

Vers une interprétation en terme d'altération de traits phonétiques du niveau d'intelligibilité chez des patients atteints de cancer de la tête ou du cou

Sondes Abderrazek, Corinne Fredouille, Alain Ghio, Muriel Lalain, Christine Meunier, Virginie Woisard



Contexte

Les troubles de la parole affectent la capacité d'une personne à former des sons corrects.



Cancers de la tête et du cou



Maladies neurologiques



Anomalies physiques



- Isolement social
- Dépression
- Anxiété
- ...

Affecter la qualité de vie de la personne

Contexte

L'évaluation des troubles de la parole est une mesure cruciale pour :

- Suivre l'évolution d'une pathologie
- Évaluer l'efficacité de l'orthophonie
- Comprendre les effets d'un traitement particulier

Contexte

Évaluation perceptive : un expert orthophoniste attribue des différents scores pour évaluer la qualité de la parole d'un patient.



L'intelligibilité est la mesure dans laquelle le message voulu par l'orateur peut être décodé par l'auditeur.

La sévérité est le degré d'altération globale du signal de la parole.

Contexte

Évaluation perceptive : un expert orthophoniste attribue des différents scores pour évaluer la qualité de la parole d'un patient.



Expérience de l'expert

Familiarité avec le patient

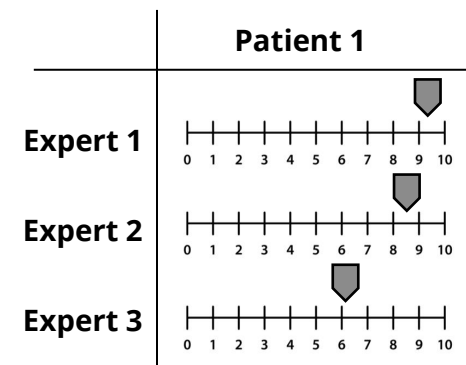
Familiarité avec la tâche et le matériel linguistique

La fiabilité de l'évaluation perceptive est affectée

Fatigue, attention, ...

Connaissance de la pathologie

➤ **Subjectivité**



RUGBI

RUGBI: “Looking for Relevant linguistic Units to improve the intelliGiBility measurement of speech production disorder”

➤ **Projet ANR : 2018 — 2023**



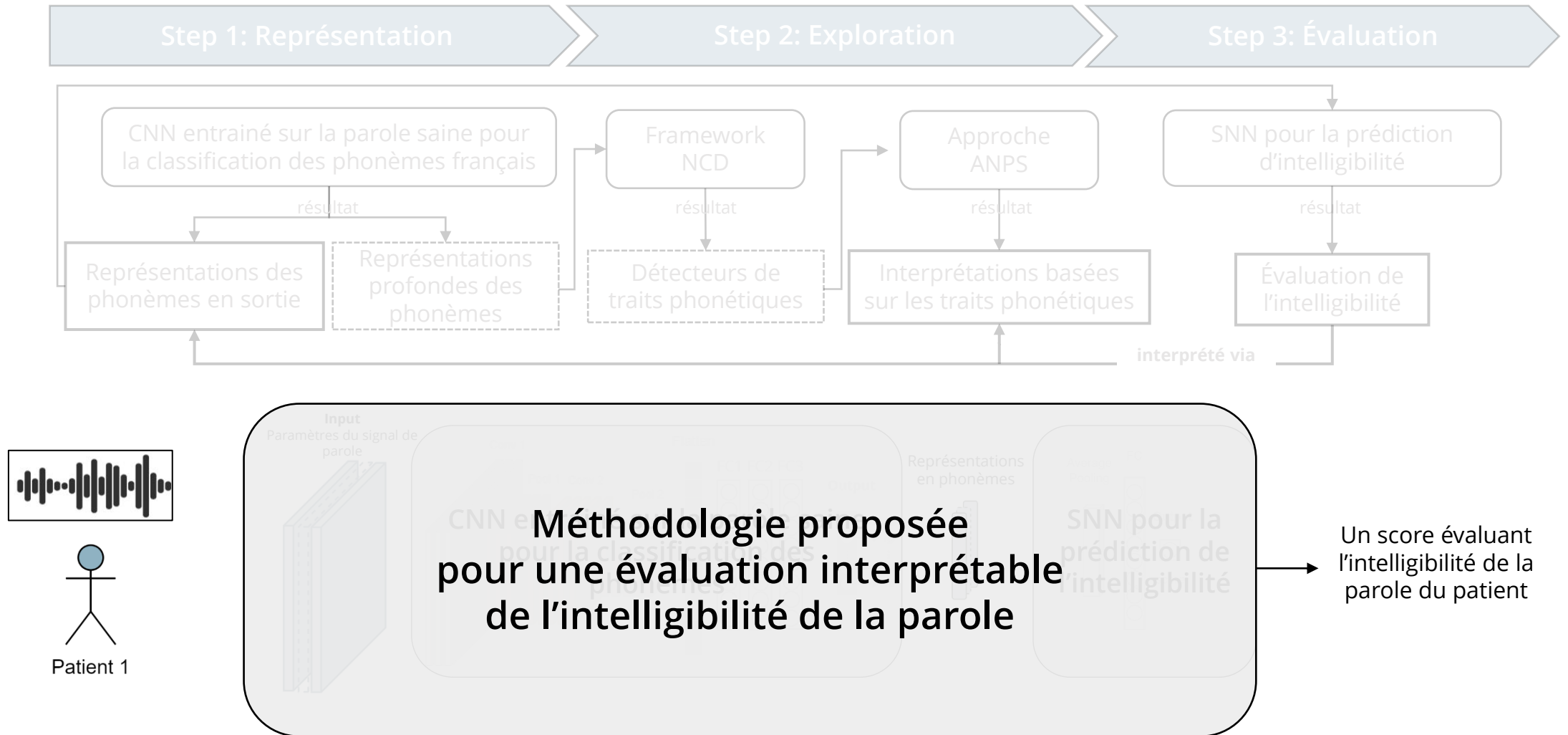
Projet multidisciplinaire impliquant des experts des domaines des cliniques, de l’informatique, de la linguistique et de la phonétique clinique.

➤ **Buts:**

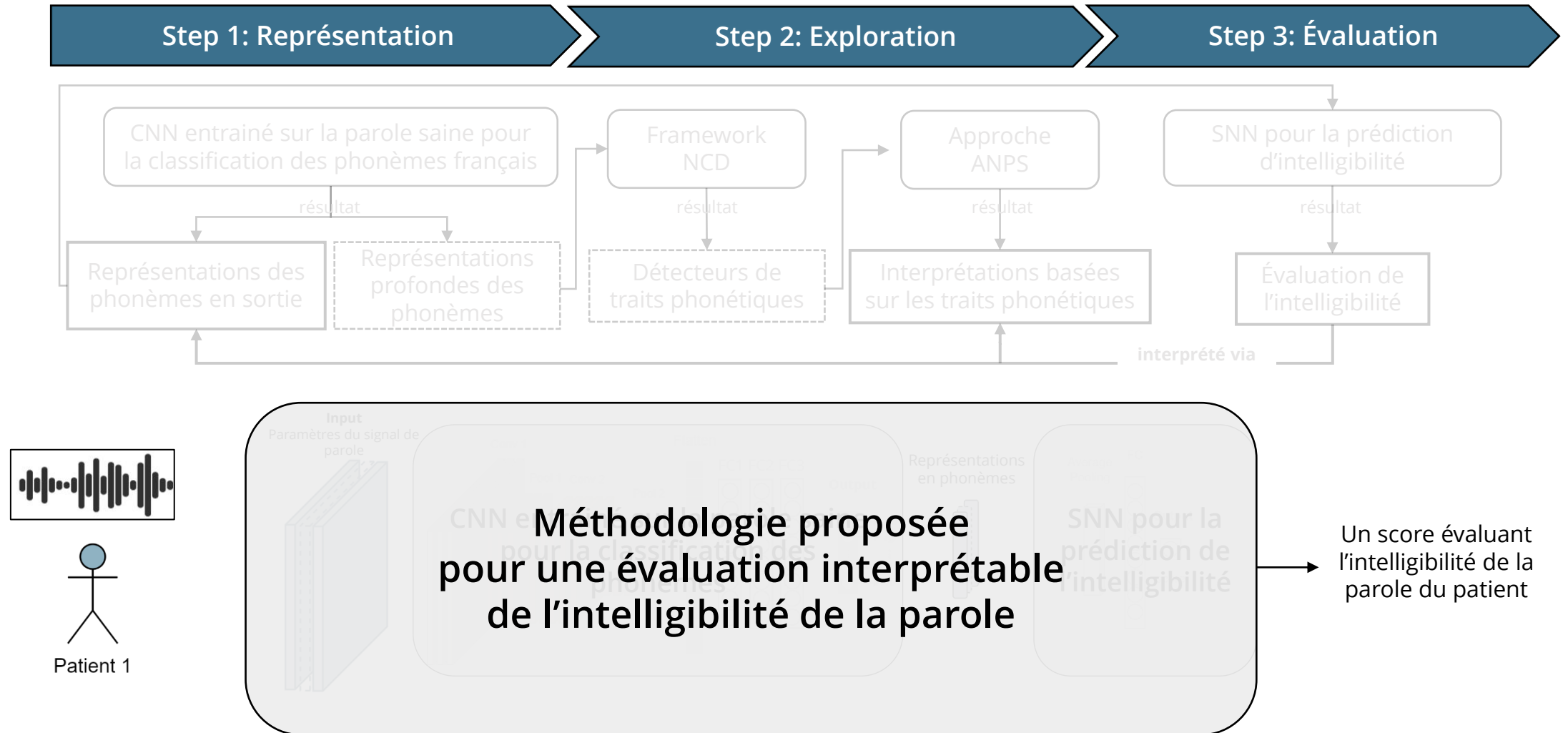
- ❖ Développer un outil d’évaluation objective de l’intelligibilité de la parole dans le contexte des troubles de la parole dus principalement au cancer de la tête et du cou.
- ❖ Découvrez la contribution des outils d’apprentissage profond.



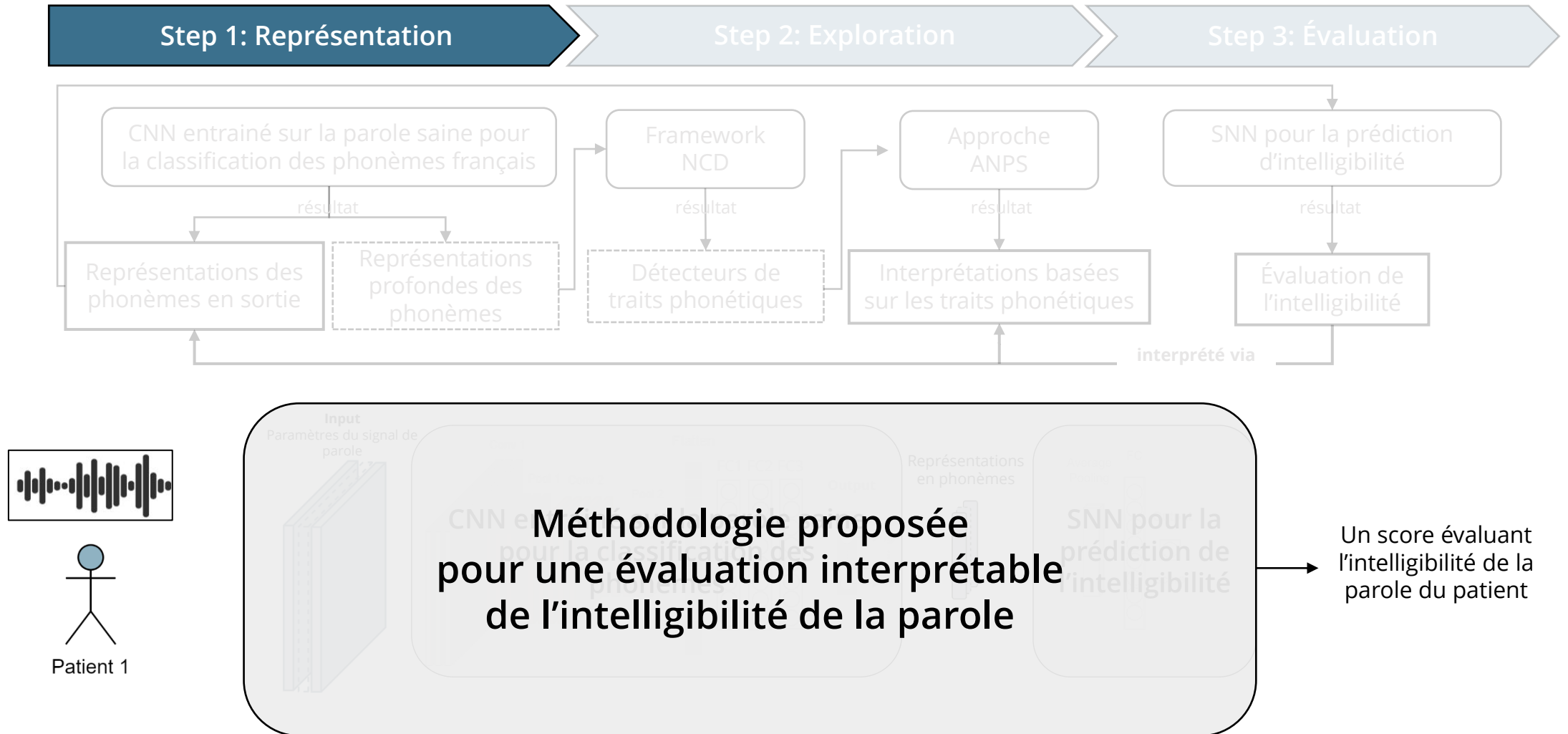
Méthodologie proposée



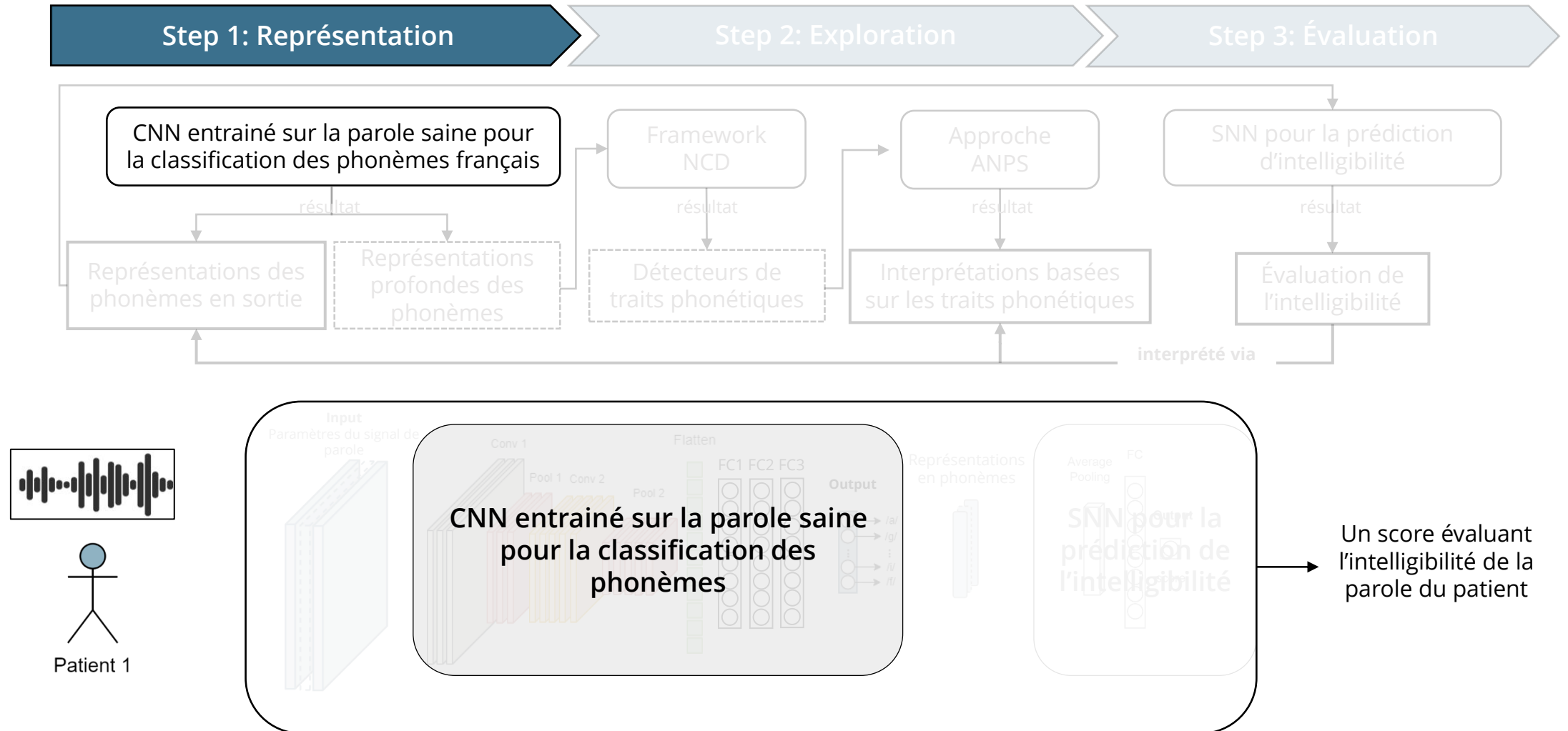
Méthodologie proposée



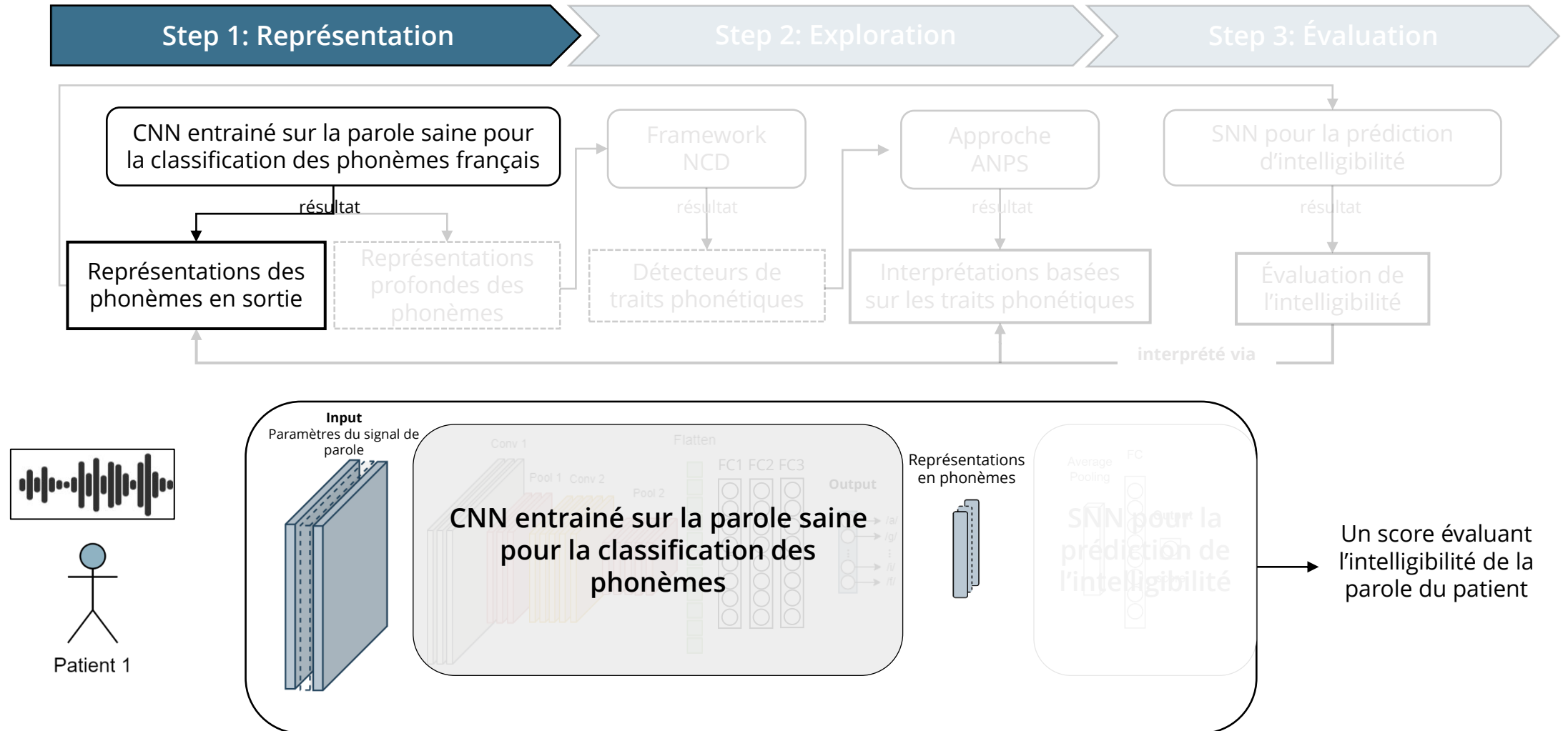
Méthodologie proposée



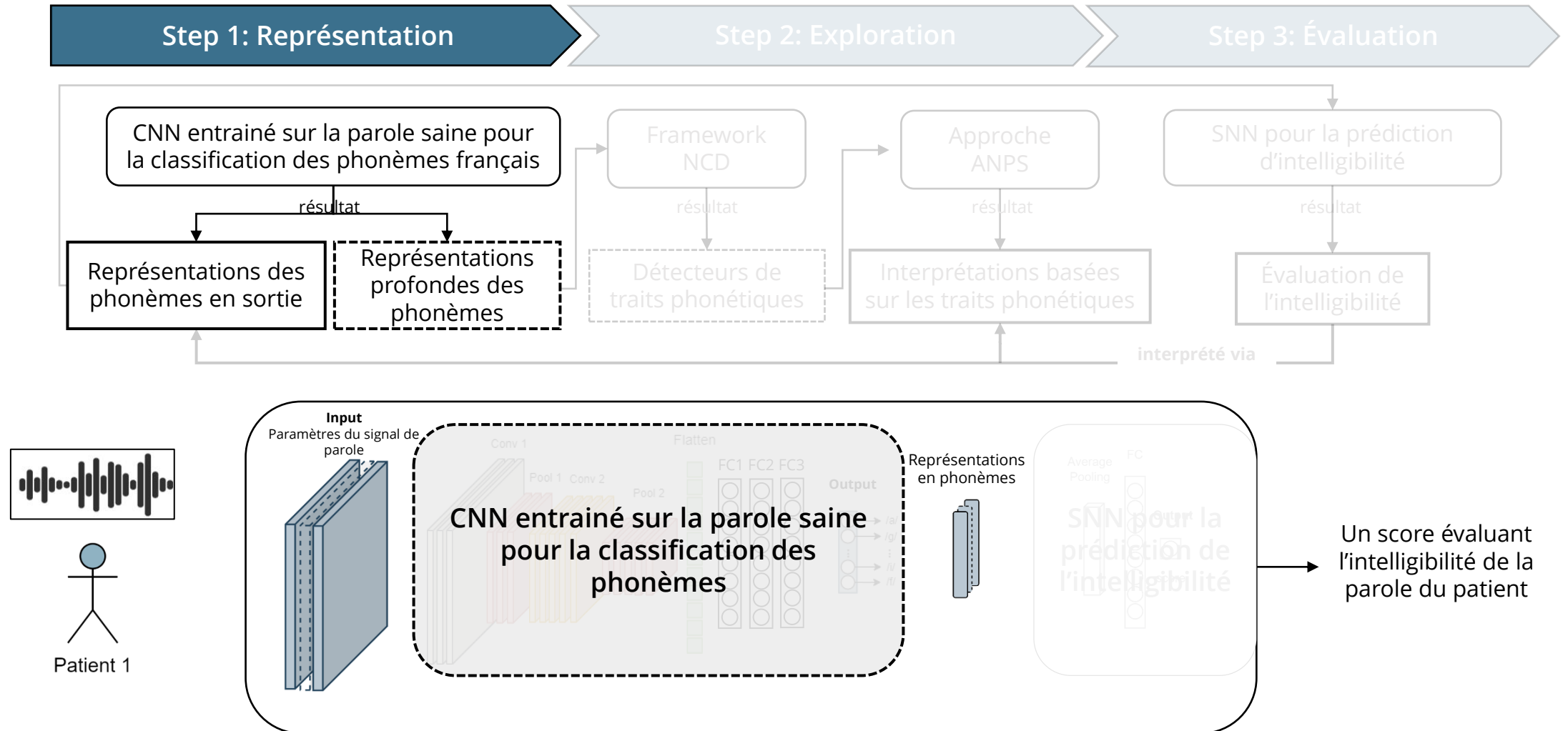
Méthodologie proposée



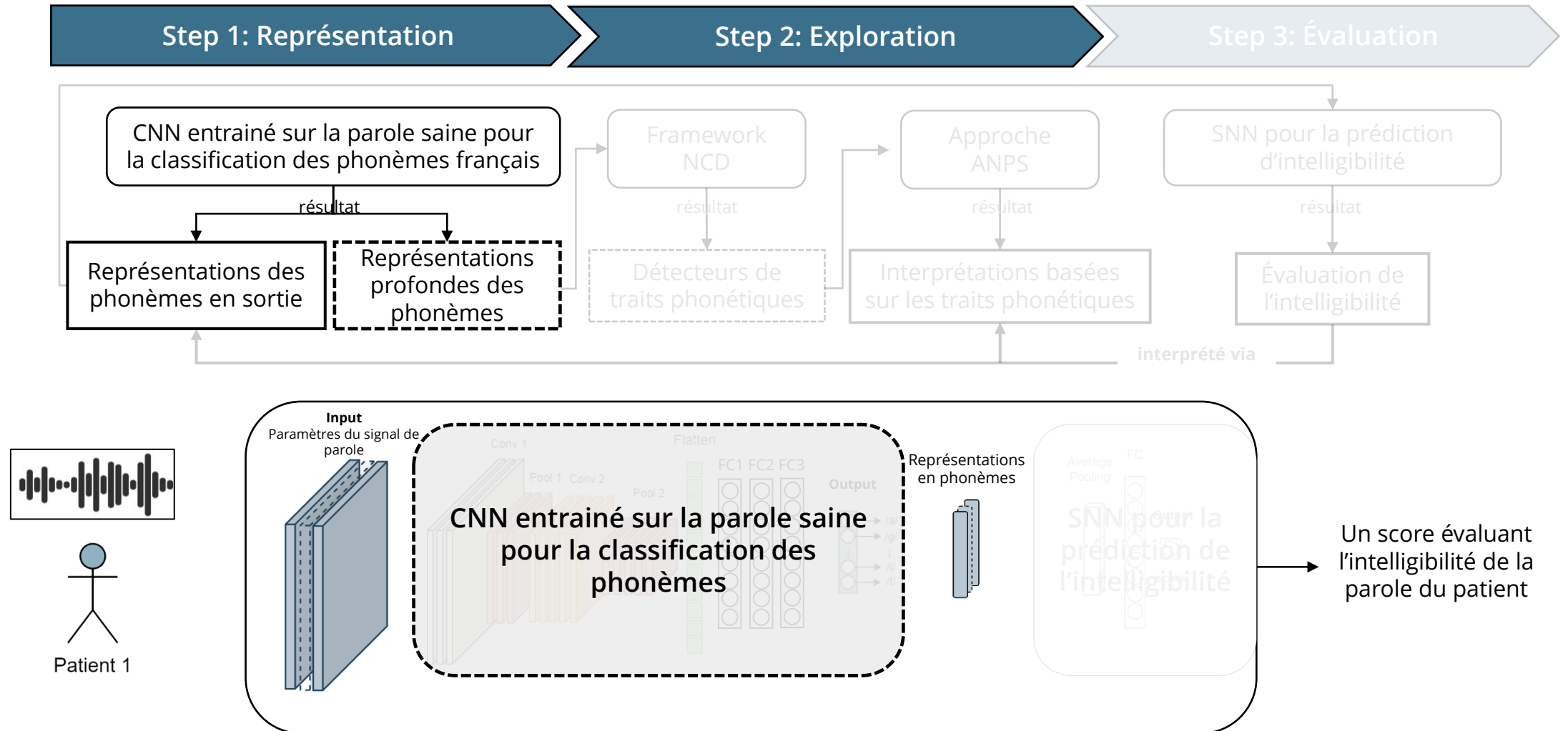
Méthodologie proposée



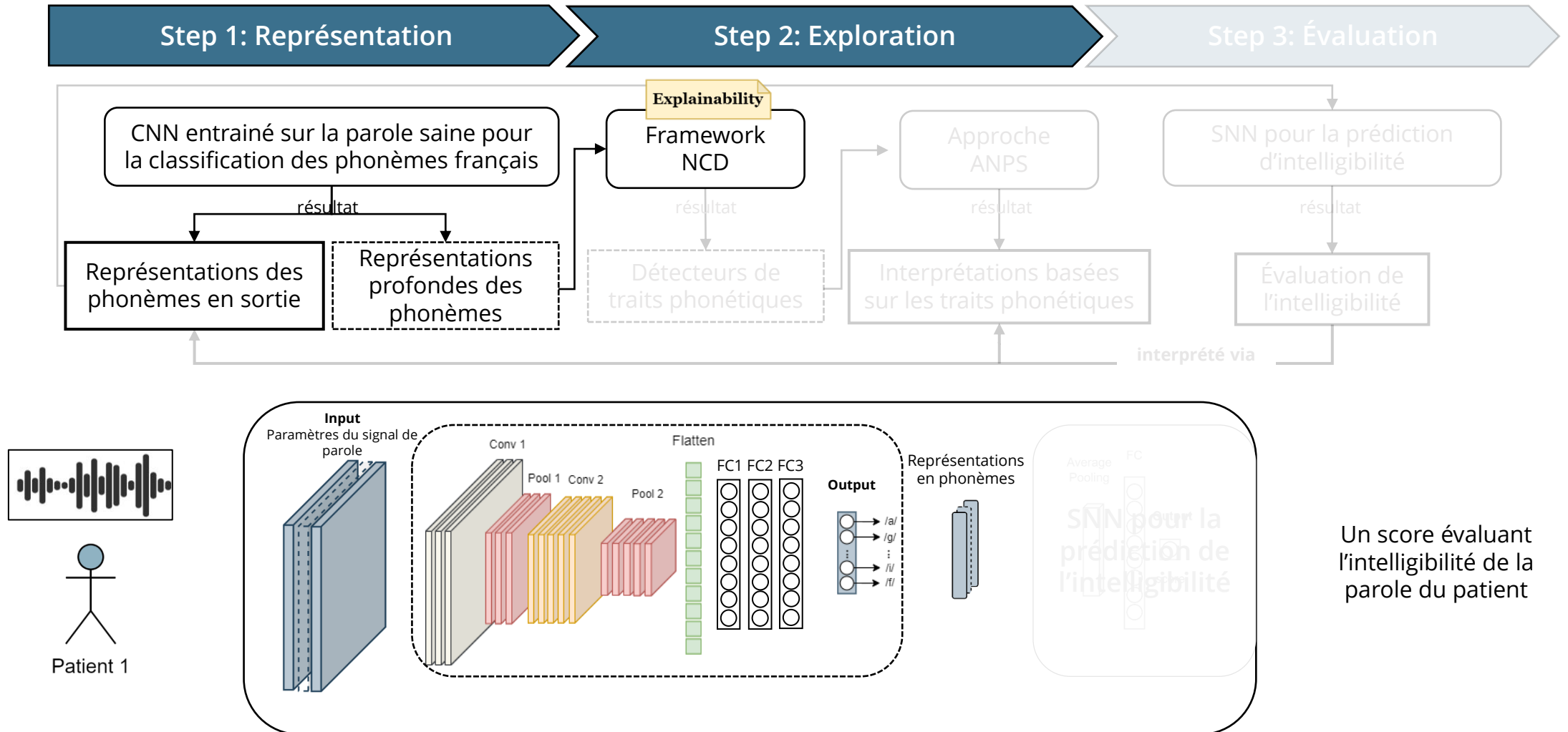
Méthodologie proposée



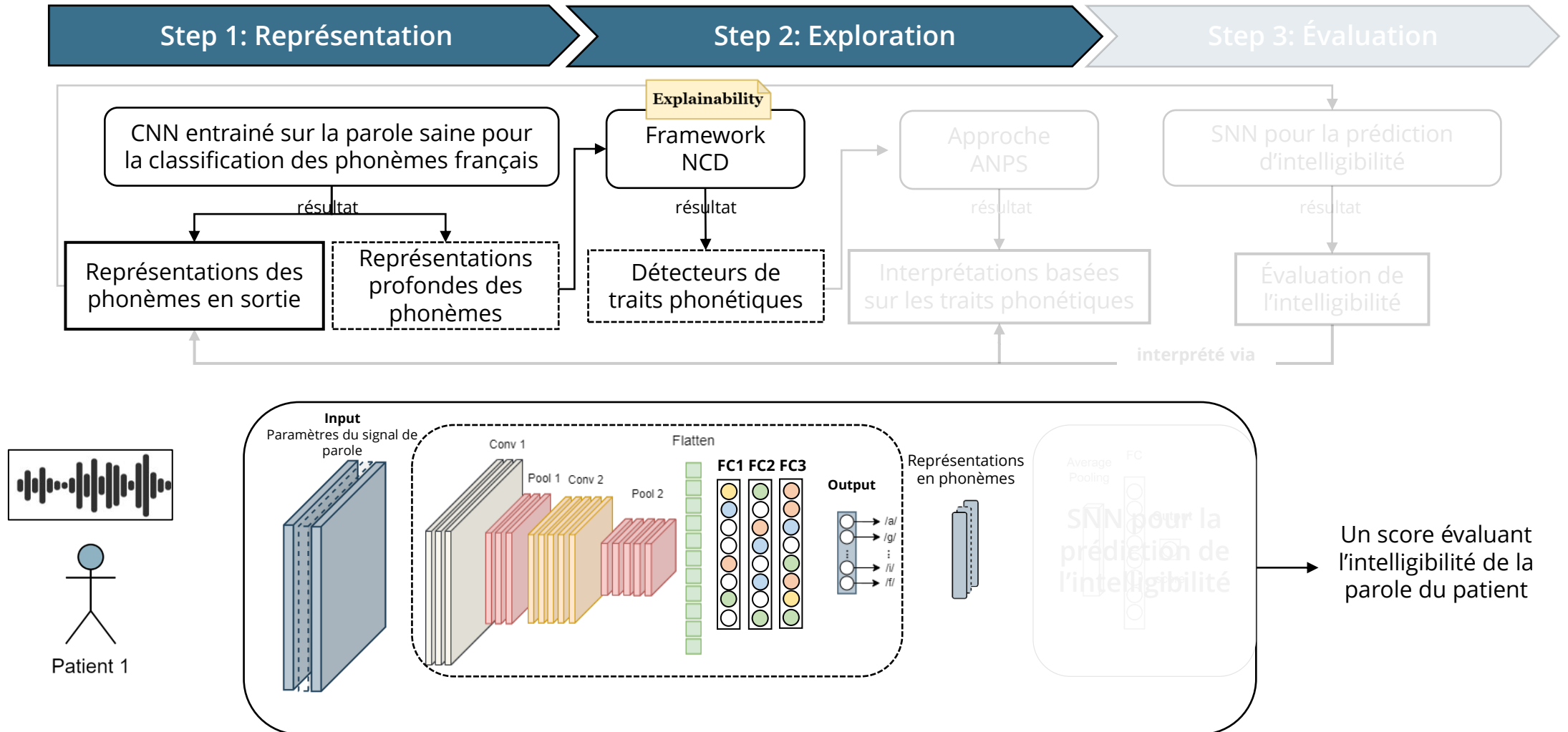
Méthodologie proposée



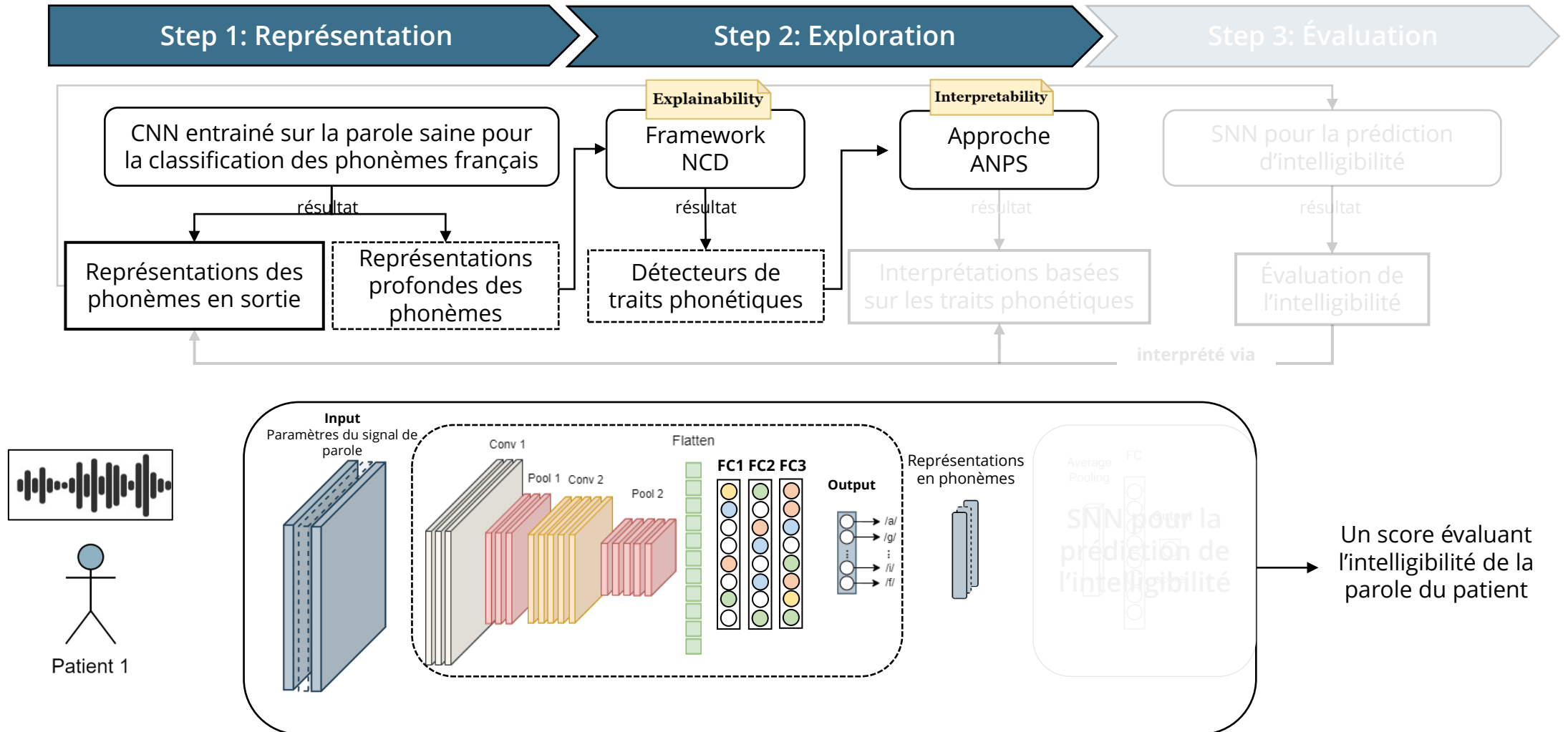
Méthodologie proposée



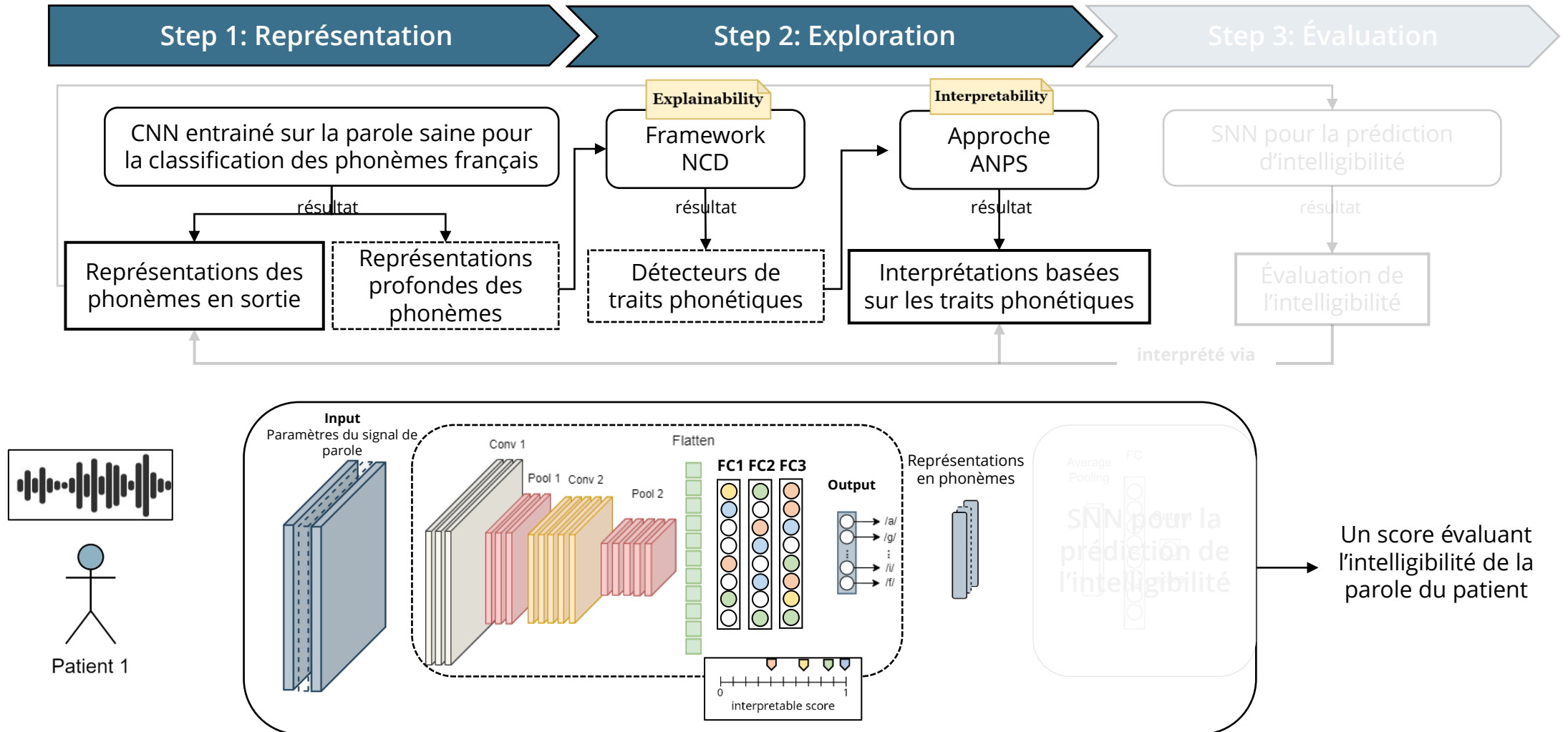
Méthodologie proposée



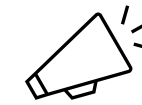
Méthodologie proposée



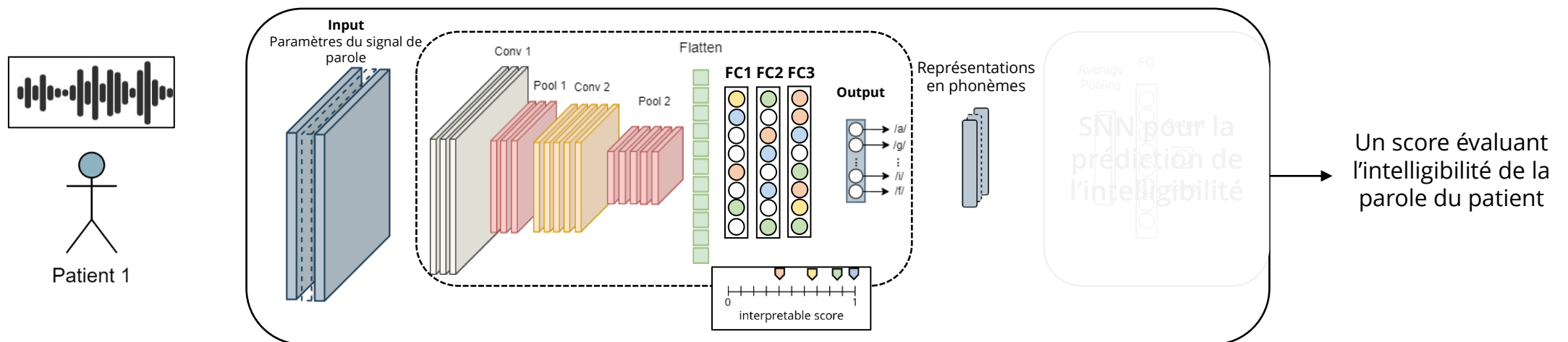
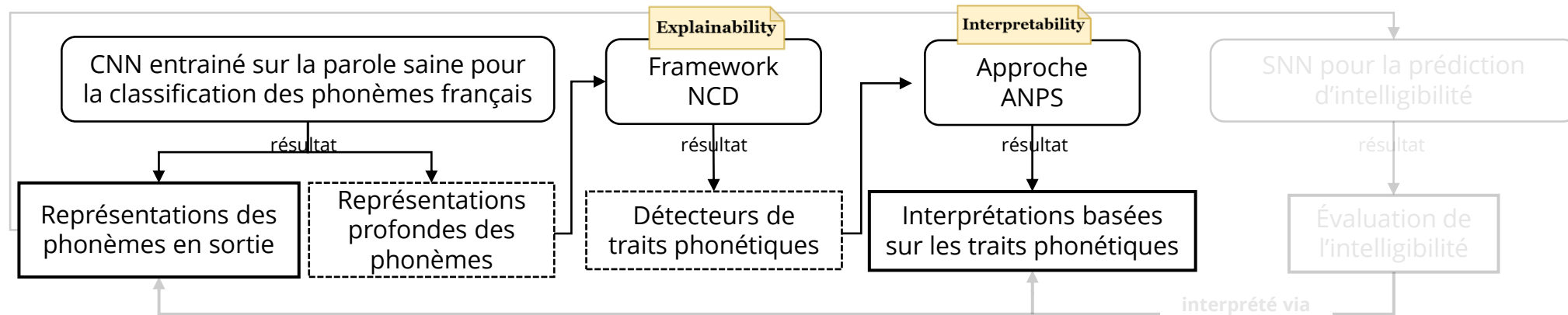
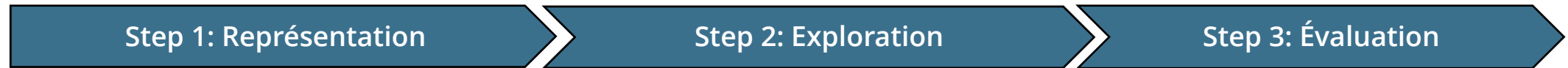
Méthodologie proposée



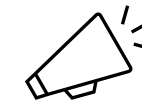
Méthodologie proposée



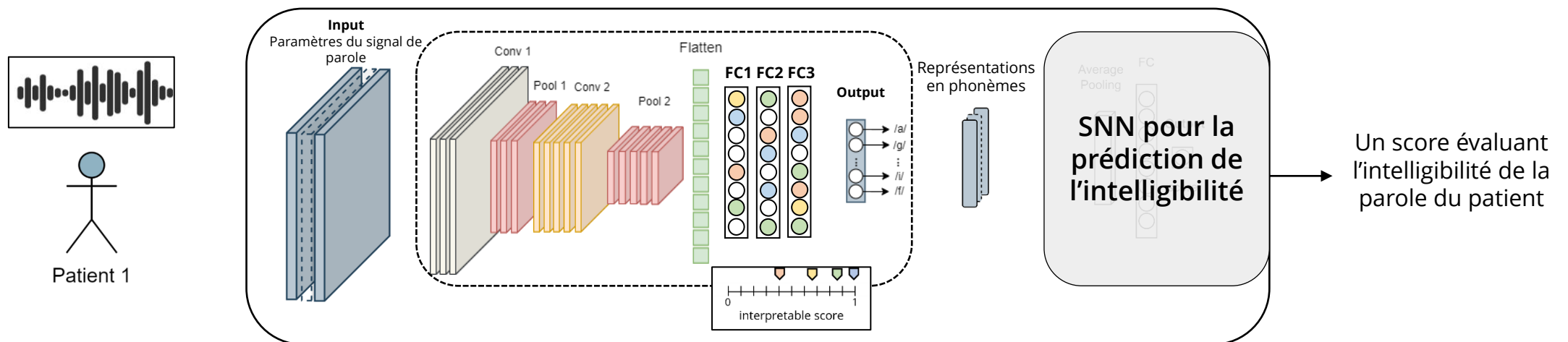
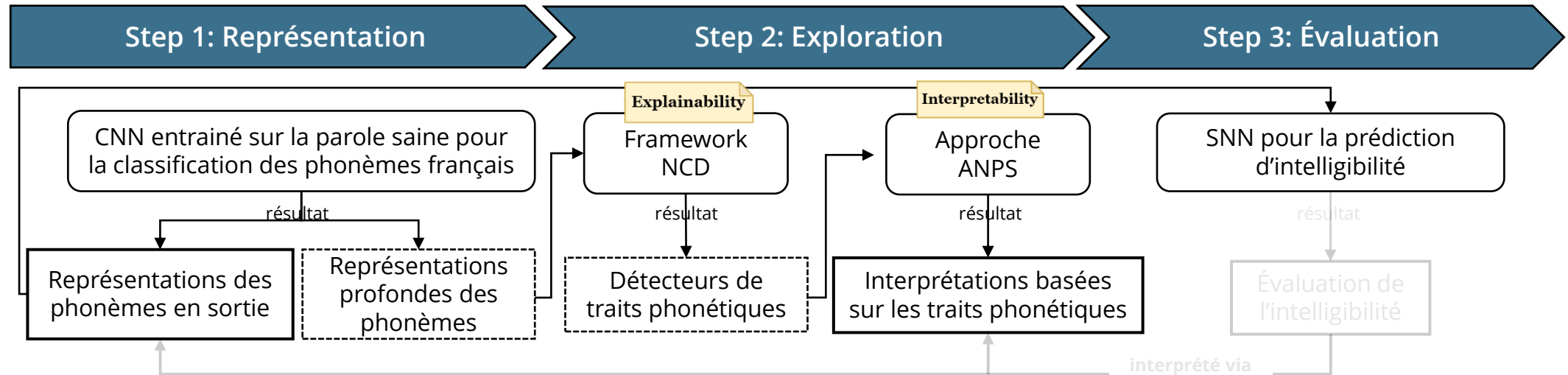
Sujet de cette présentation



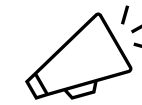
Méthodologie proposée



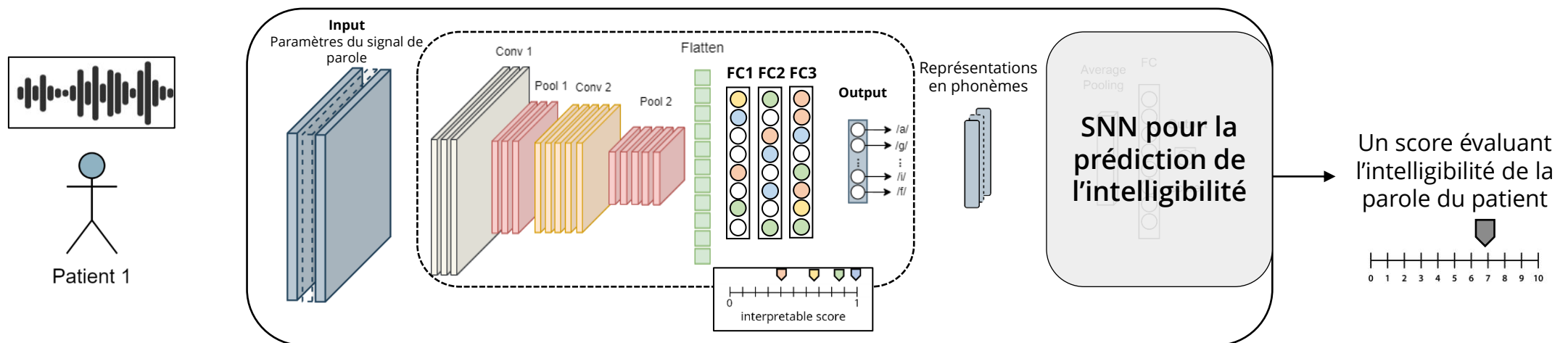
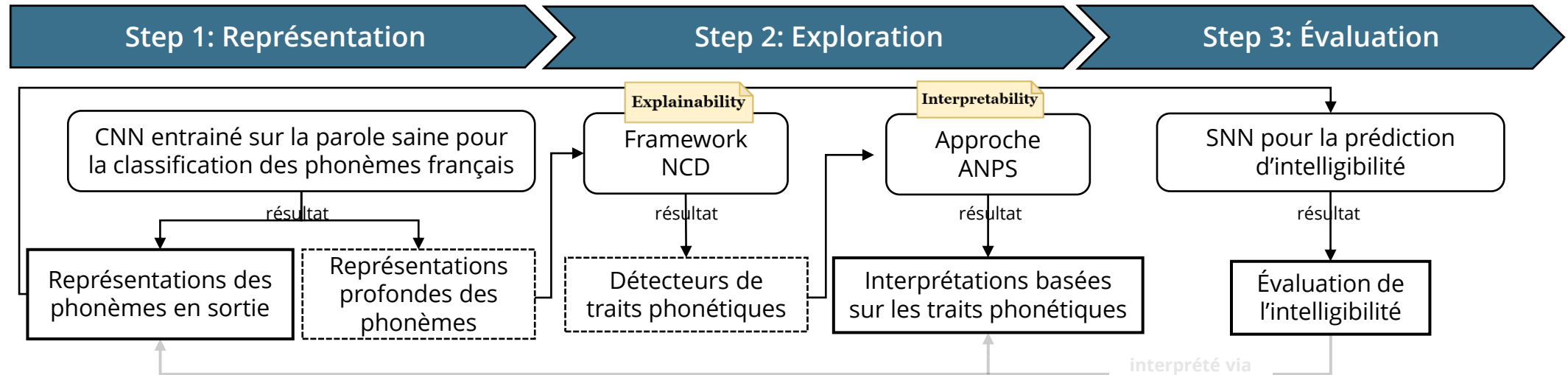
Sujet de cette présentation



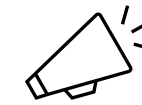
Méthodologie proposée



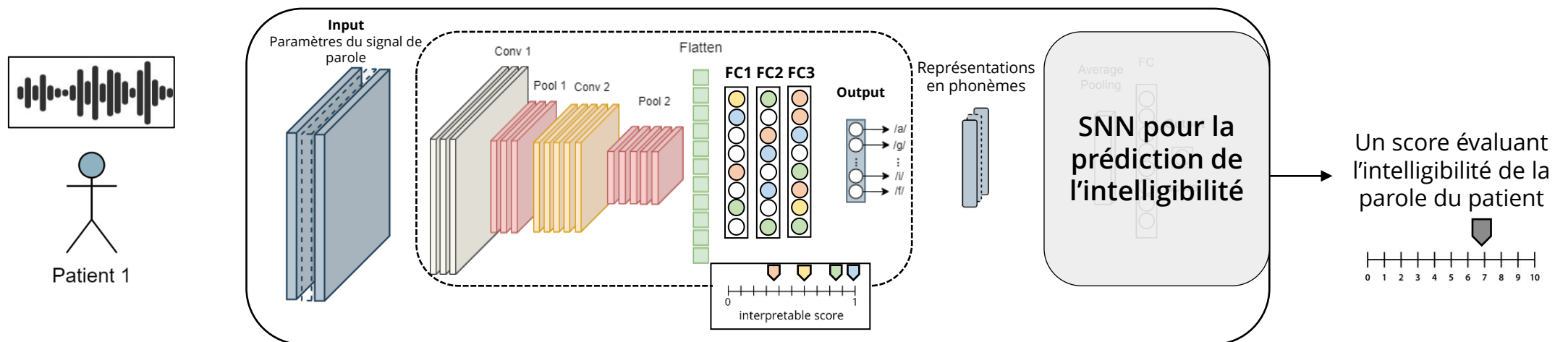
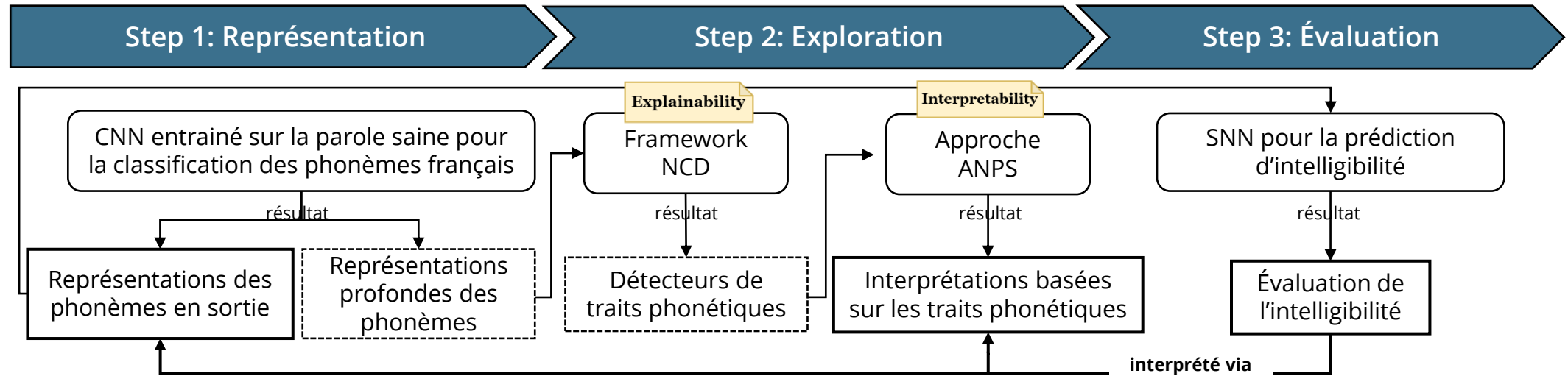
Sujet de cette présentation



Méthodologie proposée



Sujet de cette présentation



Données

Les corpus de troubles de la parole dus aux cancers de la tête et du cou



Corpus C2SI : 40 sujets contrôles et 87 patients [\[Woisard et al., 2021\]](#)

Recorded Tasks

- Lecture (**LEC**)
- Description d'image (DES)
- Tâches prosodiques
- ...

Perceptual Measures

- Intelligibilité
- Sévérité
- Altération phonémique
- ...

Données

Les corpus de troubles de la parole dus aux cancers de la tête et du cou



Corpus C2SI : 40 sujets contrôles et 87 patients [Woisard et al., 2021]

Recorded Tasks

- Lecture (C2SI-LEC)
- Description d'image (DES)
- Tâches prosodiques
- ...

≈ 1 hour



Perceptual Measures

- Intelligibilité
- Sévérité
- Altération phonémique
- ...

x 6 experts



Expert

Lecture du passage
"Monsieur Seugin
n'avait jamais eu de ..."



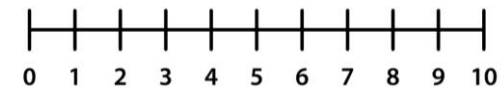
Patient

≈ 15 minutes



Corpus SpeeCOMco : 25 patients [Balaguer, 2021]

Échelle C2SI/ SpeeCOMco pour
l'intelligibilité/sévérité



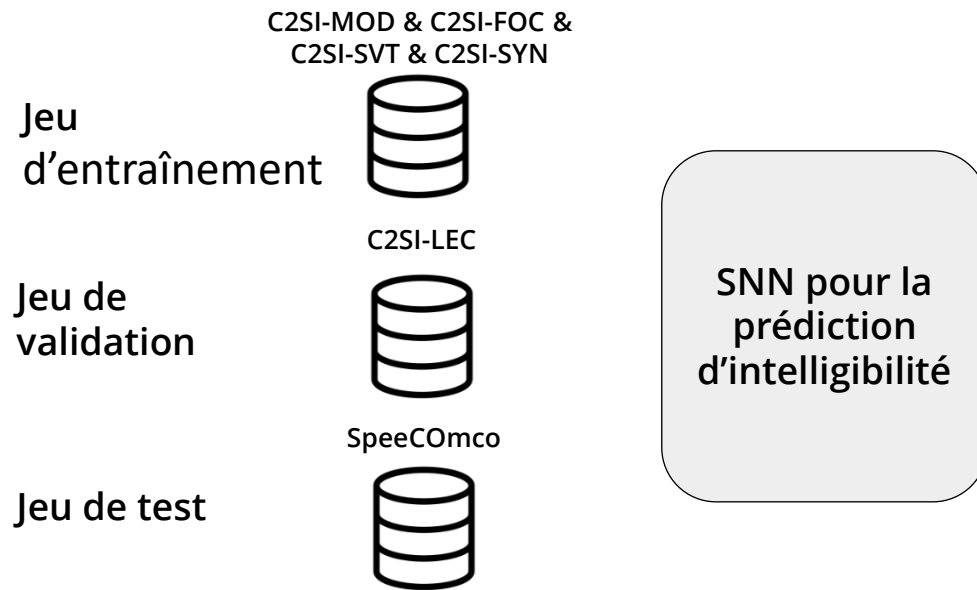
Parole inintelligible /
Altération importante

Discours parfaitement
intelligible /
Absence d'altération

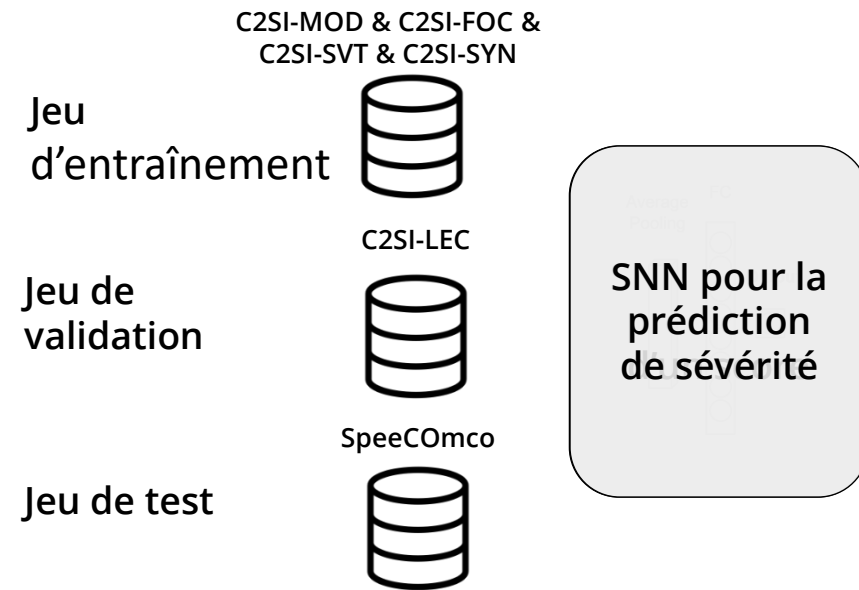
STEP 3: Évaluation

Tâche de regression pour un score final

Tâche 1: Prédiction d'intelligibilité



Tâche 2: Prédiction de sévérité



Résultats

Résultats de la régression

➤ Métriques d'évaluation :

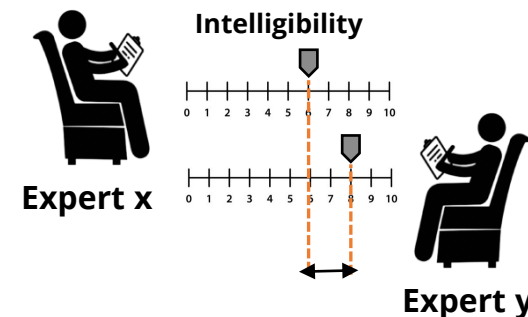
$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

		Prédiction de l'intelligibilité	Prédiction de la sévérité
C2SI-LEC	MAE	1.21	1.25
	MSE	2.97	2.55
SpeeCOmco	MAE	1.32	1.4
	MSE	2.97	2.97

Régression basée sur les embeddings des traits phonétiques

➤ Erreur inférieure à la différence que l'on peut observer entre l'évaluation perceptives des experts.



Résultats

Analyse de prédiction du modèle sur le corpus C2SI-LEC (jeu de validation)

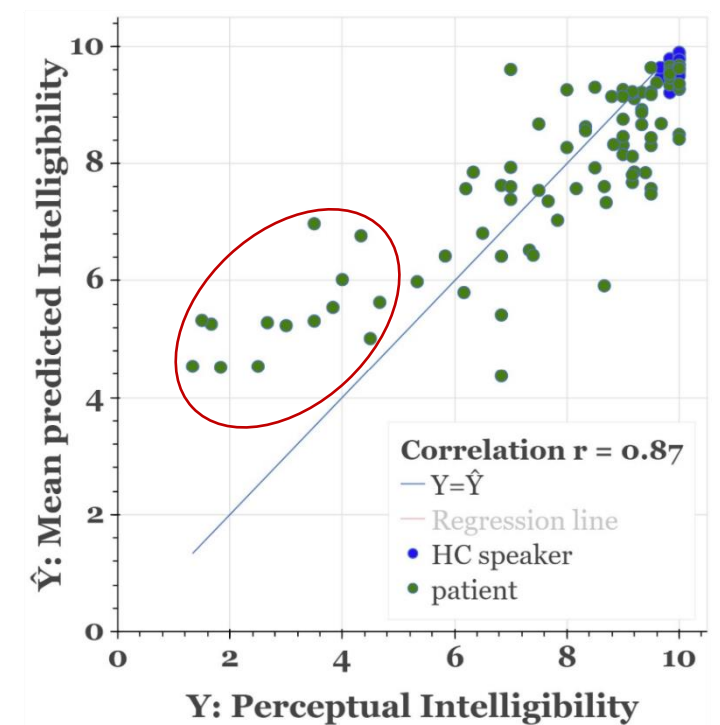
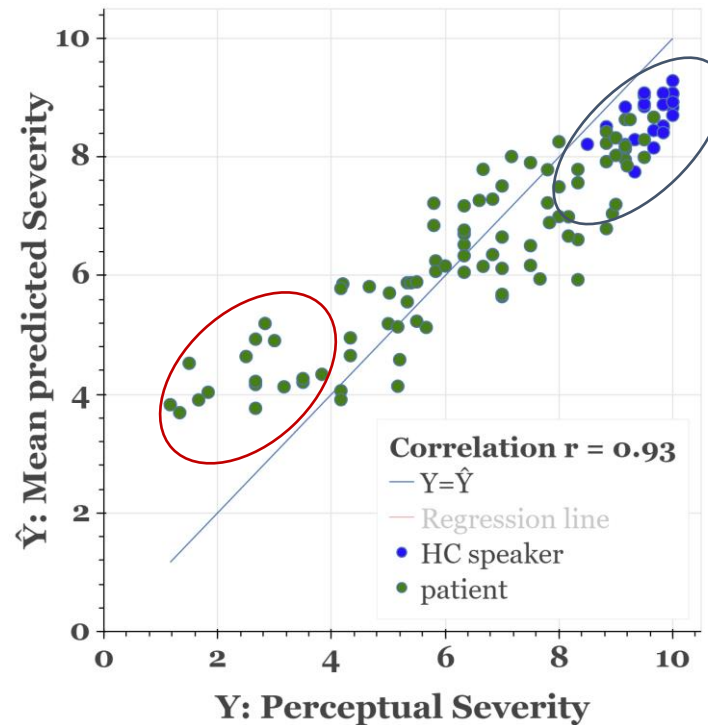
Modèles capables de capturer certaines caractéristiques sous-jacentes relié à l'intelligibilité/ sévérité

Tâche de prédiction de la sévérité :

- Sous-estime les scores de sévérité élevés
- Surestime les scores de sévérité faibles

Tâche de prédiction d'intelligibilité :

- Surestime les faibles scores d'intelligibilité



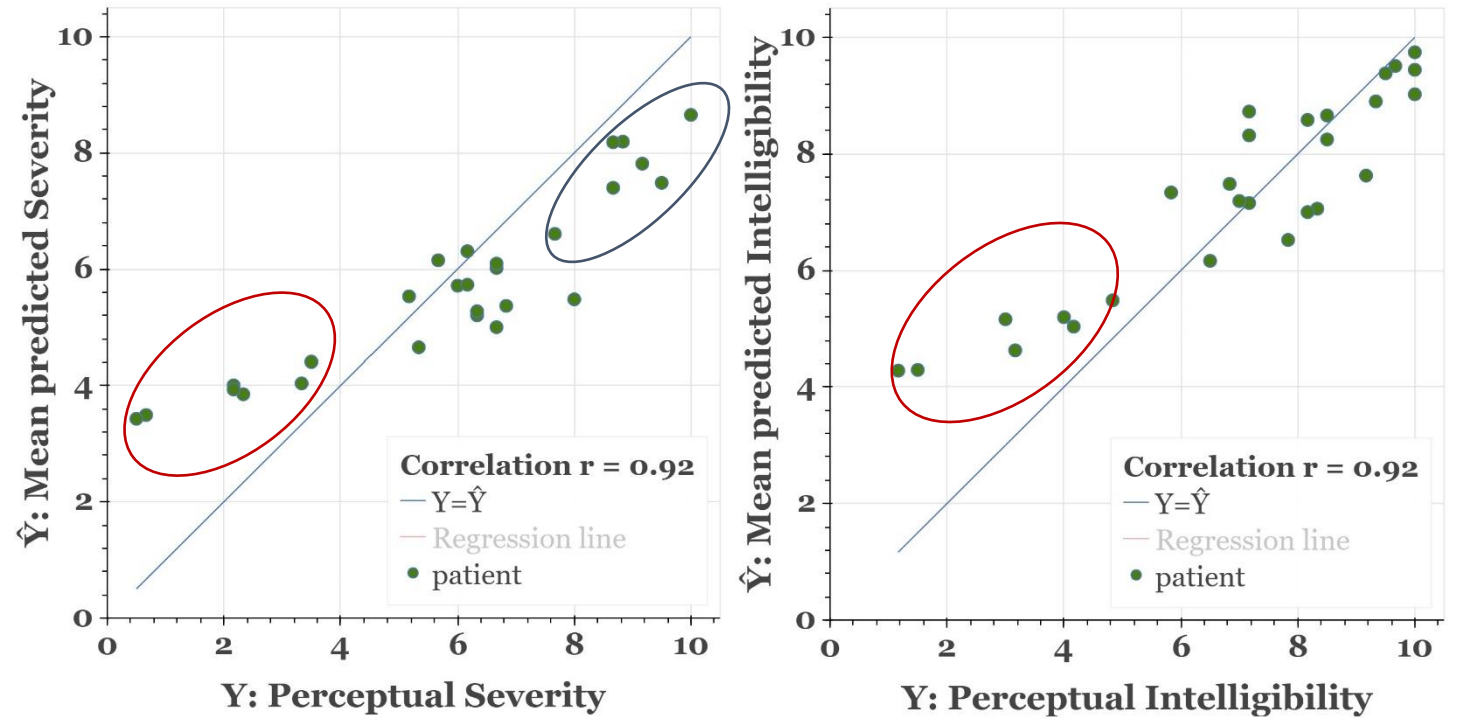
Nuage de points du score moyen prédit par rapport au score perceptif réel des locuteurs C2SI-LEC

Résultats

Analyse de prédiction de modèle sur le corpus SpeeCOMco (jeu de test)

Écarter toute possibilité de conclusions trompeuses de l'analyse précédente.

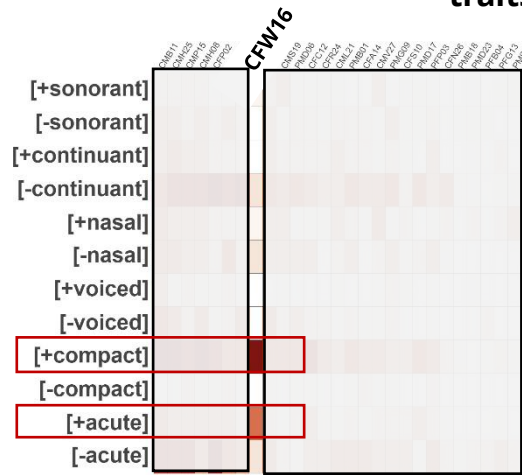
- Exactement les mêmes tendances que celles sur C2SI-LEC.



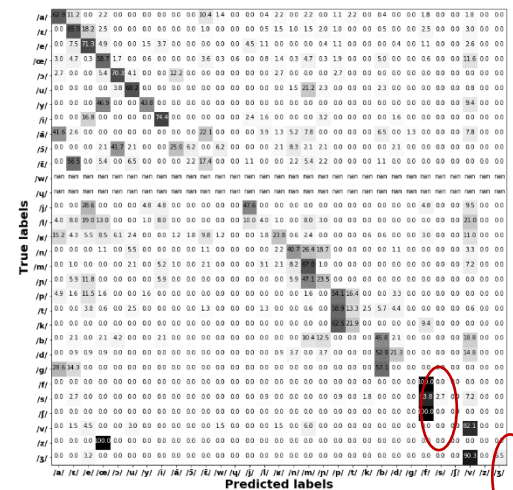
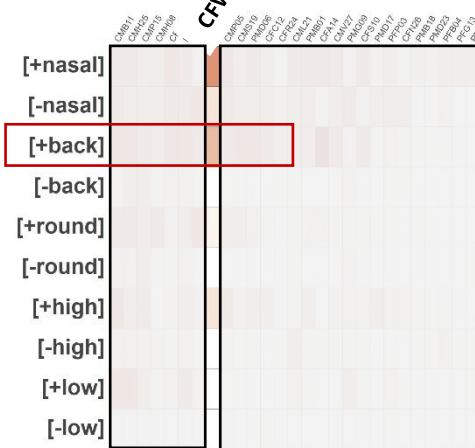
Nuage de points du score moyen prédit par rapport au score perceptive réel des locuteurs SpeeCOMco

Application de bout en bout de la méthodologie proposée

Interprétations au niveau des traits phonétique



Interprétations au niveau des phonèmes



CFW16

Détails de la tumeur :

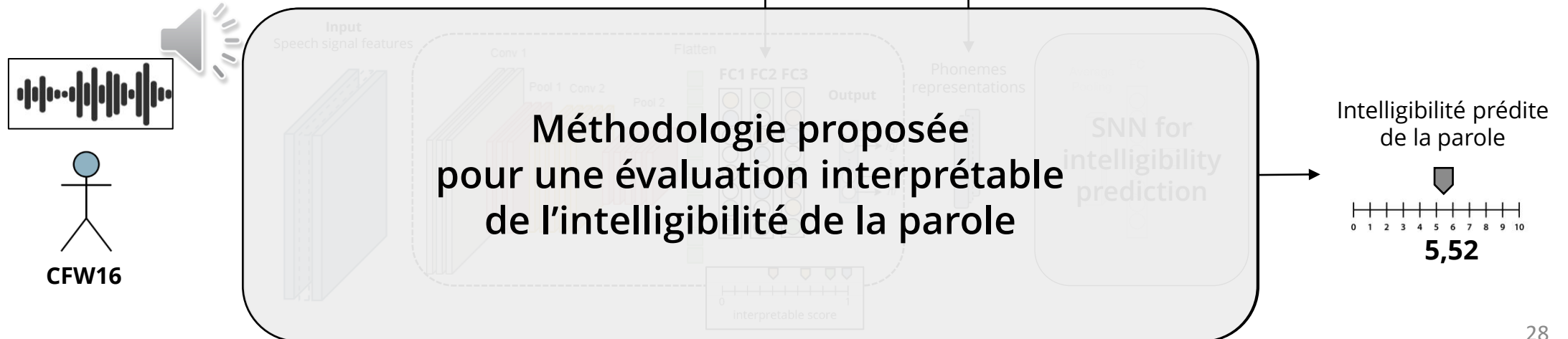
- ❖ Localisation : Cavité buccale
- ❖ Région : Langue
- ❖ Taille : T4

Traitement: pelvi-glossectomie

Scores perceptives:

- ❖ Intelligibilité: 5,83
- ❖ Sévérité: 5,16

/b/ absorbant les /d/ et /g/
/f/ absorbant les /s/ et /ʃ/



Conclusion

Méthodologie en trois étapes basée sur l'apprentissage profond et dédiée à une évaluation interprétable de l'intelligibilité de la parole dans le contexte des troubles de la parole.



Absence d'interprétation de l'évaluation finale en ce qui concerne les altérations locales

- Interprétation du score final de au niveau des phonèmes et traits phonétiques.



Une solution interprétable basée sur le Deep Learning

- Atténuez l'impact de la boîte noire des modèles de Deep learning et donc la méfiance des experts dans un contexte clinique.