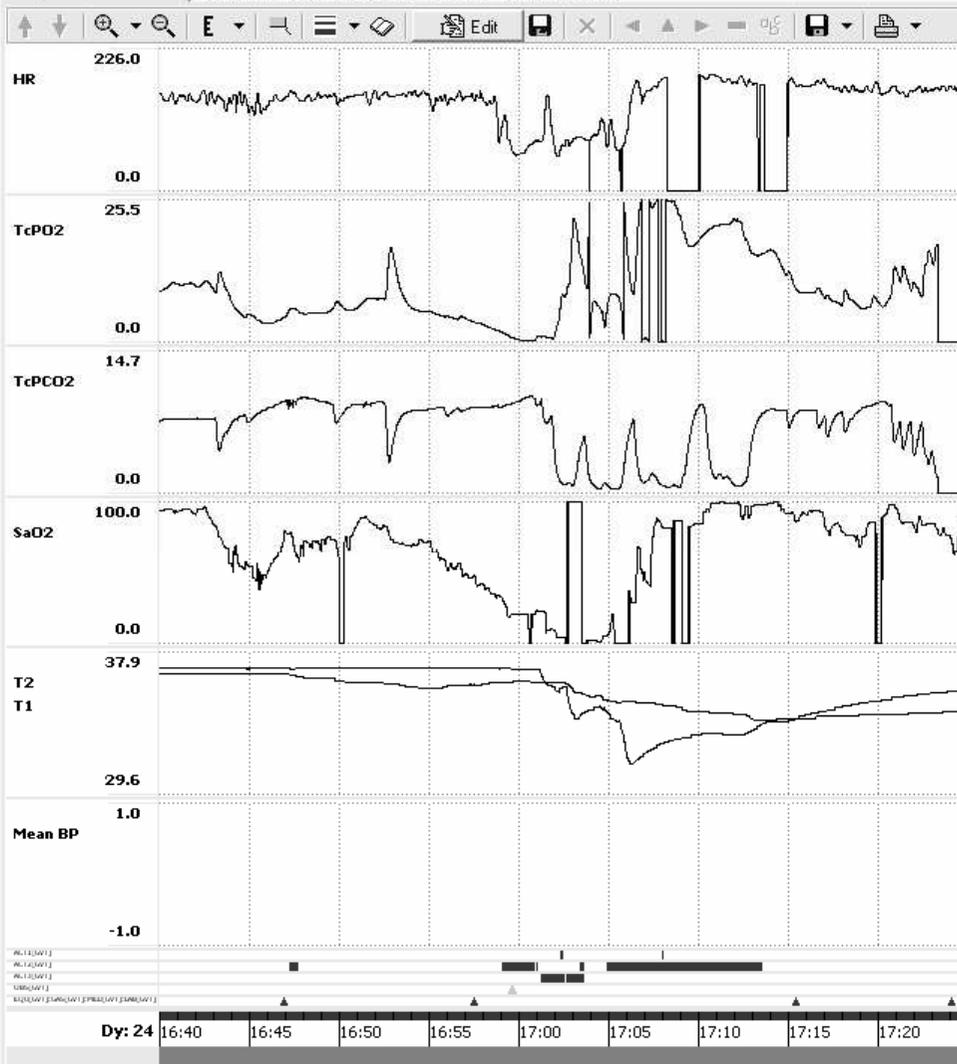
Ventilated initially, extubated on day 3 to CPAP. Three days ago developed sepsis and was re-ventilated. He is receiving a combination of IV fluids and enteral feeds. Current treatment includes antibiotics and phosphate supplements, and a top-up transfusion is in progress.

He is in an incubator set at 35.8°C. Ventilator settings are CMV, rate 15, pressures of 16 / 4, iT is 0.3 seconds, in 70% oxygen.

A capillary blood gas was taken at 16:15:

pH	7.332
pCO ₂	6.9
pO ₂	5.04
HCO ₃	26.2
BE	-0.7

TemporalPlot: GVT-Obs TextPlot: H Text TextPlot: HSEG Text TextPlot: C Text



What should be done?

ACCEPT

78%

- No action
- Adjust ventilation / FiO2
- All cares
- Blood transfusion
- Calm / comfort the baby
- Check / adjust CPAP
- Commence CPR
- Extubate
- Give surfactant
- Insert chest drain
- Intubate
- Manage temperature
- Monitoring equipment
- Septic screen
- Suction
- Support blood pressure
- Take blood gas
- X-ray

TextPlot: BG Text

BACKGROUND

Born at 24 weeks and 3 days gestation, birth weight 770 grams, now 22 days old.

Ventilated initially, extubated on day 3 to CPAP. Three days ago developed sepsis and was re-ventilated. He is receiving a combination of IV fluids and enteral feeds. Current treatment includes antibiotics and phosphate supplements, and a top-up transfusion is in progress.

He is in an incubator set at 35.8°C. Ventilator settings are CMV, rate 15, pressures of 16 / 4, iT is 0.3 seconds, in 70% oxygen.

A capillary blood gas was taken at 16:15:

pH	7.332
pCO ₂	6.9
pO ₂	5.04
HCO ₃	26.2
BE	-0.7

TemporalPlot: GVT-Obs TextPlot: H Text TextPlot: HSEG Text TextPlot: C Text

You saw the baby between 16:40 and 17:25. Heart Rate (HR) = 155. Core Temperature (T1) = 36.9. Peripheral Temperature (T2) = 36.6. Transcutaneous Oxygen (TcPO₂) = 9.0. Transcutaneous CO₂ (TcPCO₂) = 7.4. Oxygen Saturation (SaO₂) = 94.

Over the next 24 minutes there were a number of successive desaturations down to 0. Fraction of Inspired Oxygen (FIO₂) was raised to 100%. There were 3 successive bradycardias down to 69. Neopuff ventilation was given to the baby a number of times. The baby was re-intubated successfully. The baby was resuscitated. The baby had bruised skin.

Blood gas results received at 16:45 showed that PH = 7.3, PO₂ = 5, PCO₂ = 6.9 and BE = -0.7.

At 17:15 FIO₂ was lowered to 33%. TcPO₂ had rapidly decreased to 8.8. Previously T1 had rapidly increased to 35.0.

What should be done?

ACCEPT

51%

- No action
- Adjust ventilation / FiO₂
- All cares
- Blood transfusion
- Calm / comfort the baby
- Check / adjust CPAP
- Commence CPR
- Extubate
- Give surfactant
- Insert chest drain
- Intubate
- Manage temperature
- Monitoring equipment
- Septic screen
- Suction
- Support blood pressure
- Take blood gas
- X-ray

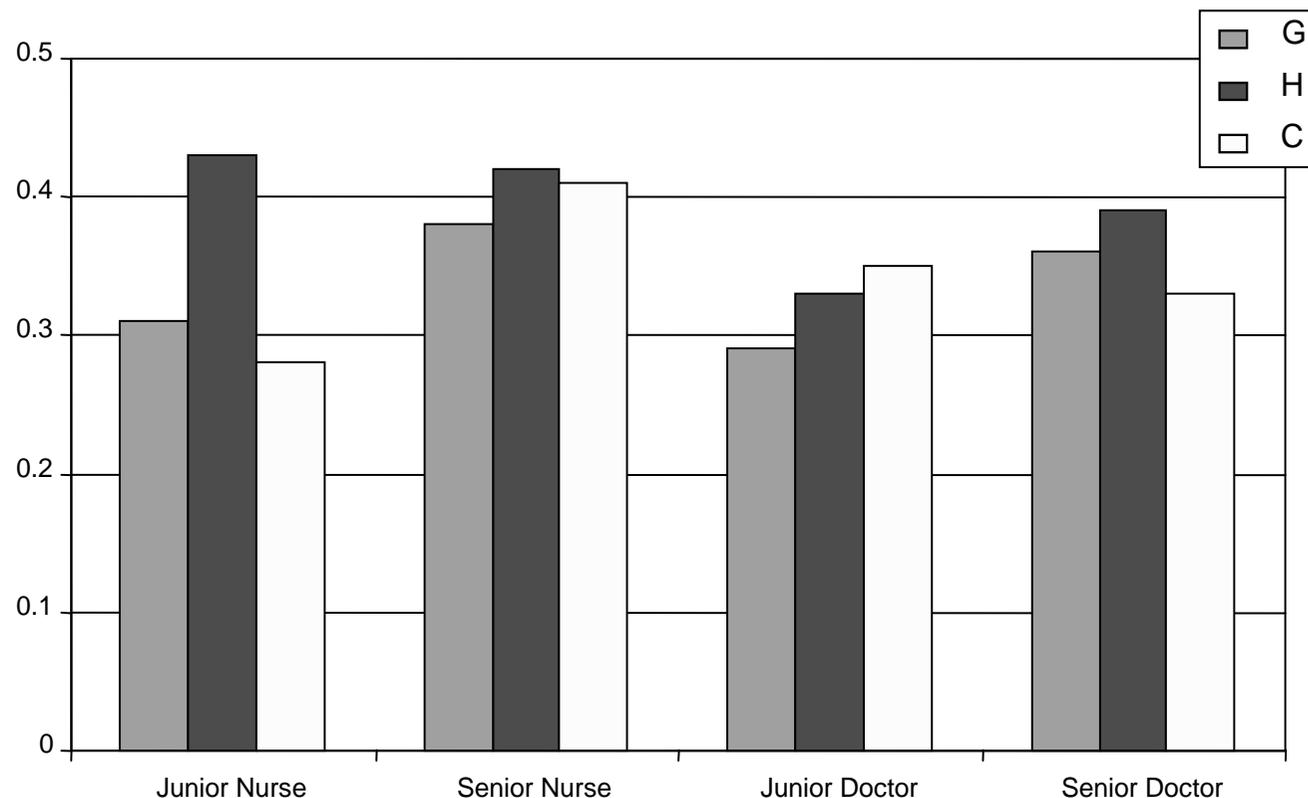
Action/TemporalPlot: Action/n

Résultat par groupe

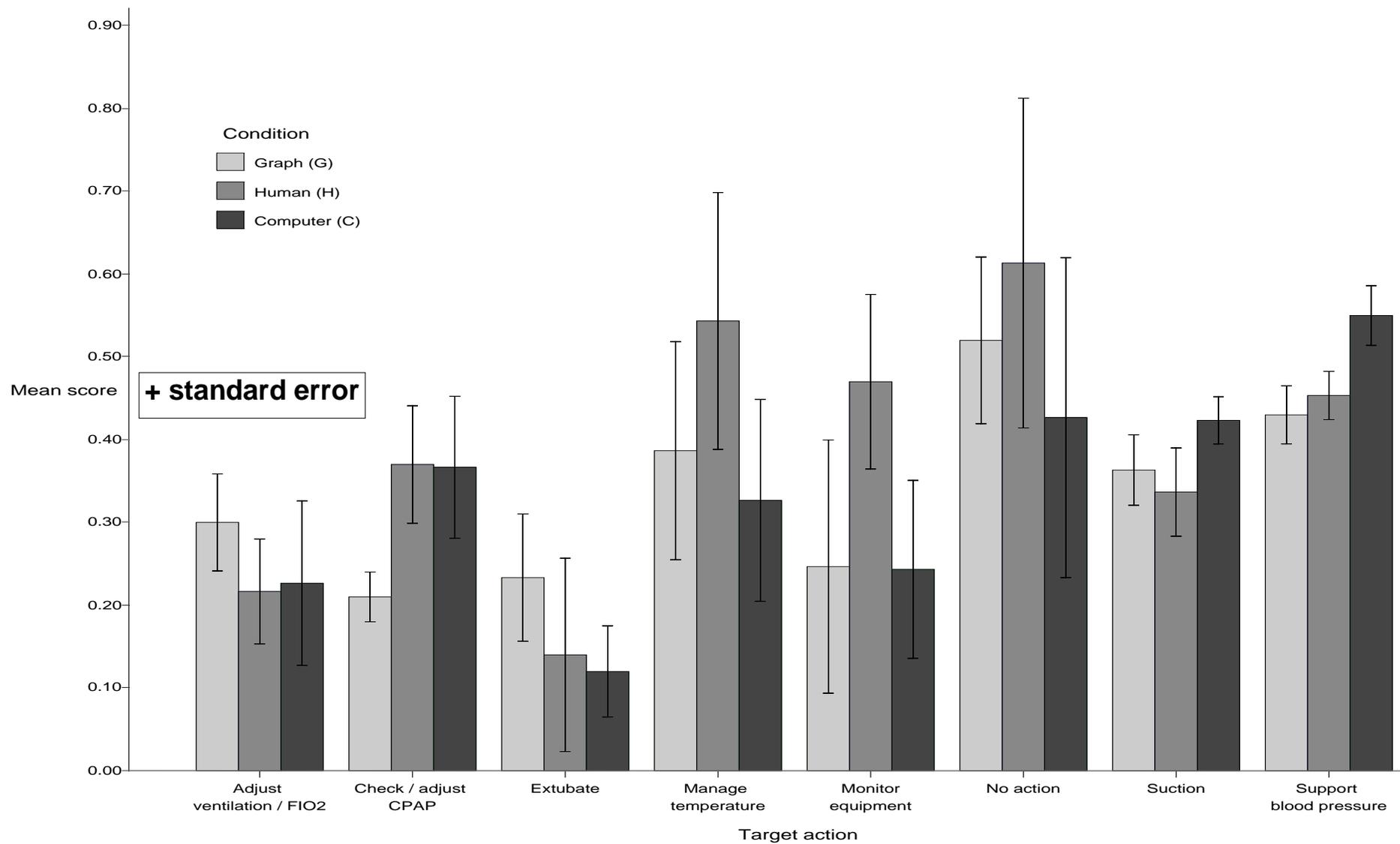
$$score = \frac{\sum chosen_appropriate_action}{Number_of_appropriate_actions} - \frac{\sum chosen_inappropriate_action}{Number_of_inappropriate_actions}$$

$score \in [-1,1]$

G = 0.33 SD=.14
H = 0.39 SD=.11
C = 0.34 SD=.14



Résultats par actions



Analyse Qualitative

- Manque de prise en compte du contexte
- Problème de gestion du temps
 - ▶ Difficulté à structurer les événements courts et longs
 - ▶ Discontinuité
- Besoin d'une structure narrative (génération de récits)
- ***Générer des résumés textuels efficaces pour la prise de décisions à partir de données ICU est possible !***

Étapes suivantes

- BT-Nurse
 - ▶ Une version test est installée dans l'unité de l'hôpital d'Édimbourg (On-ward).
- BT-Doc
 - ▶ En cours, résumé complet du séjour du bébé (détails des derniers jours et condensé des premiers jours)
- “How was school today?” (projet séparé, Ehud Reiter)
 - ▶ Aide à la communication pour les enfants handicapés.
 - ▶ Système de génération de textes interactifs permettant aux enfants de raconter leur journée à leurs parents.
 - ▶ Les premiers tests ont permis à une enfant et des parents d'avoir une “discussion” pour la première fois
 - ▶ <http://howwasschooltoday.computing.dundee.ac.uk/news/>
- Autres Projets
 - ▶ *Computational Narratology* dans un cadre AAL (*Ambient Assisted Living*)
 - ▶ Recherche d'un réalisateur de surface Français ou multilingue

Merci!

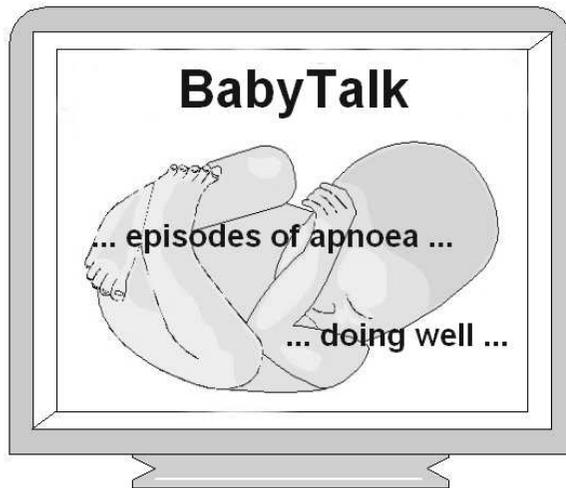
Version longue:

François Portet, Ehud Reiter, Albert Gatt, Jim Hunter, Somayajulu Sripada, Yvonne Freer and Cindy Sykes. (2009)

Automatic generation of textual summaries from neonatal intensive care data. *Artificial Intelligence*, 173(7-8), pp 789-816.

francois.portet@imag.fr

<http://www.csd.abdn.ac.uk/research/babytalk/>



University of Aberdeen:

Jim Hunter

Ehud Reiter

Yaji Sripada

François Portet

Albert Gatt

Wendy Moncur

Feng (Felix) Gao

Saad Mahamood

University of Edinburgh:

Neil McIntosh

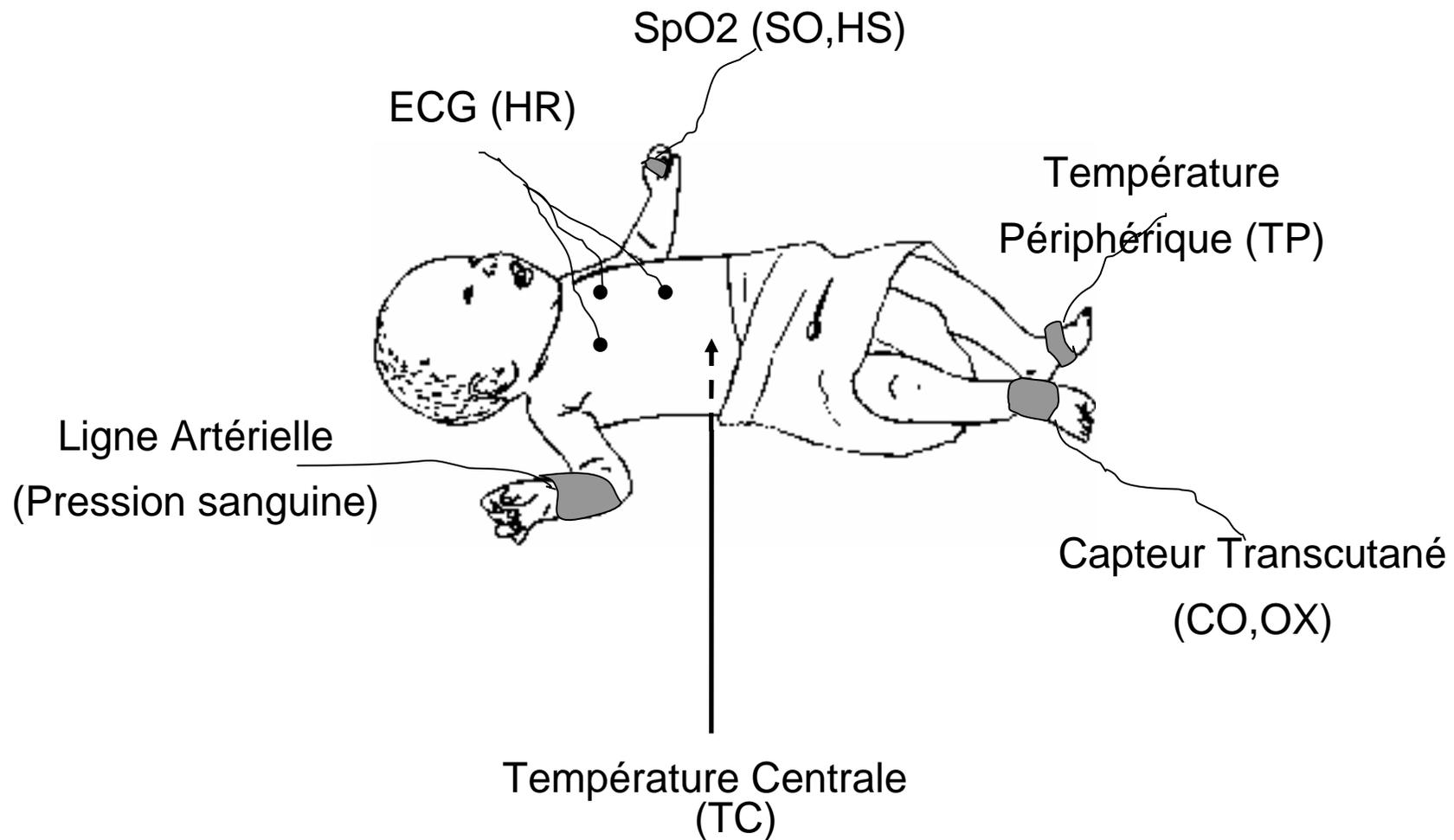
Robert Logie

NHS Lothian:

Yvonne Freer

Cindy Sykes

Monitoring de nouveaux-nés



Construction de l'ontologie

- **Connaissances de départ :**
 - ▶ **Projet Neonate**
 - Lexique de Cognate et Neonate (études sur les mots utilisés par les cliniciens)
 - ▶ **Analyse des signaux**
 - TSNet (time series analysis network)
 - ▶ **Génération de langage naturel**
 - Simplenlg (API for NLG)
 - ▶ **Autres expertises**
 - Entretiens réguliers avec les cliniciens
- **Implémentation**
 - ▶ Fusion et structuration de toutes ces connaissances
 - ▶ Implémentation du raisonnement
 - ▶ Validation incrémentale par les experts cliniciens



Classes Slots Forms Instances Queries

CLASS BROWSER

For Project: ● BabyTalk

Class Hierarchy

- :THING
- ▶ ○ :SYSTEM-CLASS
- ▼ ○ EVENT
 - ▼ ○ INTERVENTION
 - ▶ ○ CHEST-DRAIN MANIPULATION
 - ▶ ○ INVESTIGATION
 - ▶ ○ FEEDING
 - ▶ ○ LINE MANIPULATION
 - ▶ ○ SAFETY MANAGEMENT
 - NO ACTION
 - DRUG ADMINISTRATION
 - ▶ ○ RESPIRATION INTERVENTION
 - ▶ ○ OBSERVATION
 - ▶ ○ DATA COLLECTION
 - ▶ ○ COMMUNICATION
 - ▶ ○ NLG STUFF
 - ▶ ○ CARE ACTION
- ▼ ○ ENTITY
 - ▶ ○ PERSON
 - ▶ ○ CHANNEL
 - ▶ ○ ANATOMICAL LOCATION
 - ▶ ○ MEDICATION
 - ▶ ○ EQUIPMENT
 - LINEN
 - ▶ ○ CLOTHING
 - ▶ ○ THERAPY
 - ▶ ○ RESPIRATORY SETTING

CLASS EDITOR

For Class: ● DRUG ADMINISTRATION (instance of :STANDARD)

Name

Role

Template Slots

Name	Cardinality	Type	Other
agent	single	Instance of MEDICAL STAFF or PATIENT RE...	
complement	single	String	default=[numerical_value] of [medication.re...
end_date	single	Integer	
event_type	single	Symbol	allowed-values={active,existential,predicati
id	single	String	
importance	single	Float	minimum=0.0, maximum=100.0 default=0.0
medication	single	Instance of MEDICATION	
numerical_value	single	Float	
originator	single	Instance of PERSON or COMPUTER	
recipient	single	Instance of BABY	
route	single	Symbol	allowed-values={iv_bolus,iv_infusion_30_n
start_date	single	Integer	
theme	single	Instance of MEDICATION	
type_of_dose	single	Symbol	allowed-values={maintenance,loading}
units	single	Symbol	allowed-values={mls,mics/min,mg,%,cm_w
verb	single	String	default=give

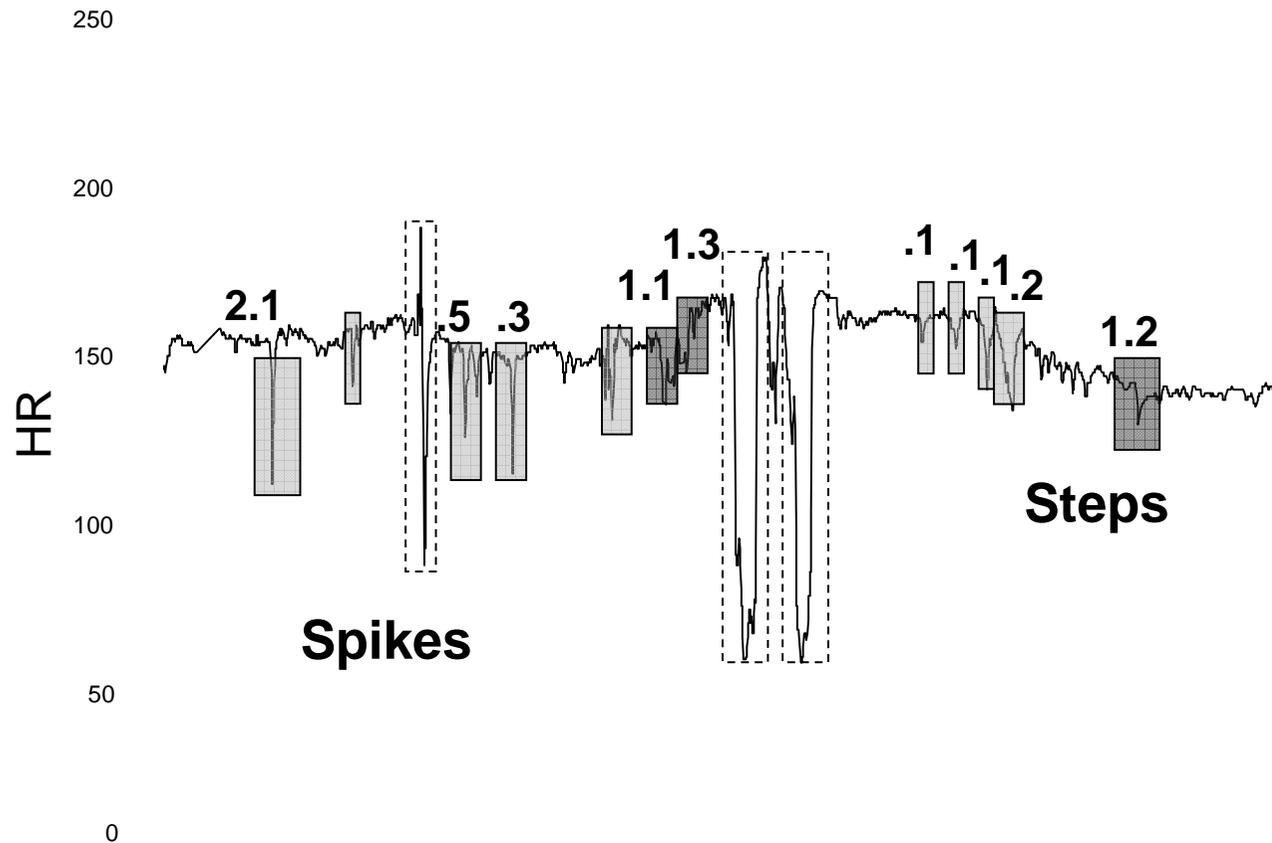
Metrics

Summary

	System	Included	Direct	Total
Classes	15	0	537	552
Slots	34	0	96	130
Facets	10	0	0	10
Instances	0	0	21	21
Frames	59	0	654	713

Close

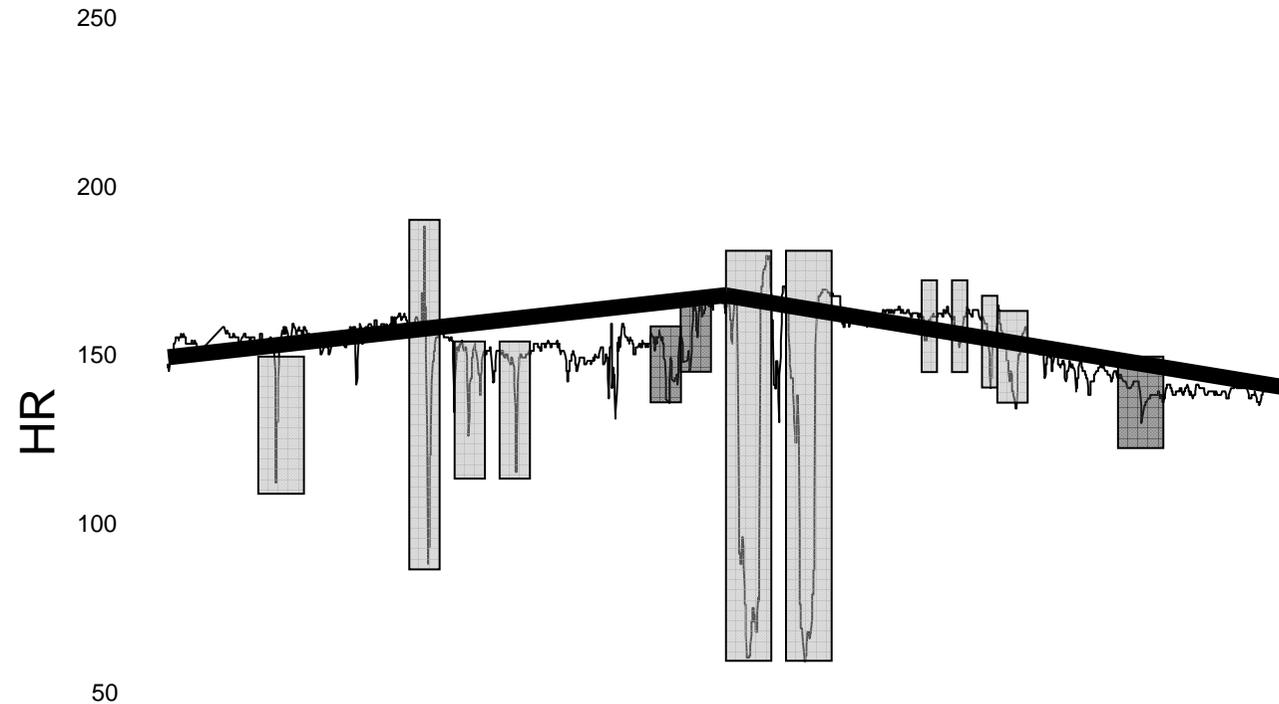
Reconnaissance de formes



- Basée sur la détection de perturbations dans une fenêtre glissante [Yu *et al.*: 2007]
- Les perturbations sont ensuite classées comme étant:
 - ▶ Spike
 - ▶ Step

Analyse de tendance

- Décrit l'évolution à **long terme** des paramètres physiologiques
- Artefacts, motifs et événements médicaux sont exclus de la segmentation



- ▶ Nous souhaitons exprimer des événements ponctuels pendant une tendance à long terme
- ▶ Ex: *“over the 10 last minutes, the HR has decreased to 140 during which a momentary bradycardia occurred”*

Interprétation

- Relie les événements entre eux
 - ▶ CAUSE-LINK
 - Desaturation CAUSES increase FiO2
 - Handling CAUSES change in Blood Pressure
 - Intervention CAUSES Pattern
 - ▶ INCLUDE-LINK
 - Intubation INCLUDES hand-bagging
 - Intubation INCLUDES morphine
 - ▶ ASSOCIATE-LINK
 - Temperatures are ASSOCIATED
- Permet d'exprimer des relations entre événements
 - ▶ “BM [...] increasing to 40 with handling[.]”
 - ▶ “[...] central temperature = 37.8°C and peripheral temperature [.]”
- Implémenté dans BT-45 sous forme de règles expertes (Jess)

Sélection de contenu

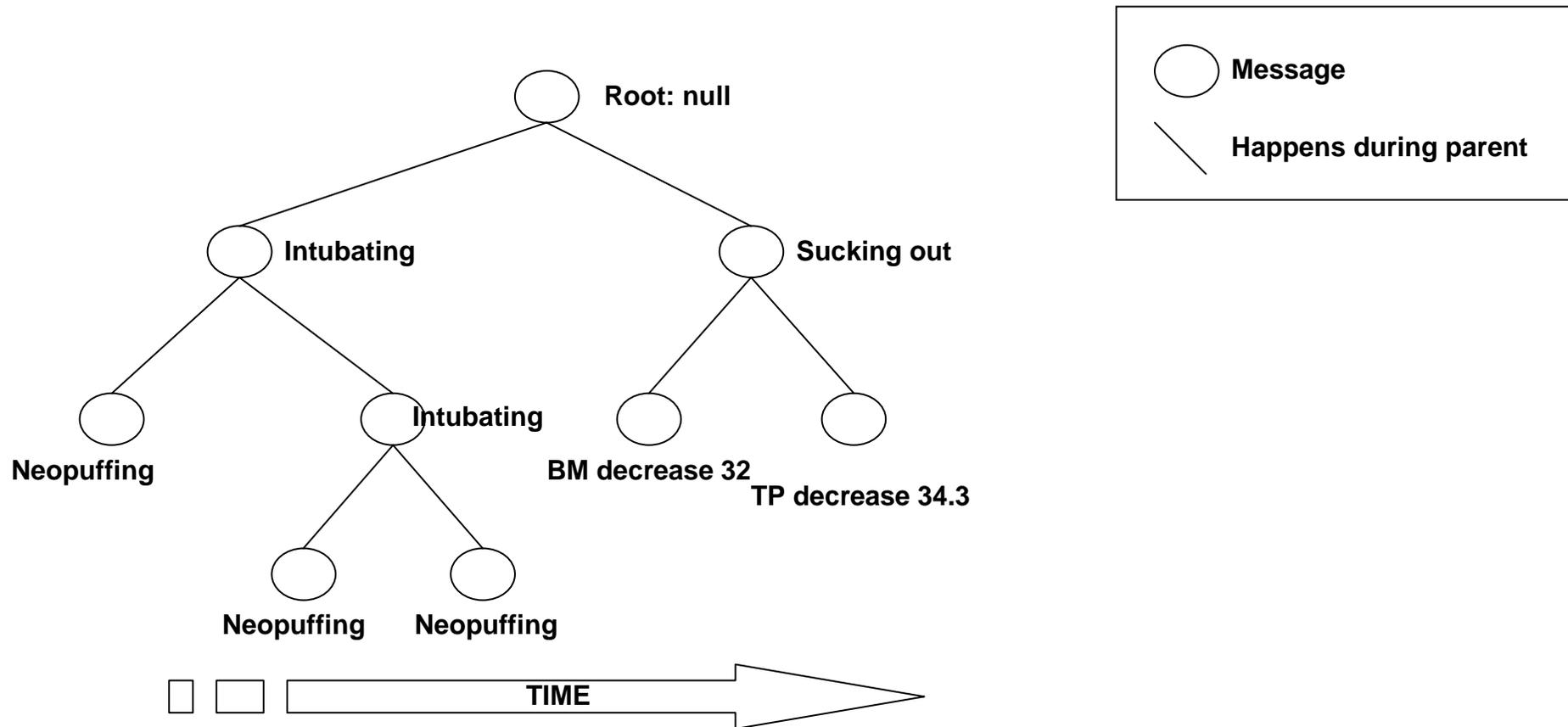
- ▶ Créé des groupes d'événements à partir de la liste d'événements

- ▶ Sélection basée sur
 - l'importance
 - les liens explicites (CAUSE, INCLUDE, etc.)
 - les relations temporelles

- ▶ Le processus stoppe lorsque
 - il n'y a plus aucun événement
 - il y a assez de paragraphes
 - il y a assez d'événements groupés

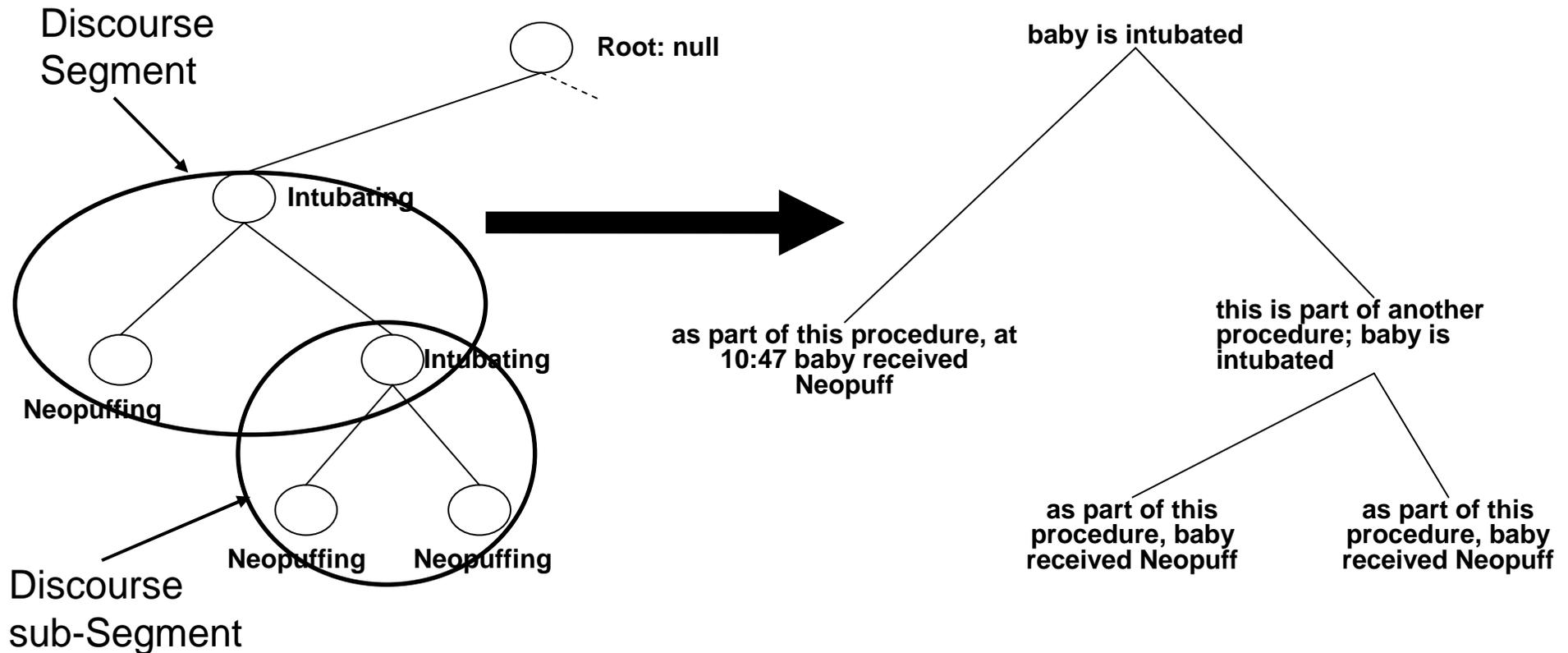
Planification du Document

- Organise les événements sélectionnés en un arbre orienté temporellement



Micro Planificateur

- Recherche en profondeur pour sélectionner les messages et les transcrire en expressions
 - ▶ Instance d'un concept → expression sémantique



Réalisateur

- Transcrit l'arbre du micro planificateur en texte
 - ▶ Expression sémantique → texte organisé
 - ▶ Organisation en paragraphes
 - ▶ Relation entre les expressions