



# Stress, charge cognitive et signal de parole : étude exploratoire auprès de pilotes de chasse.

**STAVAUX** Luc

**ALBART** Margaux

**DELVAUX** Véronique

**HUET** Kathy

**PICCALUGA** Myriam

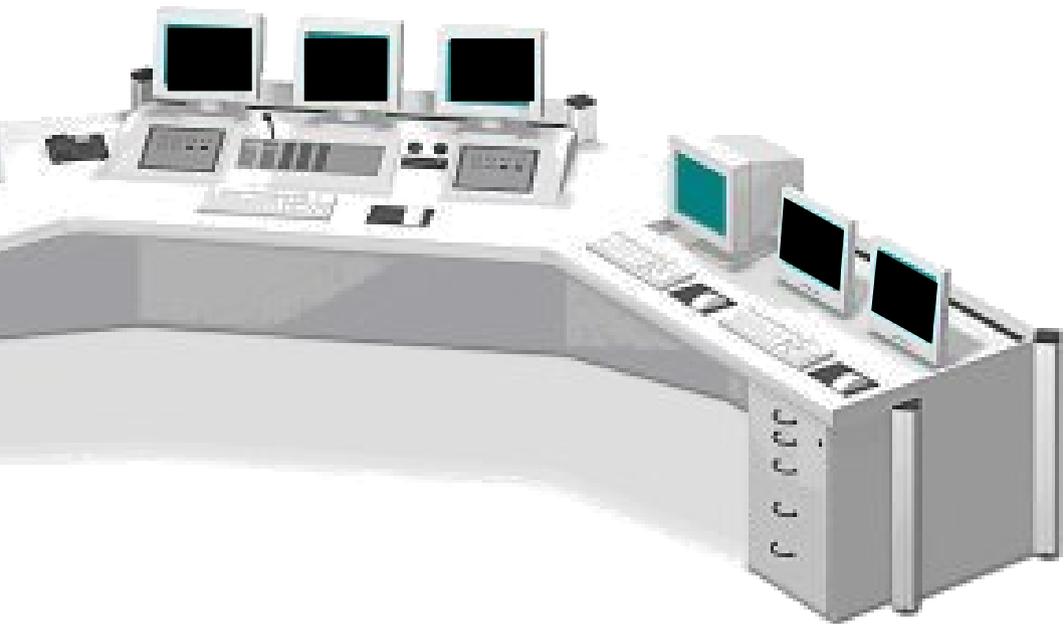
**HARMEGNIES** Bernard

31ème Journées d'Études sur la Parole

JEP-TALN-RECITAL 2016

06/07/2016

# Projet Biovoc



# Projet Biovoc



# Projet Biovoc

Tâche



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents



# Projet Biovoc

## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents  
Accidents



# Projet Biovoc

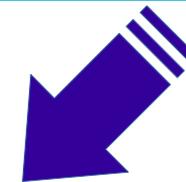


## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents  
Accidents



## Individu

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

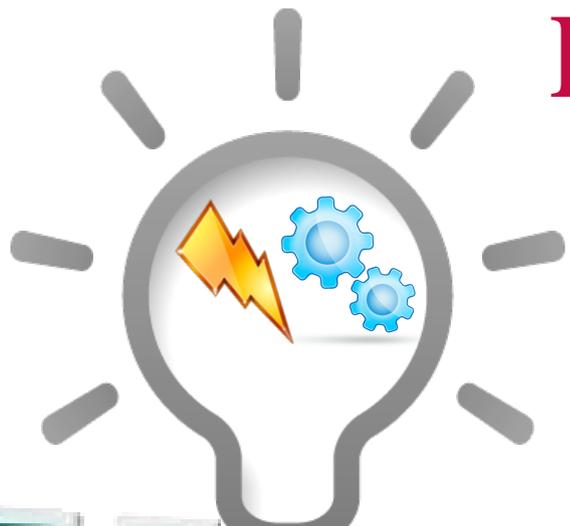
Incidents  
Accidents



## Individu

Charge cognitive

# Projet Biovoc

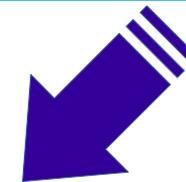


## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

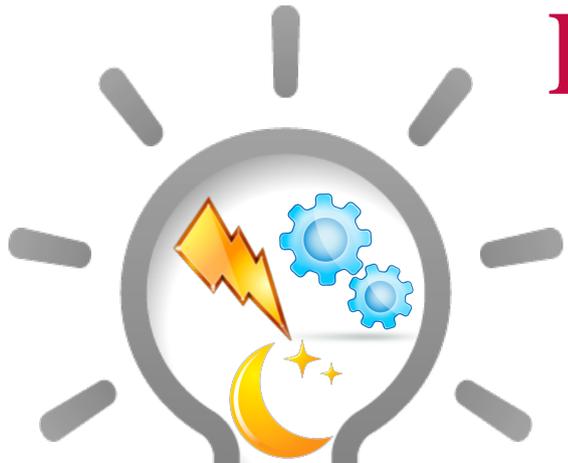
Incidents  
Accidents



## Individu

Charge cognitive  
Stress

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

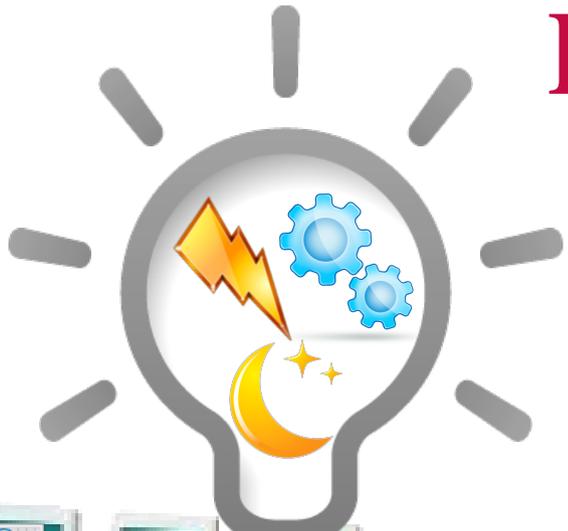
Incidents  
Accidents



## Individu

Charge cognitive  
Stress  
Fatigue

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

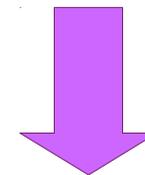
## Environnement

Incidents  
Accidents



## Individu

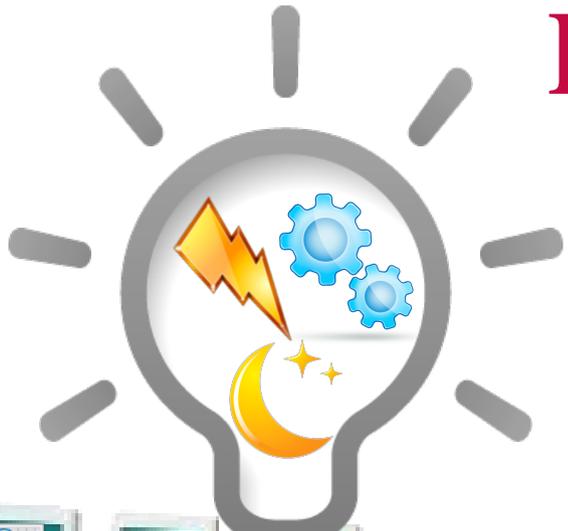
Charge cognitive  
Stress  
Fatigue



## Signal de parole



# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

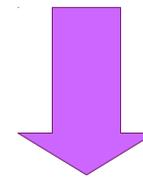
## Environnement

Incidents  
Accidents



## Individu

Charge cognitive  
Stress  
Fatigue



## Signal de parole

Fréquence

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents  
Accidents

## Individu

Charge cognitive  
Stress  
Fatigue

## Signal de parole

Fréquence  
Intensité

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

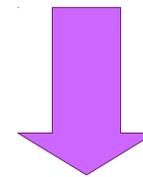
## Environnement

Incidents  
Accidents



## Individu

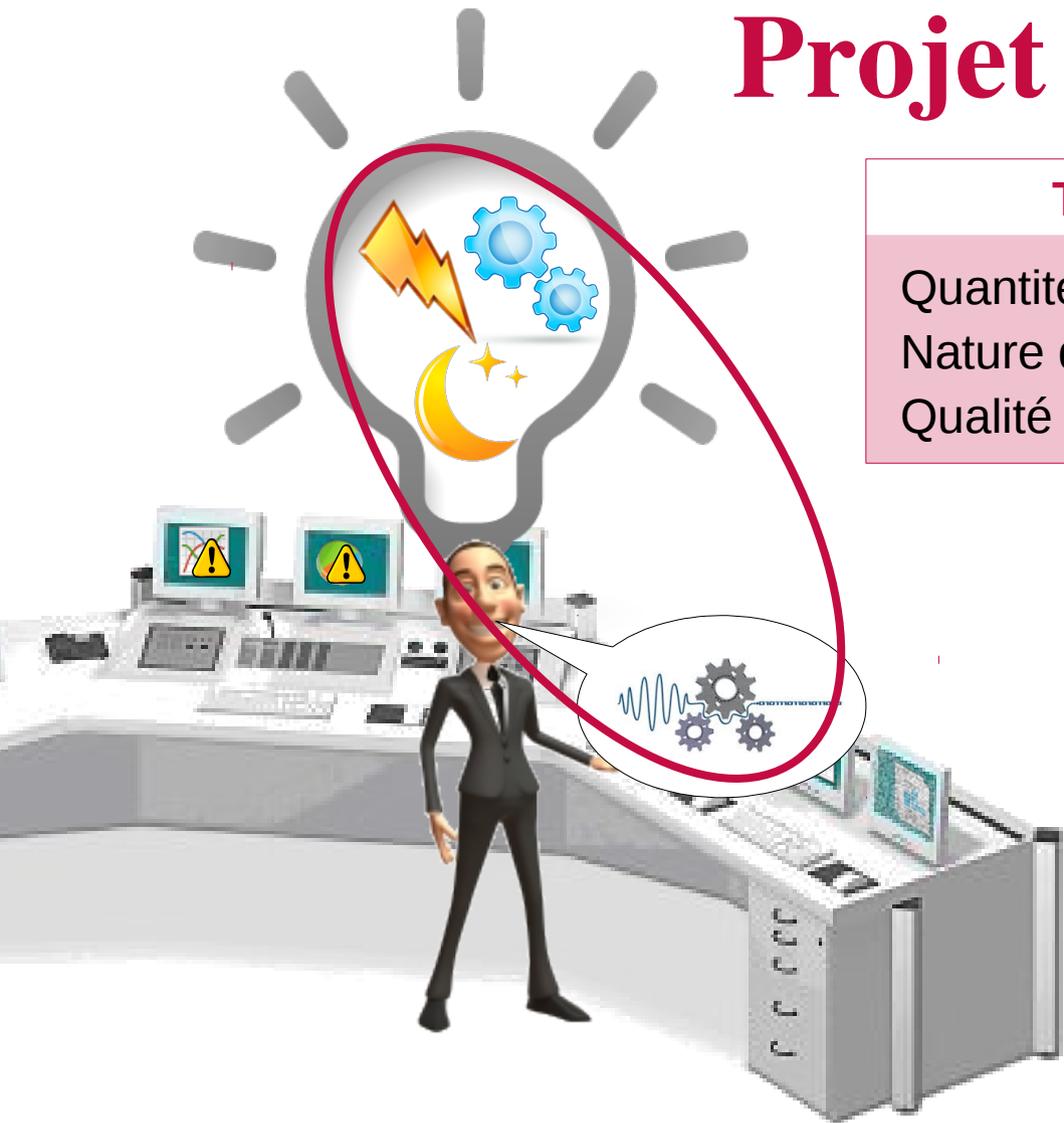
Charge cognitive  
Stress  
Fatigue



## Signal de parole

Fréquence  
Intensité  
Durée

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents  
Accidents

## Individu

Charge cognitive  
Stress  
Fatigue

## Signal de parole

Fréquence  
Intensité  
Durée

Harmegnies, B., Landercy, A. (1992). A multivariate approach for the analysis of speech under cognitive stress in Speech processing in adverse condition, Cannes-Mandelieu.  
Harmegnies, B. (1992). Sources of variations in long term speech spectra: literature review. Canadian Acoustics, 20(2), 9-35.  
Bruyninckx, M., & Harmegnies, B. (1994). Evolution temporelle de la variabilité du spectre moyen à long terme. Le Journal de Physique IV, 4(C5), C5-521.  
Ruiz, R., Absil, E., Harmegnies, B., Legros, C., Poch, D. (1996). Time - and spectrum - related variabilities in stressed speech under laboratory and real conditions. Speech communication, pp 111-129.  
Huttunen, K., Keränen, H., Väyrynen, E., Pääkkönen, R., & Leino, T. (2011). Effect of cognitive load on speech prosody in aviation: Evidence from military simulator flights. Applied Ergonomics, 42(2), 348-357.  
Giddens, C. L., Barron, K. W., Byrd-Craven, J., Clark, K. F., & Winter, A. S. (2013). Vocal Indices of Stress: A Review. Journal of Voice, 27(3), 390.e21-390.e29.

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents  
Accidents

## Individu

Charge cognitive  
Stress  
Fatigue

## Signal de parole

Fréquence  
Intensité  
Durée

Harmegnies, B., Landercy, A. (1992). A multivariate approach for the analysis of speech under cognitive stress in Speech processing in adverse condition, Cannes-Mandelieu.  
Harmegnies, B. (1992). Sources of variations in long term speech spectra: literature review. Canadian Acoustics, 20(2), 9-35.  
Bruyninckx, M., & Harmegnies, B. (1994). Evolution temporelle de la variabilité du spectre moyen à long terme. Le Journal de Physique IV, 4(C5), C5-521.  
Ruiz, R., Absil, E., Harmegnies, B., Legros, C., Poch, D. (1996). Time - and spectrum - related variabilities in stressed speech under laboratory and real conditions. Speech communication, pp 111-129.  
Huttunen, K., Keränen, H., Väyrynen, E., Pääkkönen, R., & Leino, T. (2011). Effect of cognitive load on speech prosody in aviation: Evidence from military simulator flights. Applied Ergonomics, 42(2), 348-357.  
Giddens, C. L., Barron, K. W., Byrd-Craven, J., Clark, K. F., & Winter, A. S. (2013). Vocal Indices of Stress: A Review. Journal of Voice, 27(3), 390.e21-390.e29.

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents  
Accidents

## Individu

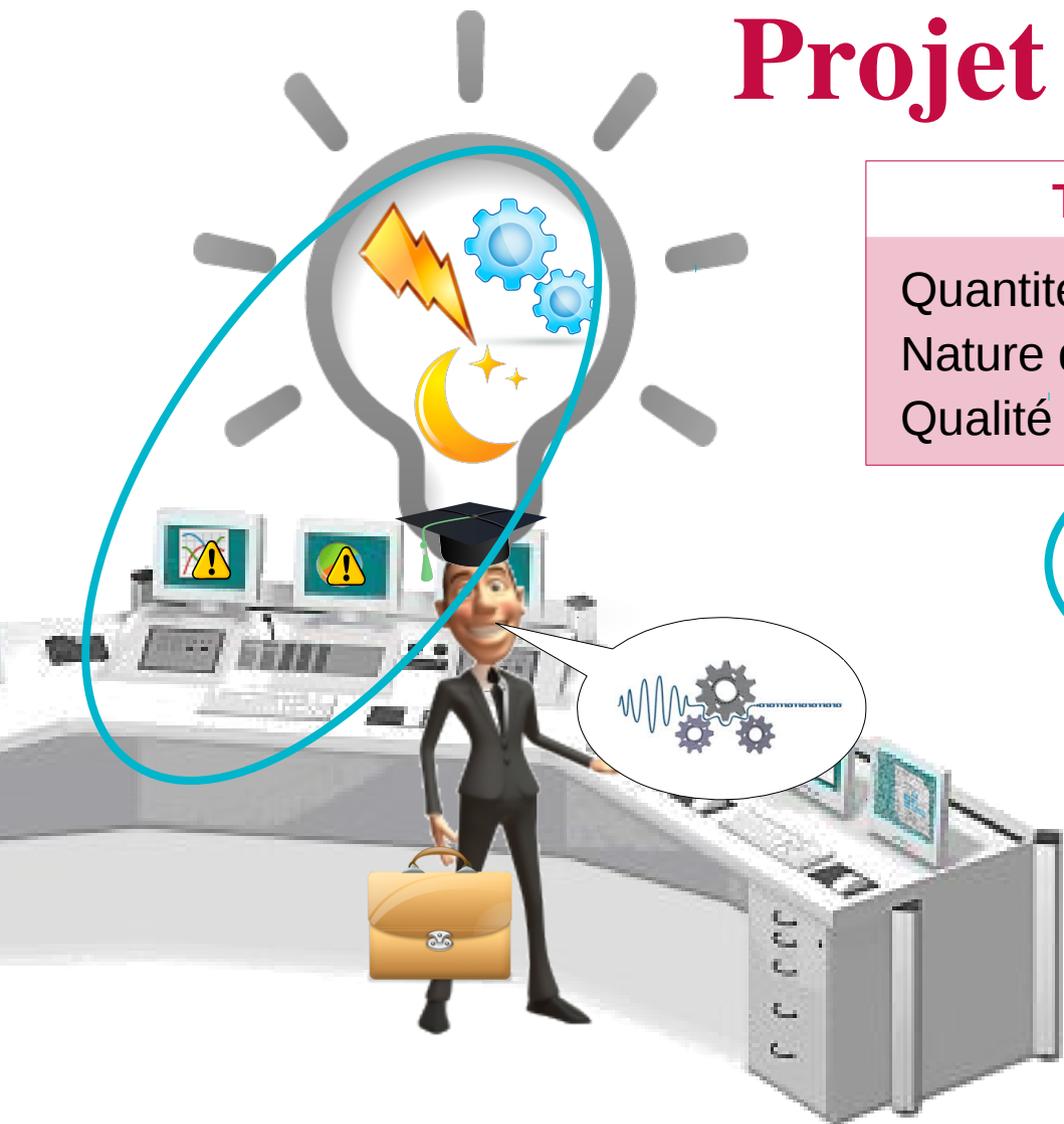
Charge cognitive  
Stress  
Fatigue

## Signal de parole

Fréquence  
Intensité  
Durée

Harmegnies, B., Landercy, A. (1992). A multivariate approach for the analysis of speech under cognitive stress in Speech processing in adverse condition, Cannes-Mandelieu.  
Harmegnies, B. (1992). Sources of variations in long term speech spectra: literature review. Canadian Acoustics, 20(2), 9-35.  
Bruyninckx, M., & Harmegnies, B. (1994). Evolution temporelle de la variabilité du spectre moyen à long terme. Le Journal de Physique IV, 4(C5), C5-521.  
Ruiz, R., Absil, E., Harmegnies, B., Legros, C., Poch, D. (1996). Time - and spectrum - related variabilities in stressed speech under laboratory and real conditions. Speech communication, pp 111-129.  
Huttunen, K., Keränen, H., Väyrynen, E., Pääkkönen, R., & Leino, T. (2011). Effect of cognitive load on speech prosody in aviation: Evidence from military simulator flights. Applied Ergonomics, 42(2), 348-357.  
Giddens, C. L., Barron, K. W., Byrd-Craven, J., Clark, K. F., & Winter, A. S. (2013). Vocal Indices of Stress: A Review. Journal of Voice, 27(3), 390.e21-390.e29.

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

## Environnement

Incidents  
Accidents

## Individu

Charge cognitive  
Stress  
Fatigue

## Signal de parole

Fréquence  
Intensité  
Durée

Harmegnies, B., Landercy, A. (1992). A multivariate approach for the analysis of speech under cognitive stress in Speech processing in adverse condition, Cannes-Mandelieu.  
Harmegnies, B. (1992). Sources of variations in long term speech spectra: literature review. Canadian Acoustics, 20(2), 9-35.  
Bruyninckx, M., & Harmegnies, B. (1994). Evolution temporelle de la variabilité du spectre moyen à long terme. Le Journal de Physique IV, 4(C5), C5-521.  
Ruiz, R., Absil, E., Harmegnies, B., Legros, C., Poch, D. (1996). Time - and spectrum - related variabilities in stressed speech under laboratory and real conditions. Speech communication, pp 111-129.  
Huttunen, K., Keränen, H., Väyrynen, E., Pääkkönen, R., & Leino, T. (2011). Effect of cognitive load on speech prosody in aviation: Evidence from military simulator flights. Applied Ergonomics, 42(2), 348-357.  
Giddens, C. L., Barron, K. W., Byrd-Craven, J., Clark, K. F., & Winter, A. S. (2013). Vocal Indices of Stress: A Review. Journal of Voice, 27(3), 390.e21-390.e29.

# Projet Biovoc



## Tâche

Quantité d'informations  
Nature des informations  
Qualité des informations

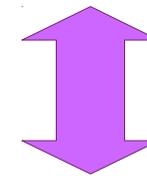
## Environnement

Incidents  
Accidents



## Individu

Charge cognitive  
Stress  
Fatigue



## Signal de parole

Fréquence  
Intensité  
Durée

Harmegnies, B., Landercy, A. (1992). A multivariate approach for the analysis of speech under cognitive stress in Speech processing in adverse condition, Cannes-Mandelieu.  
Harmegnies, B. (1992). Sources of variations in long term speech spectra: literature review. Canadian Acoustics, 20(2), 9-35.  
Bruyninckx, M., & Harmegnies, B. (1994). Evolution temporelle de la variabilité du spectre moyen à long terme. Le Journal de Physique IV, 4(C5), C5-521.  
Ruiz, R., Absil, E., Harmegnies, B., Legros, C., Poch, D. (1996). Time - and spectrum - related variabilities in stressed speech under laboratory and real conditions. Speech communication, pp 111-129.  
Huttunen, K., Keränen, H., Väyrynen, E., Pääkkönen, R., & Leino, T. (2011). Effect of cognitive load on speech prosody in aviation: Evidence from military simulator flights. Applied Ergonomics, 42(2), 348-357.  
Giddens, C. L., Barron, K. W., Byrd-Craven, J., Clark, K. F., & Winter, A. S. (2013). Vocal Indices of Stress: A Review. Journal of Voice, 27(3), 390.e21-390.e29.

# Méthodologie : sujets



# Méthodologie : sujets

	<b>Sujet 1</b>	<b>Sujet 2</b>	<b>Sujet 3</b>
<b>Âge</b>	27 ans	25 ans	27 ans
<b>Formation initiale</b>	cadre auxiliaire BAC	cadre auxiliaire BAC	cadre de carrière BAC +5
<b>Niveau de qualification</b>	formation basique au combat	formation au combat terminée aucune mission	formation basique au combat
<b>Nombre d'heures de vol sur F-16</b>	150	350	200
<b>Grade</b>	capitaine	sous-lieutenant	capitaine
<b>Niveau d'anxiété STAI-Y Trait</b>	moyen	moyen	moyen
<b>Stratégies de coping</b>	Tâche : 53 Emotivité : 49 Evitement : 45 Distraction : 57 Diversion : 36	Tâche : 53 Emotivité : 49 Evitement : 33 Distraction : 39 Diversion : 33	Tâche : 61 Emotivité : 50 Evitement : 51 Distraction : 49 Diversion : 53

# Méthodologie : sujets

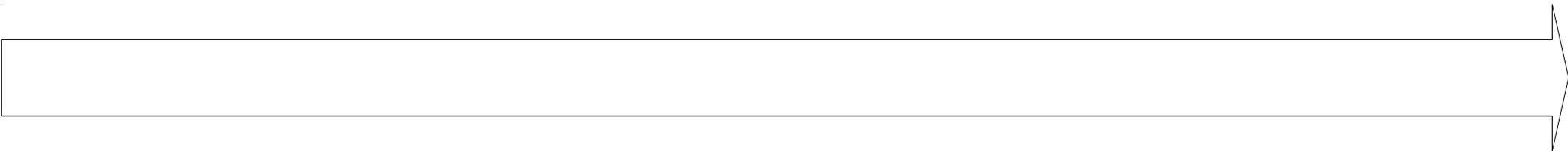
	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3
<b>Âge</b>	27 ans	25 ans	27 ans
<b>Formation initiale</b>	cadre auxiliaire BAC	cadre auxiliaire BAC	cadre de carrière BAC +5
<b>Niveau de qualification</b>	formation basique au combat	formation au combat terminée aucune mission	formation basique au combat
<b>Nombre d'heures de vol sur F-16</b>	150	350	200
<b>Grade</b>	capitaine	sous-lieutenant	capitaine
<b>Niveau d'anxiété STAI-Y Trait</b>	moyen	moyen	moyen
<b>Stratégies de coping</b>	Tâche : 53 Emotivité : 49 Evitement : 45 Distraction : 57 Diversion : 36	Tâche : 53 Emotivité : 49 Evitement : 33 Distraction : 39 Diversion : 33	Tâche : 61 Emotivité : 50 Evitement : 51 Distraction : 49 Diversion : 53

# Méthodologie : sujets

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3
<b>Âge</b>	27 ans	25 ans	27 ans
<b>Formation initiale</b>	cadre auxiliaire BAC	cadre auxiliaire BAC	cadre de carrière BAC +5
<b>Niveau de qualification</b>	formation basique au combat	formation au combat terminée aucune mission	formation basique au combat
<b>Nombre d'heures de vol sur F-16</b>	150	350	200
<b>Grade</b>	capitaine	sous-lieutenant	capitaine
<b>Niveau d'anxiété STAI-Y Trait</b>	moyen	moyen	moyen
<b>Stratégies de coping</b>	Tâche : 53 Emotivité : 49 Evitement : 45 Distraction : 57 Diversión : 36	Tâche : 53 Emotivité : 49 Evitement : 33 Distraction : 39 Diversión : 33	Tâche : 61 Emotivité : 50 Evitement : 51 Distraction : 49 Diversión : 53

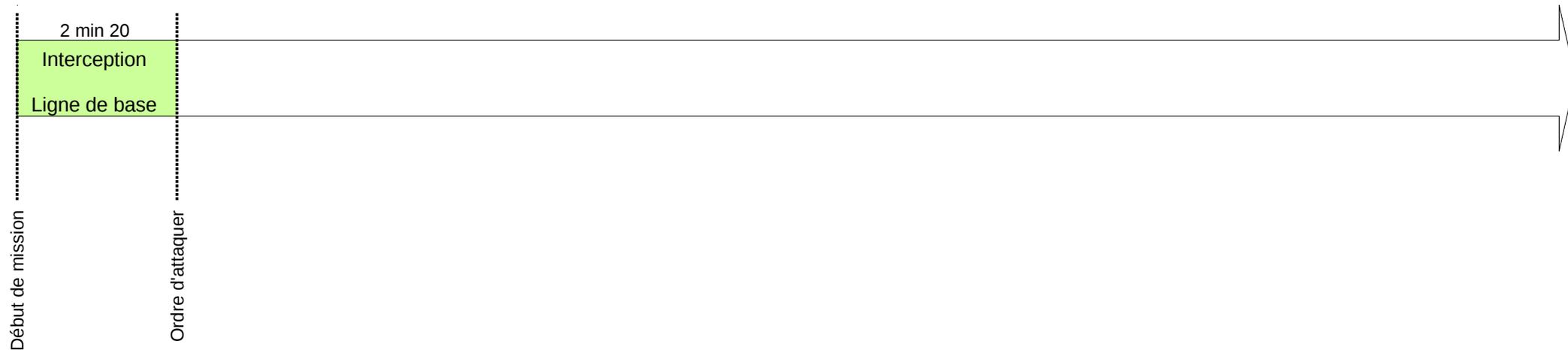
# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



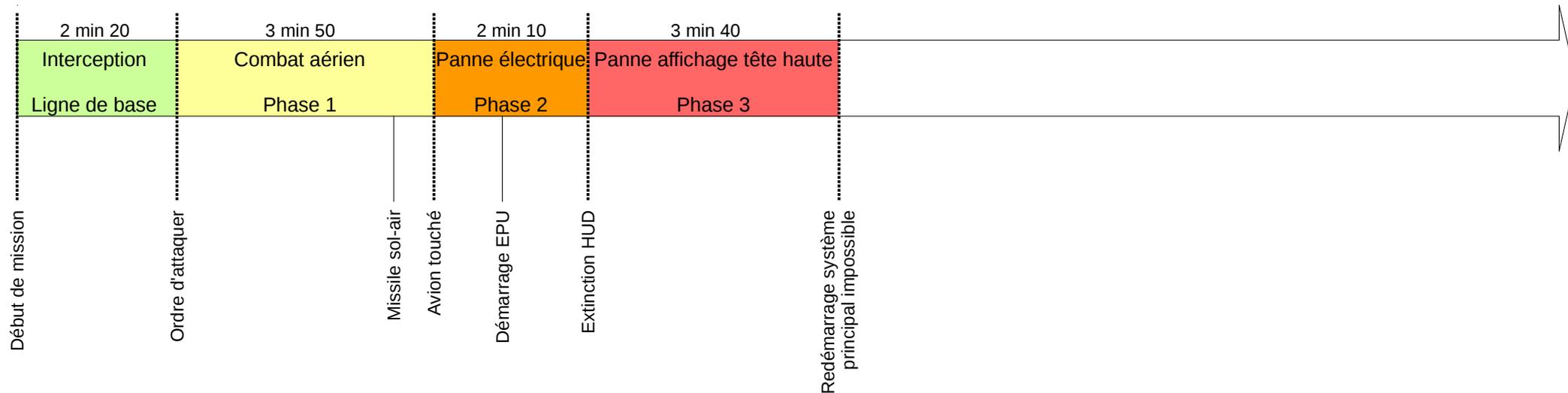
# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



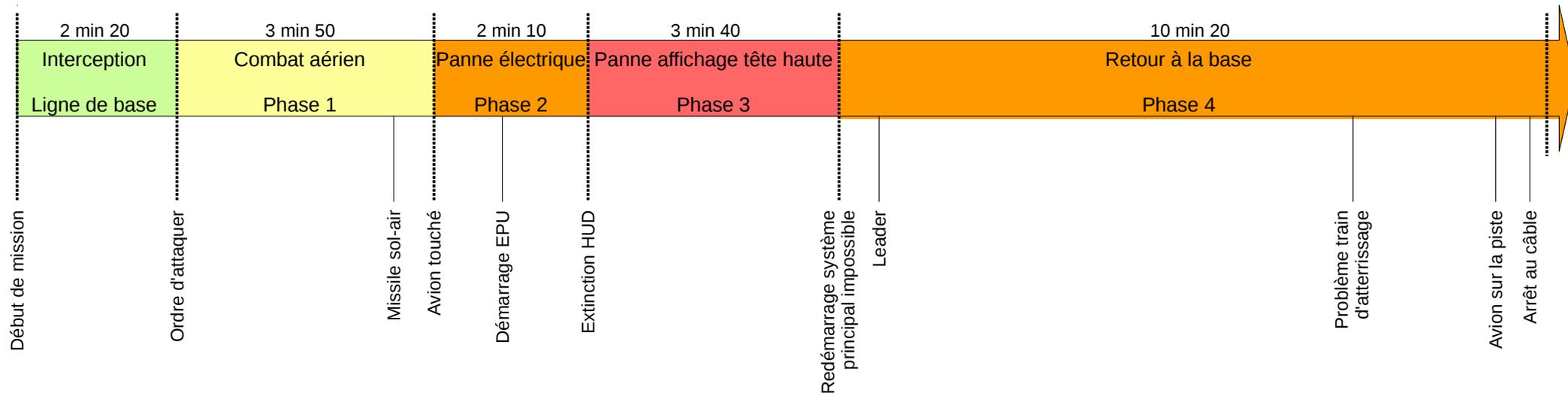
# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



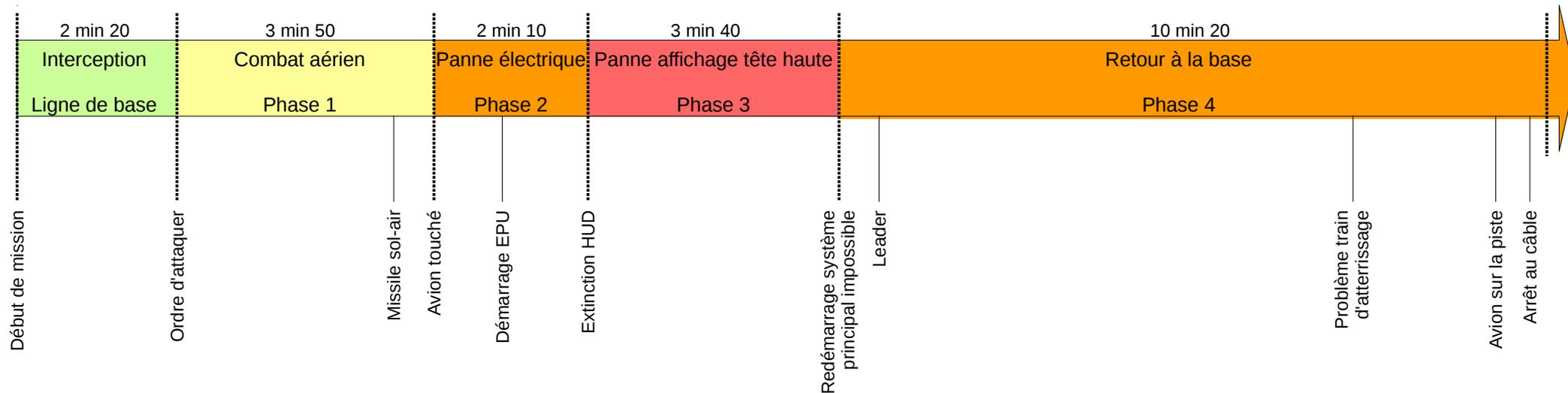
# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)

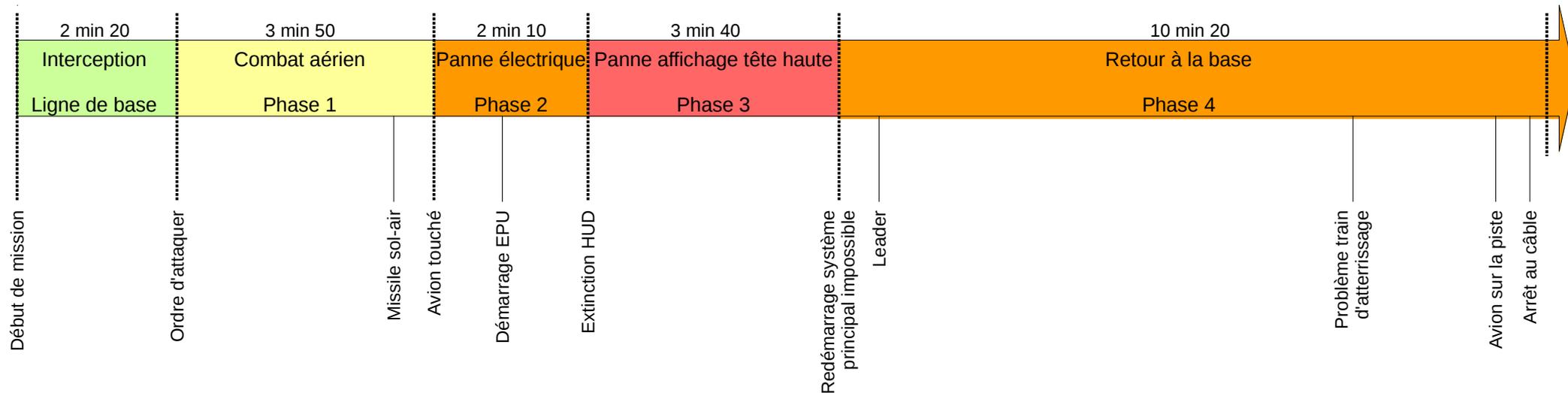


**VI : complexité de la tâche**  
**⇒ stress induit par la charge cognitive**

- nombre et qualité des informations
- nombre et importance des décisions

# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



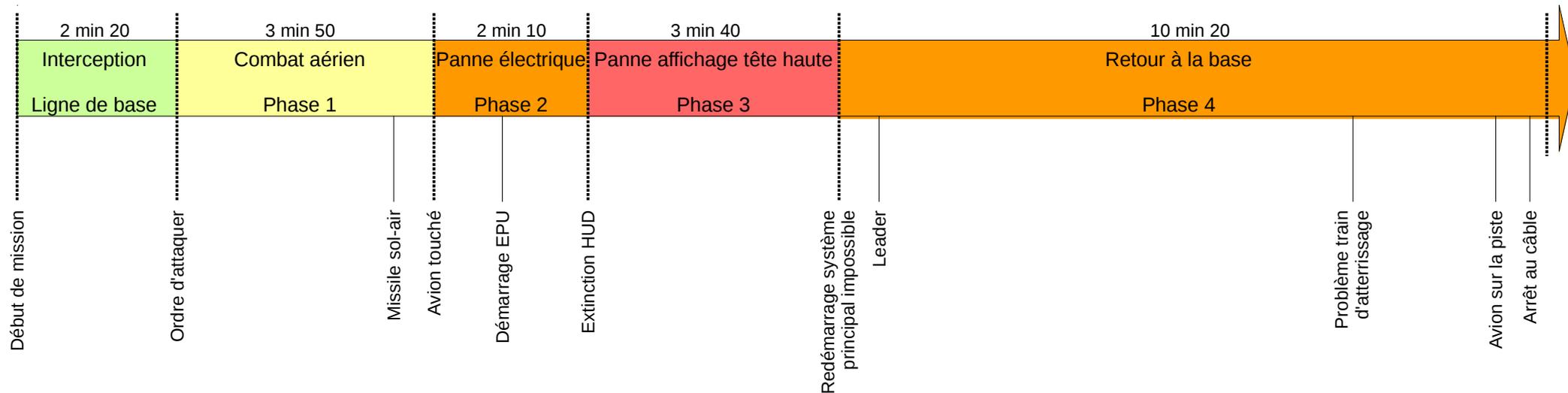
## VI : complexité de la tâche ⇒ stress induit par la charge cognitive

- nombre et qualité des informations
- nombre et importance des décisions

Conscience de la situation (Endsley, 1995)  
Charge informationnelle (Huttunen et al., 2011)  
Charge décisionnelle (Huttunen et al., 2011)

# Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



## VI : complexité de la tâche ⇒ stress induit par la charge cognitive

- nombre et qualité des informations
- nombre et importance des décisions

Conscience de la situation (Endsley, 1995)  
Charge informationnelle (Huttunen et al., 2011)  
Charge décisionnelle (Huttunen et al., 2011)

## VD

- F0
- Anxiété état
- Auto-évaluation du stress ressenti
- Hétéro-évaluation de la charge cognitive

# Valeur harmonique

F0 → Valeur Harmonique

# Valeur harmonique

**F0** → Valeur Harmonique

Relation harmonique entre deux valeurs  
indépendamment de la fréquence de départ

# Valeur harmonique

F0 → Valeur Harmonique

Relation harmonique entre deux valeurs  
indépendamment de la fréquence de départ

$$VH = \log_2 \left( \frac{f}{r} \right)$$

# Valeur harmonique

F0 → Valeur Harmonique

Relation harmonique entre deux valeurs  
indépendamment de la fréquence de départ

$$VH = \log_2 \left( \frac{f}{r} \right)$$

**Normalisation des données**

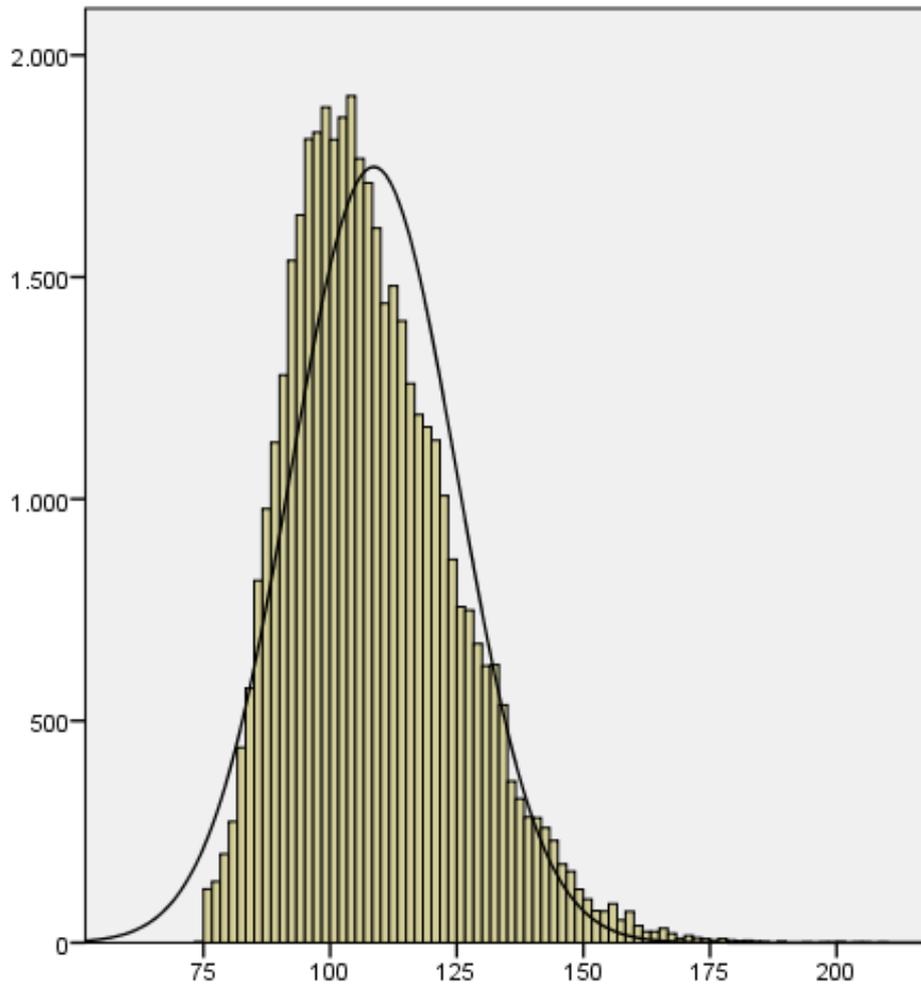
# Valeur harmonique

F0 → Valeur Harmonique

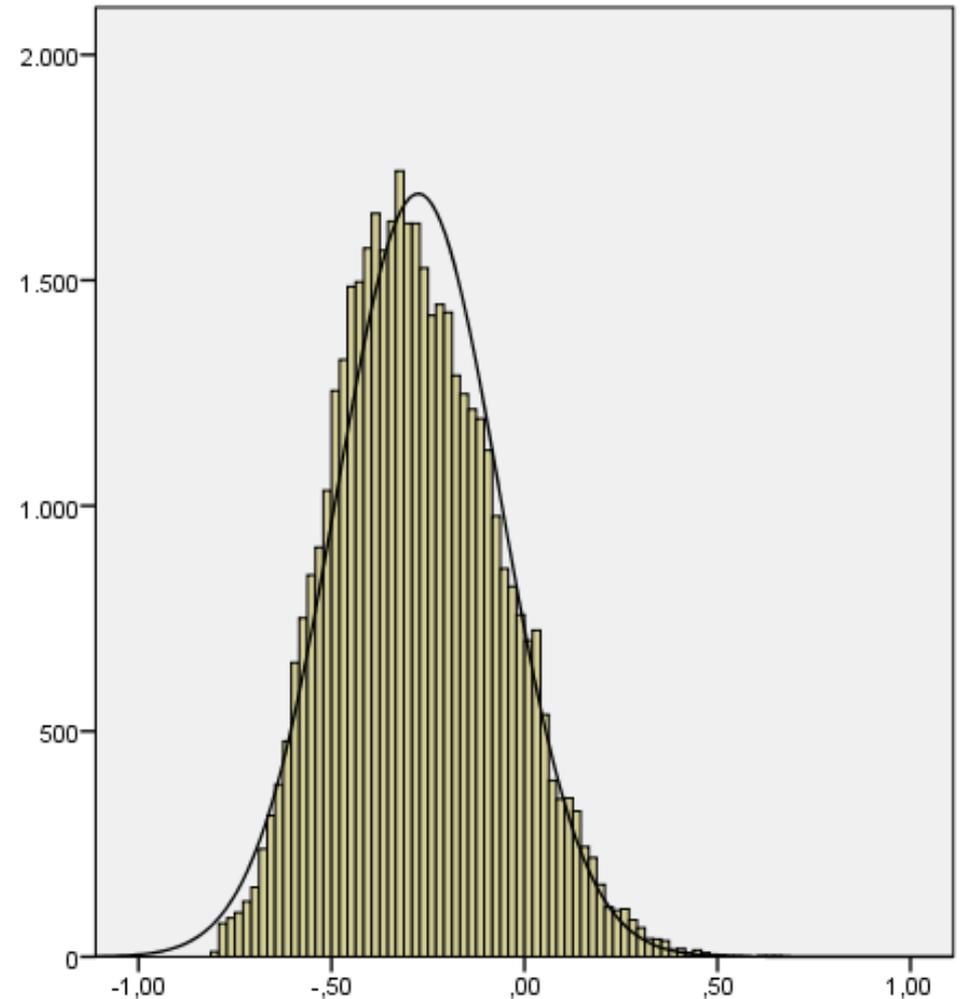
Relation harmonique entre deux valeurs indépendamment de la fréquence de départ

$$VH = \log_2 \left( \frac{f}{r} \right)$$

## Normalisation des données



F0, asymétrie : .735

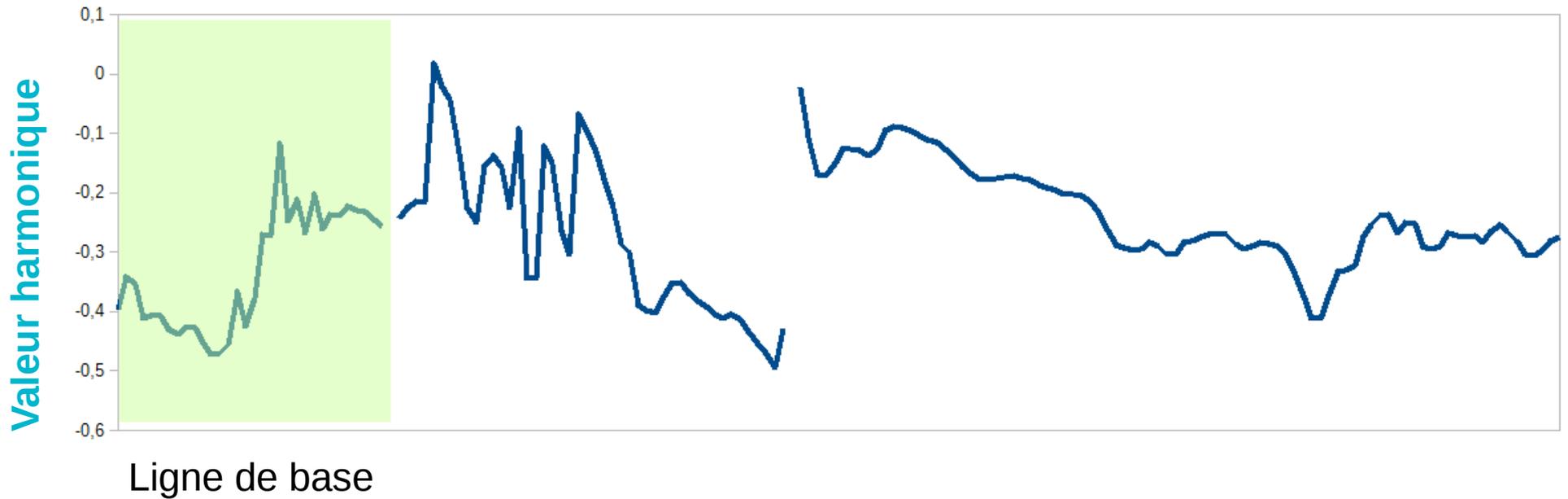


VH, asymétrie : .325

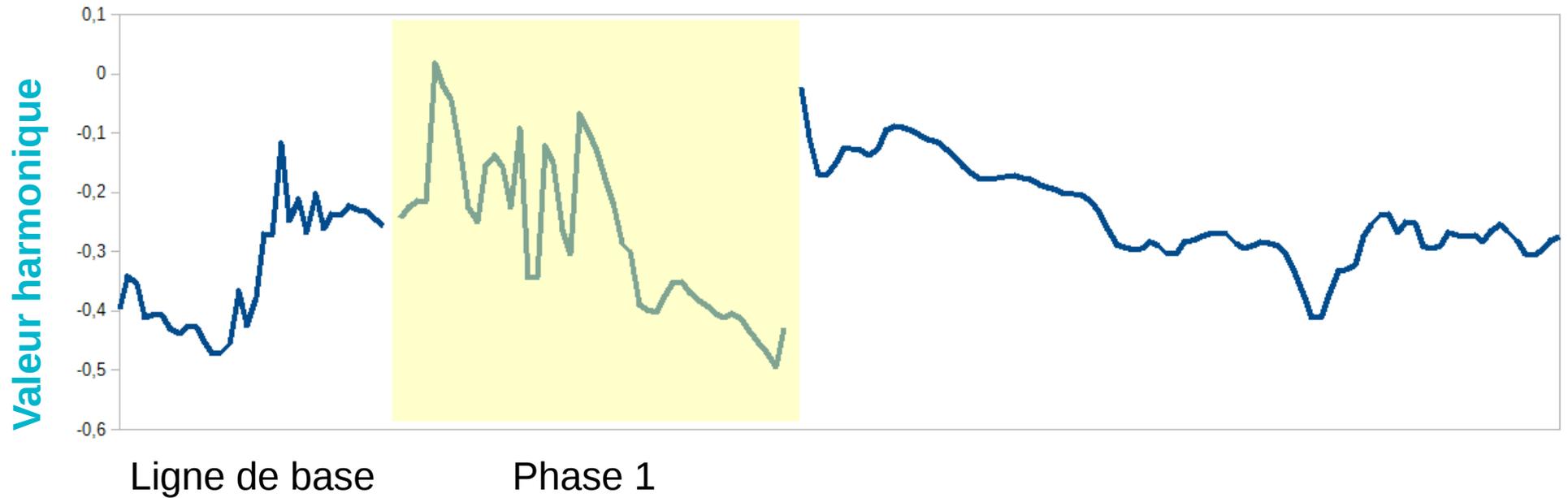
# Ecart mélodique



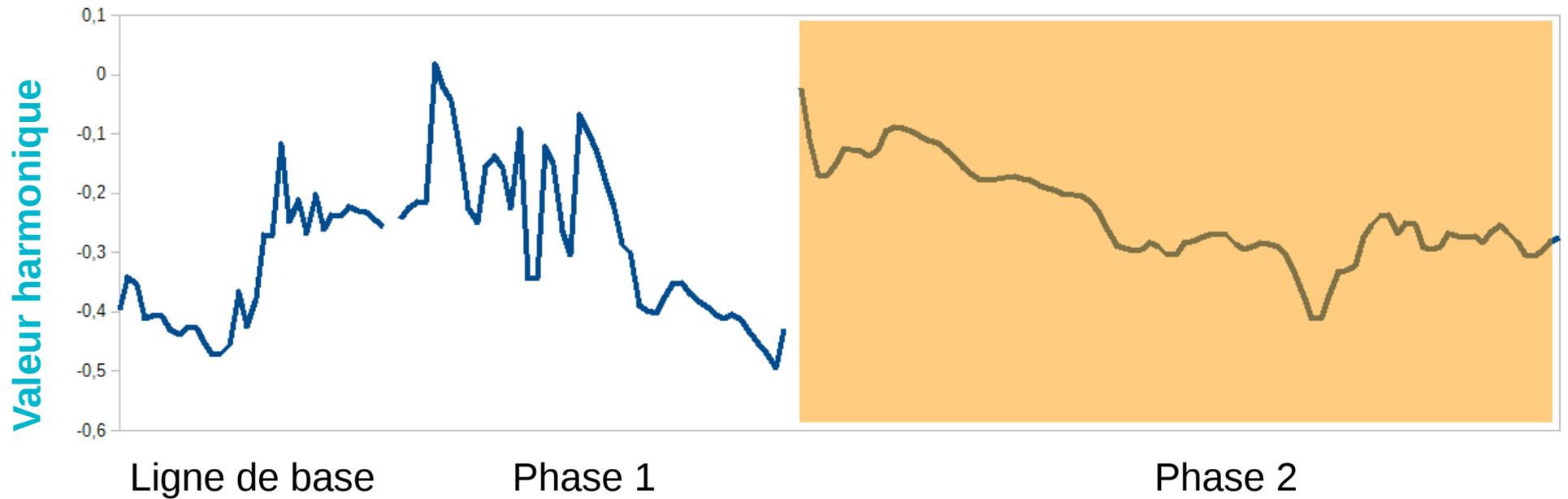
# Ecart mélodique



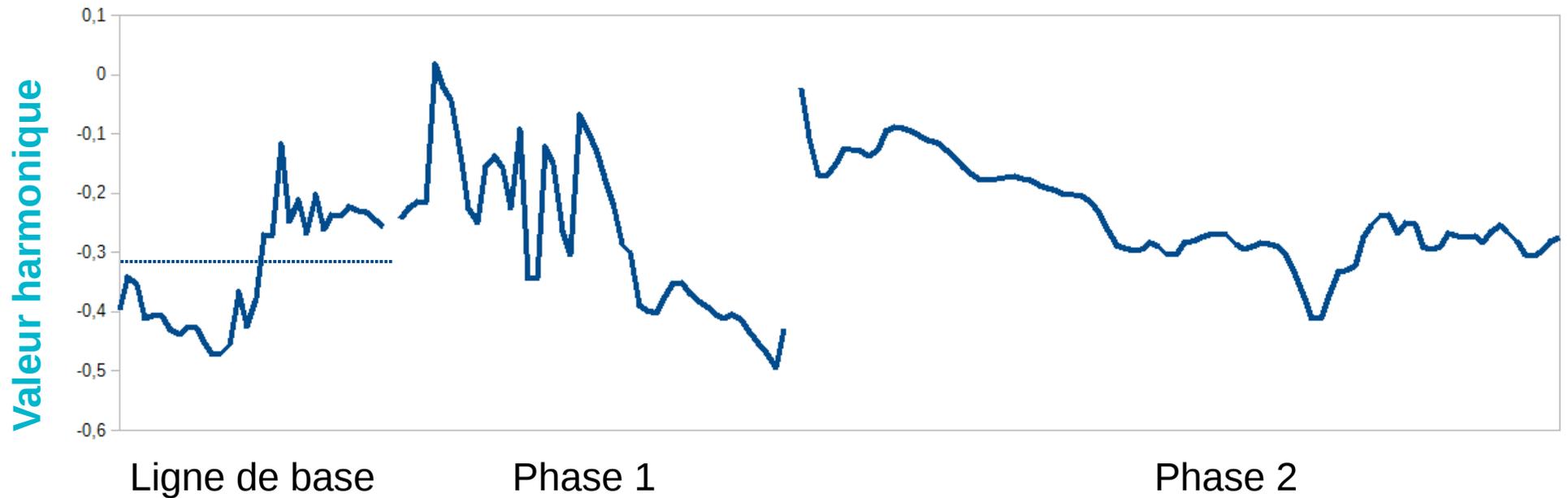
# Ecart mélodique



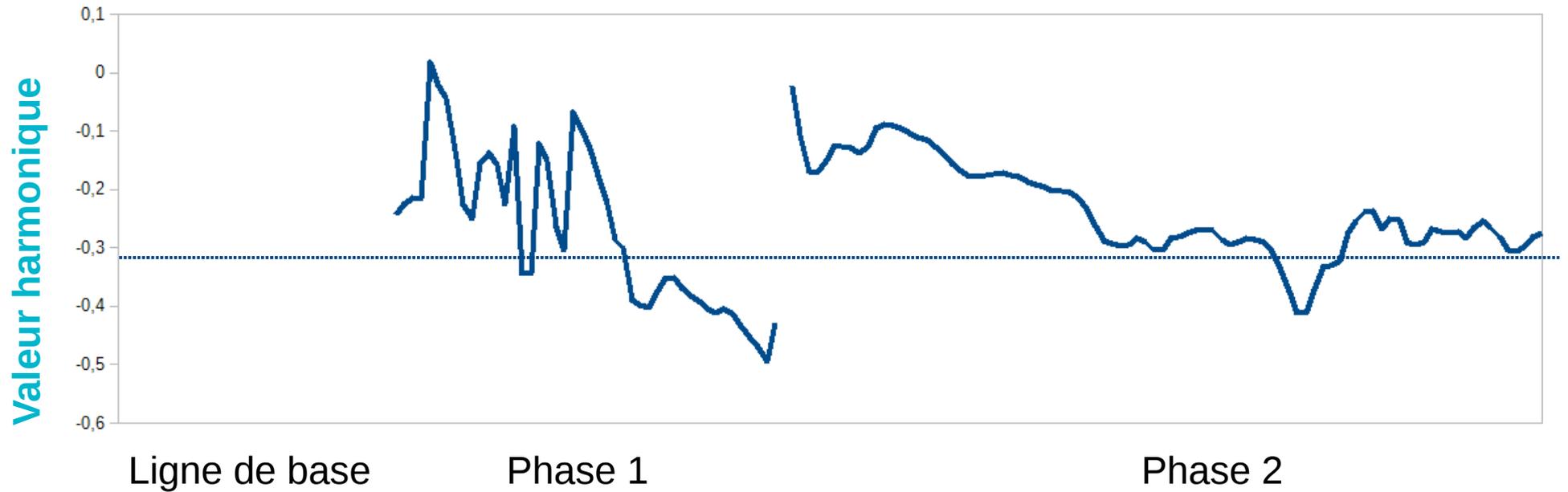
# Ecart mélodique



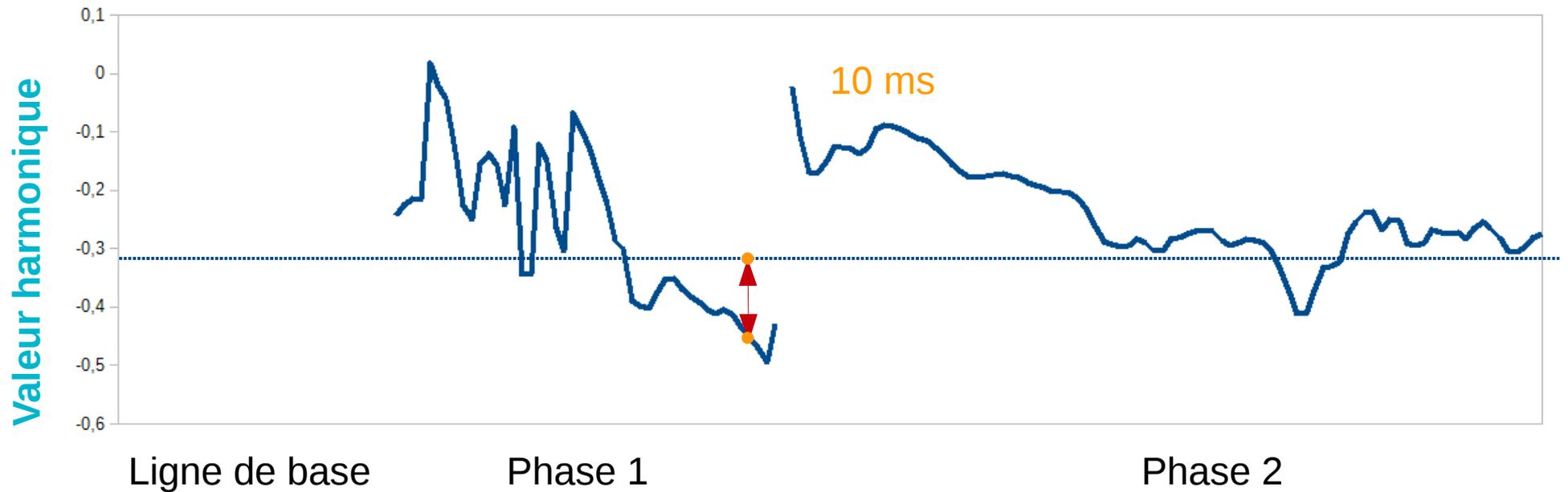
# Ecart mélodique



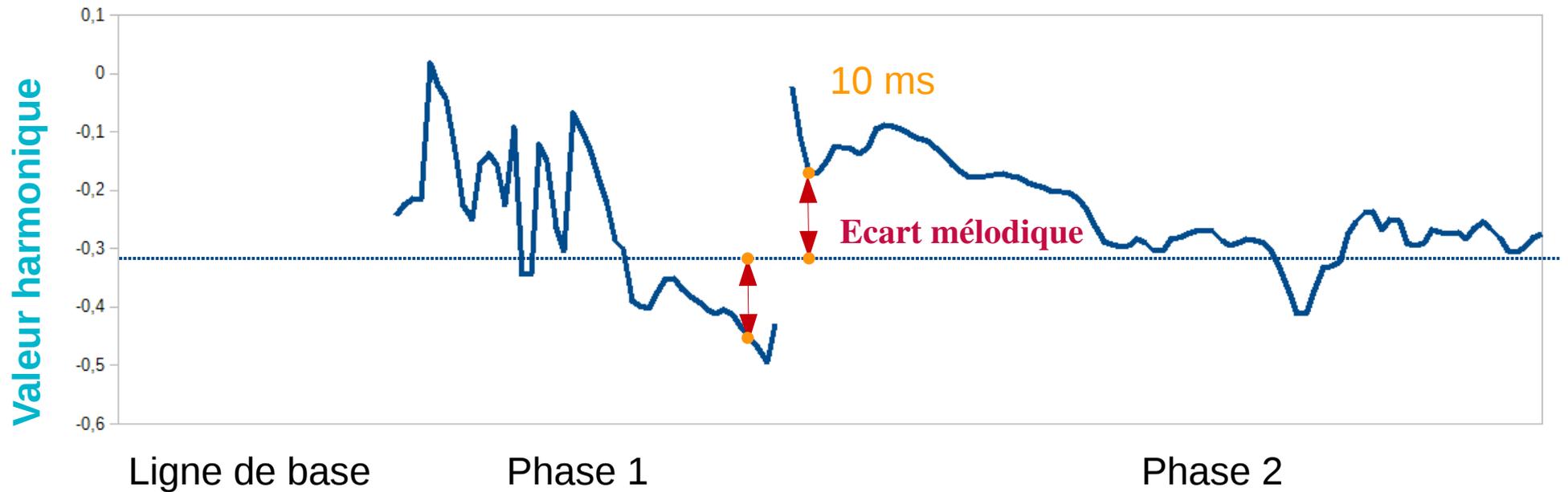
# Ecart mélodique



# Ecart mélodique

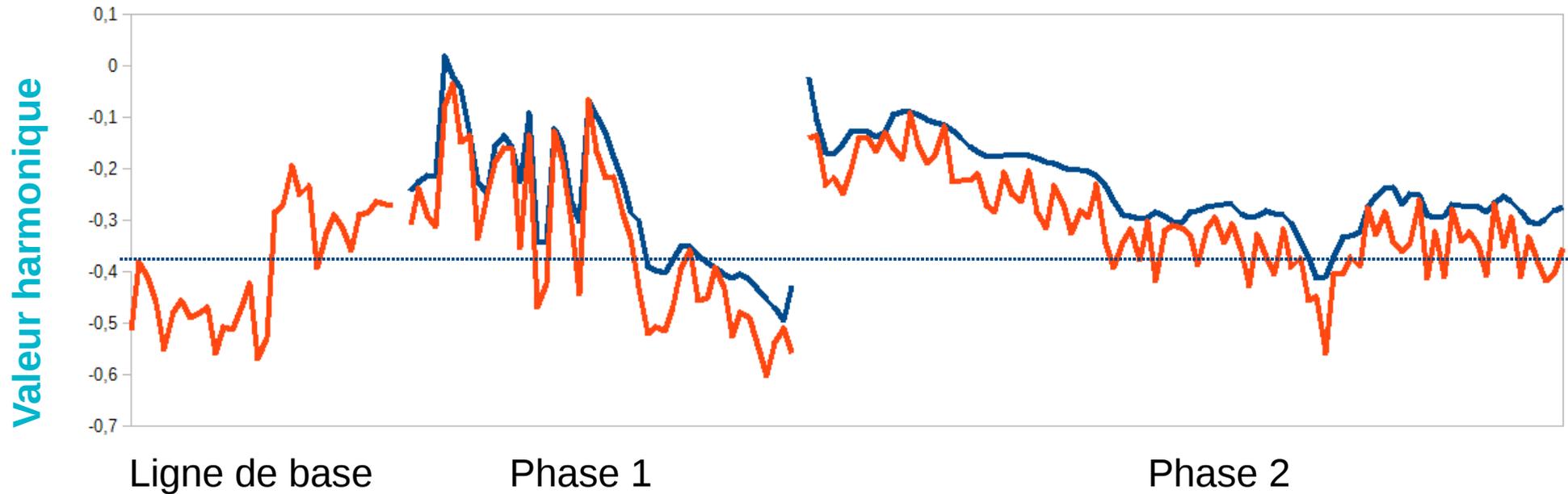


# Ecart mélodique



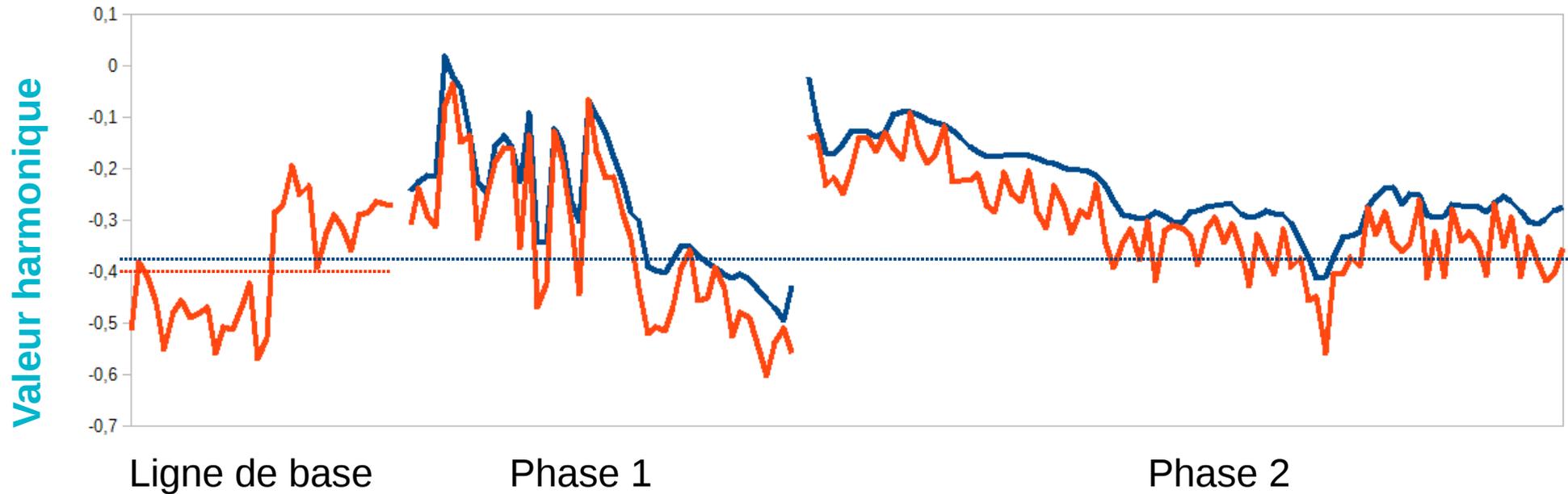
$$EM = VH - \overline{VH}_{(ligne\ base)}$$

# Ecart mélodique



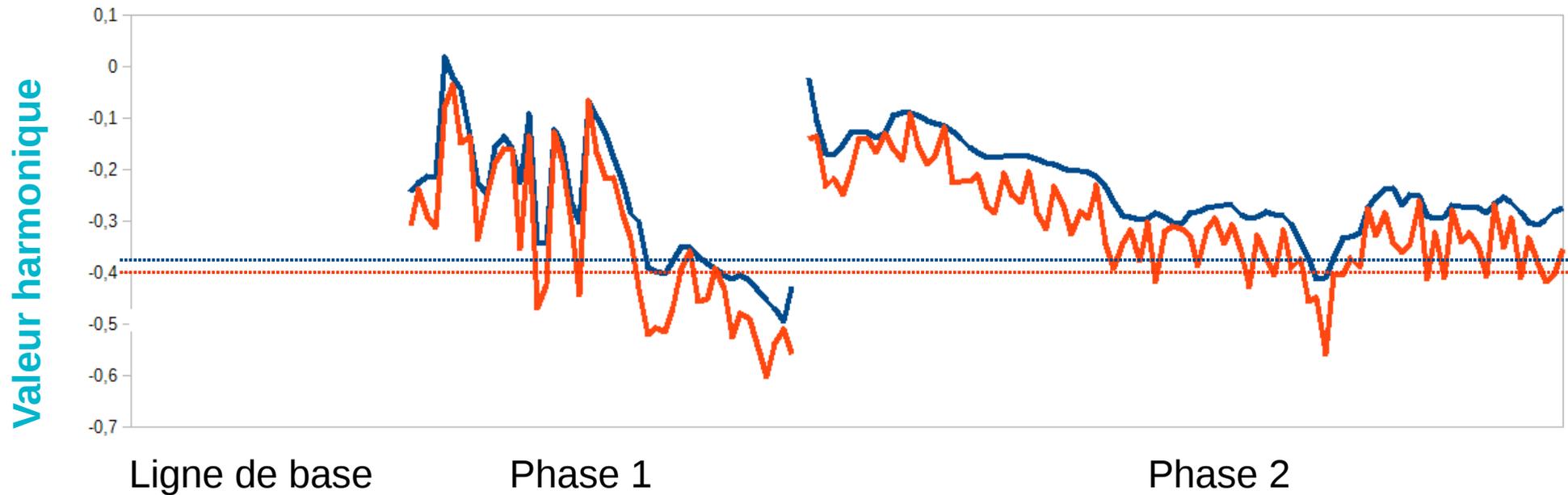
$$EM = VH - \overline{VH}_{\text{(ligne base)}}$$

# Ecart mélodique



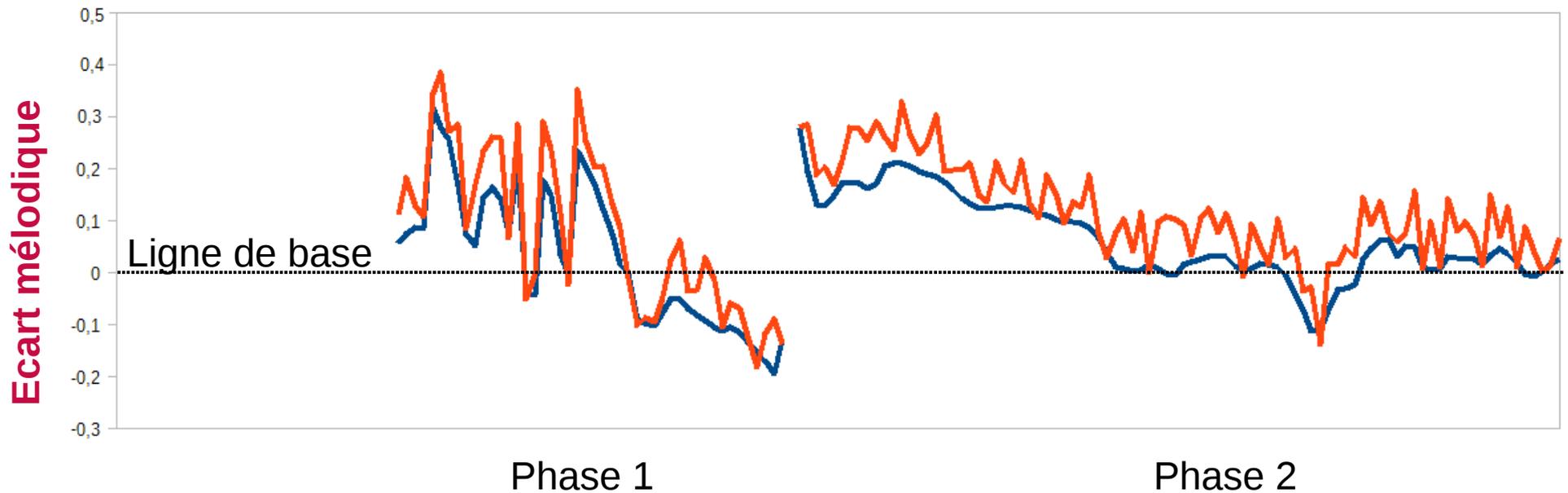
$$EM = VH - \overline{VH}_{\text{(ligne base)}}$$

# Ecart mélodique



$$EM = VH - \overline{VH}_{\text{(ligne base)}}$$

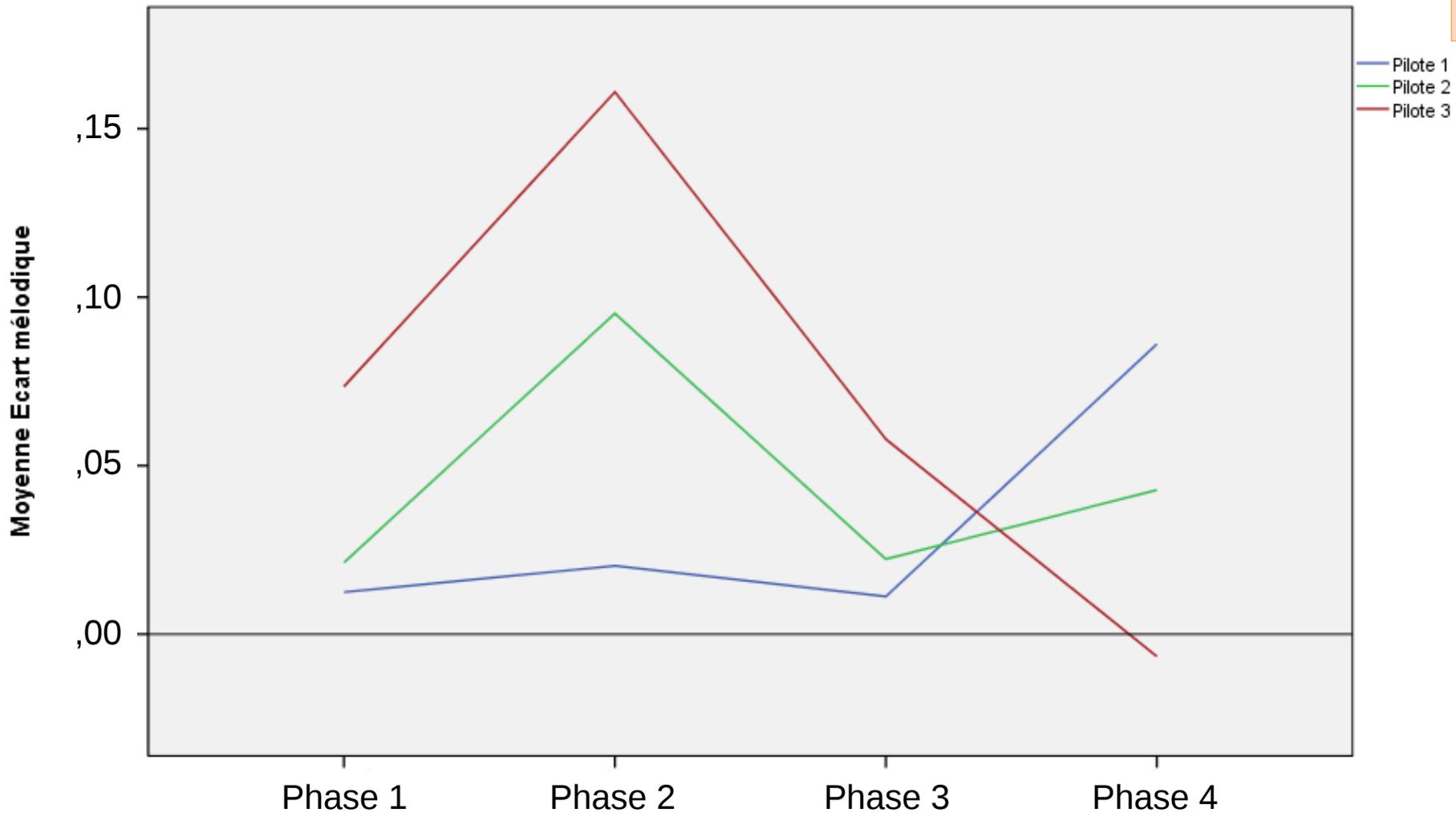
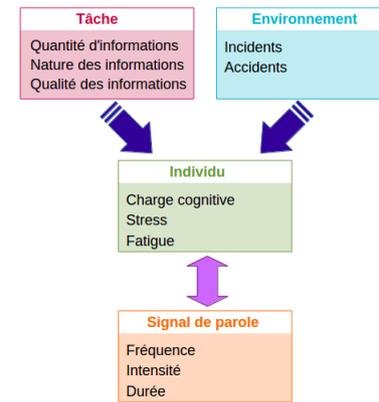
# Ecart mélodique



$$EM = VH - \overline{VH}_{\text{(ligne base)}}$$

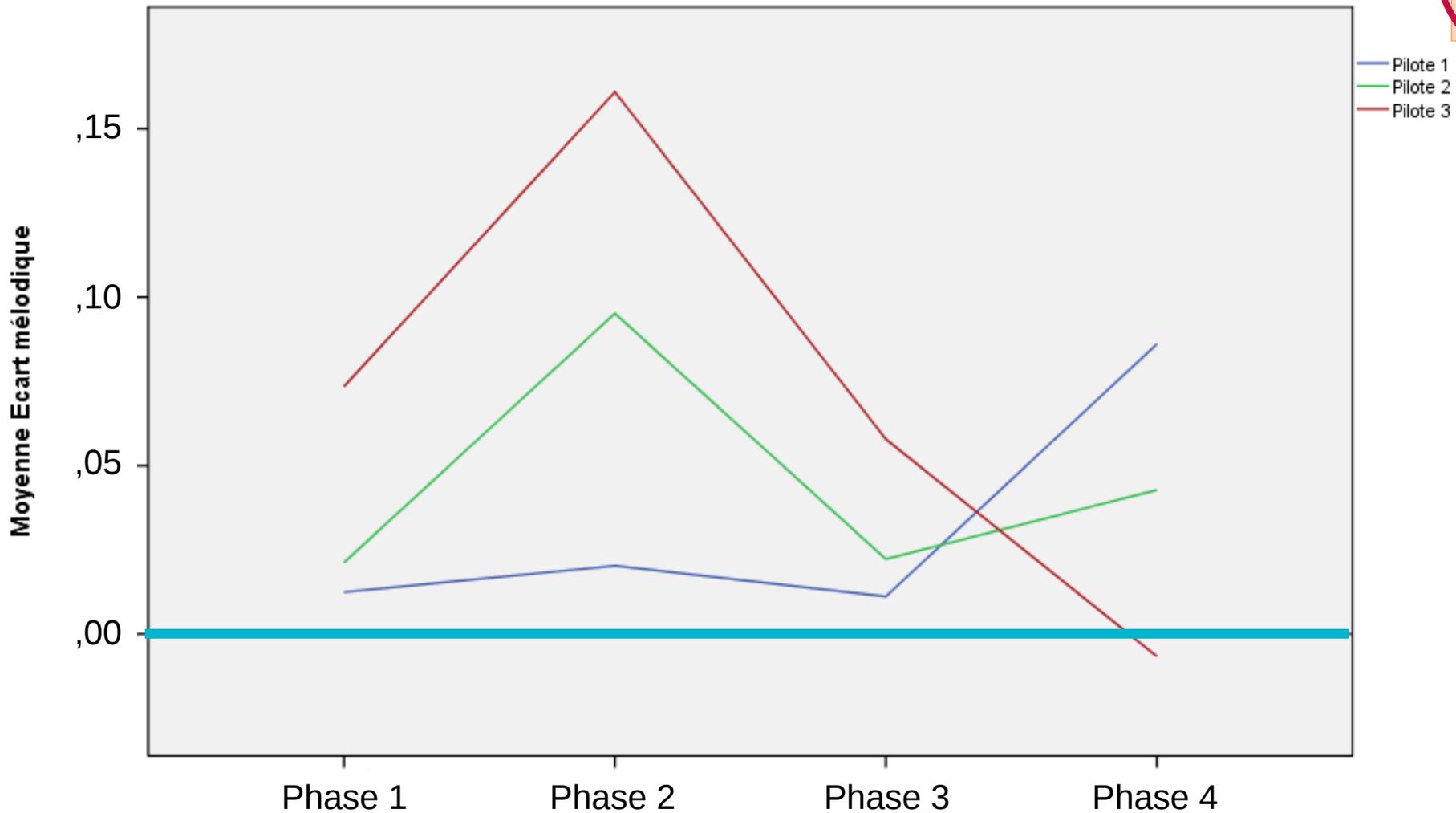
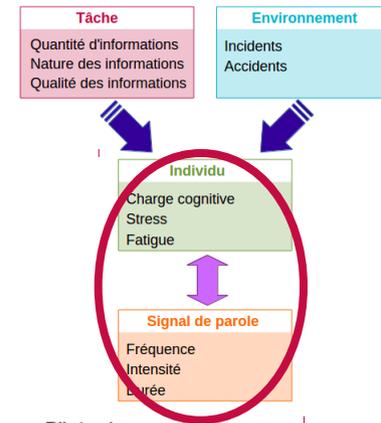
# Résultats

Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)



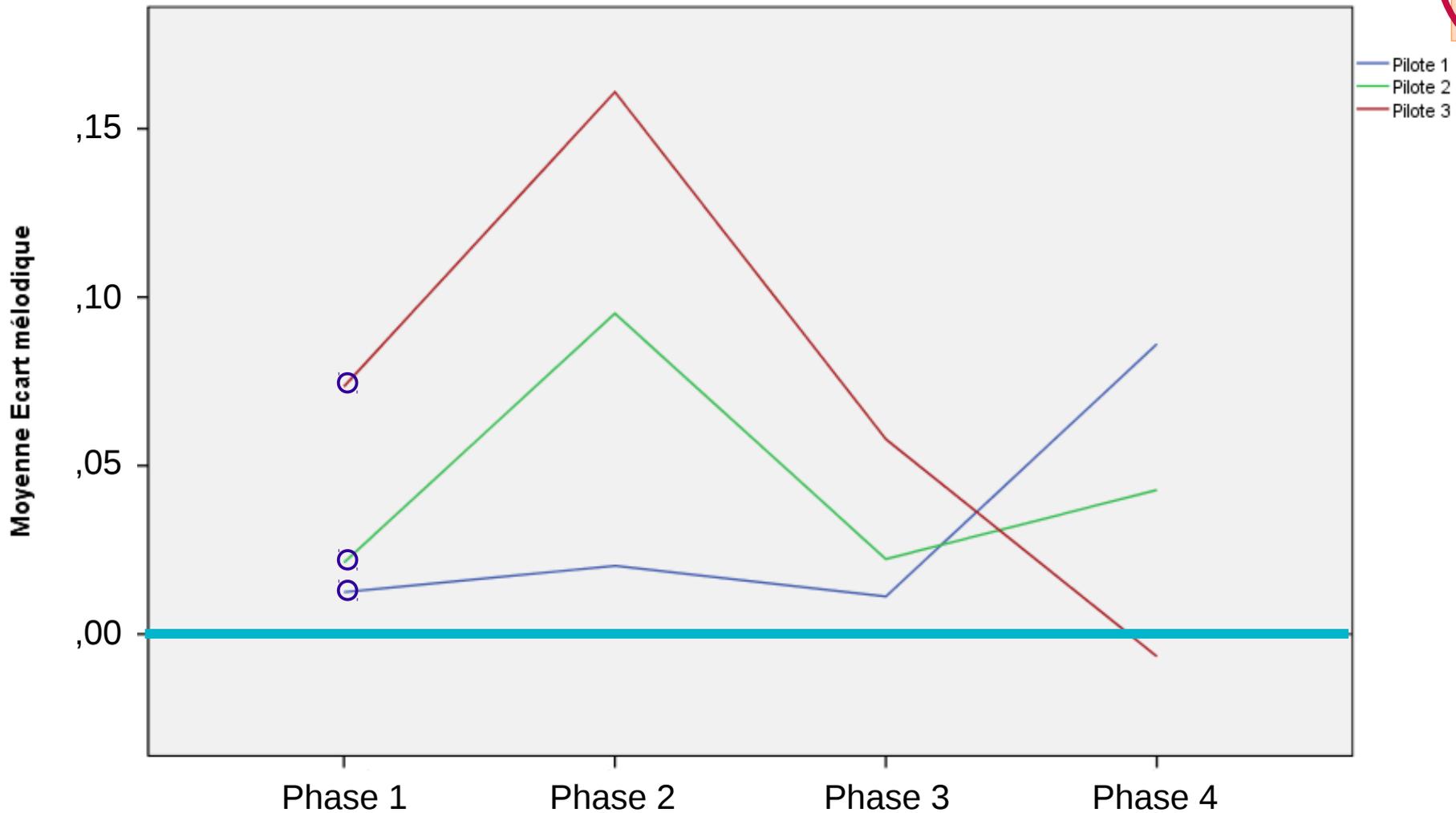
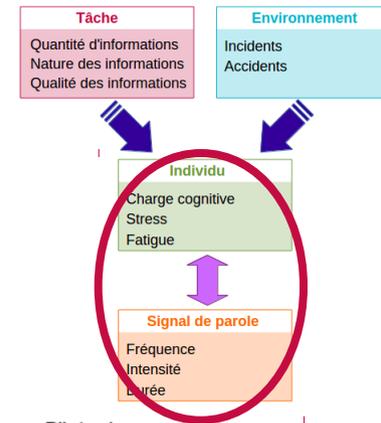
# Résultats

Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)



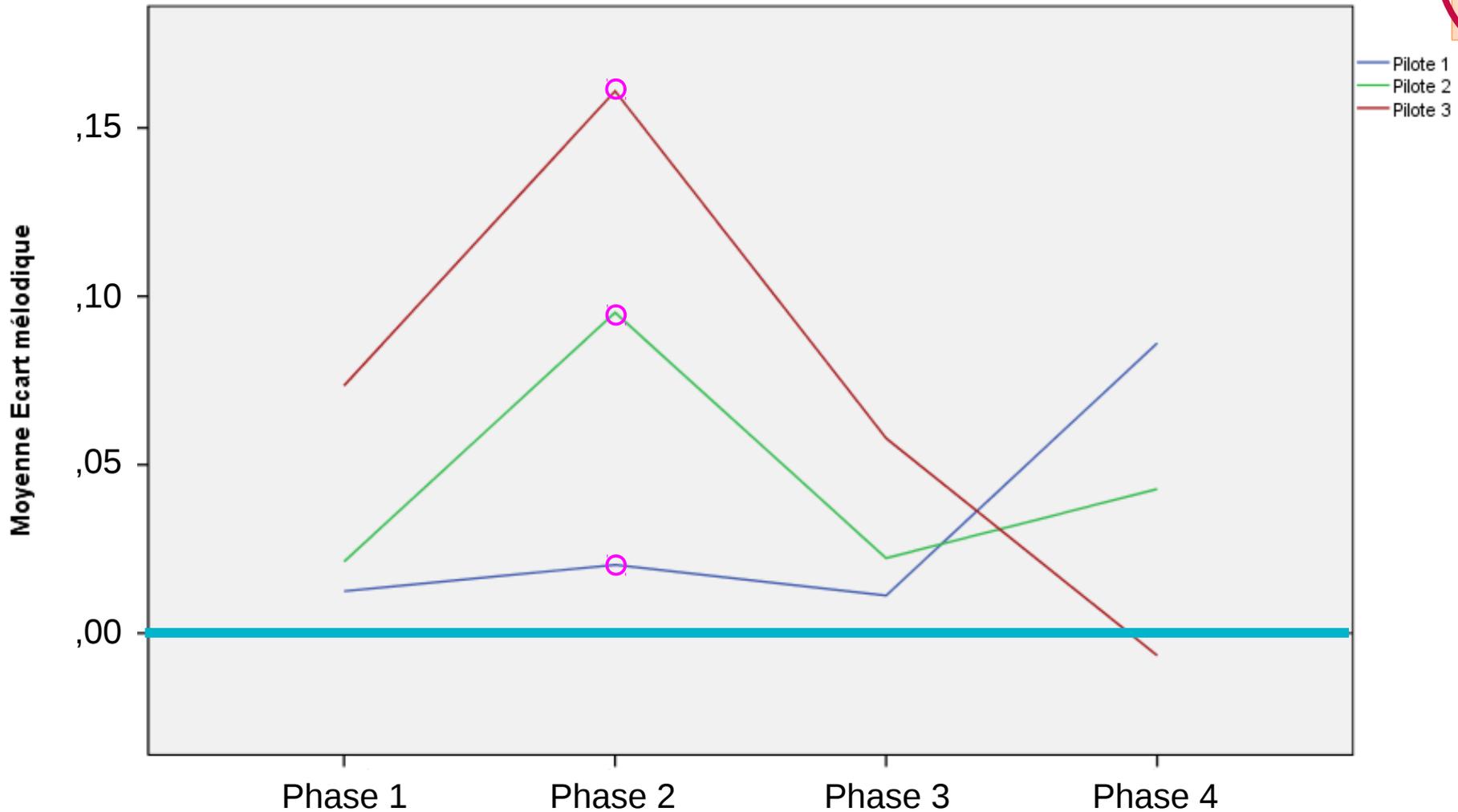
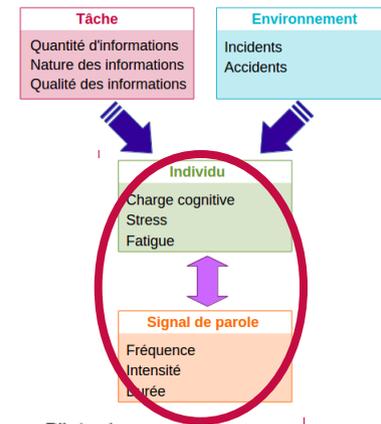
# Résultats

Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)



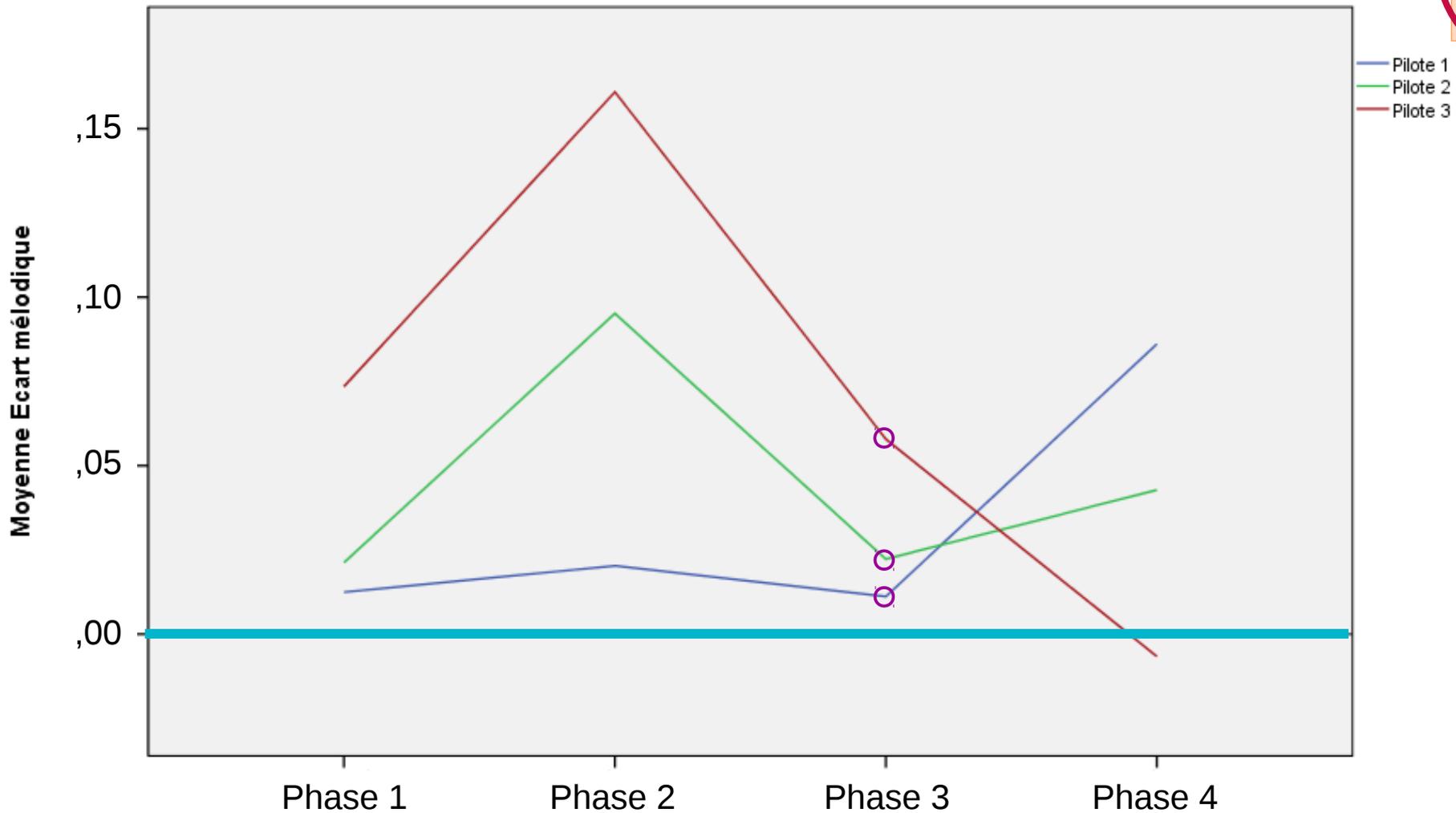
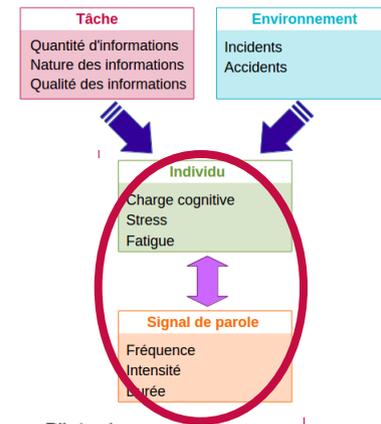
# Résultats

Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)



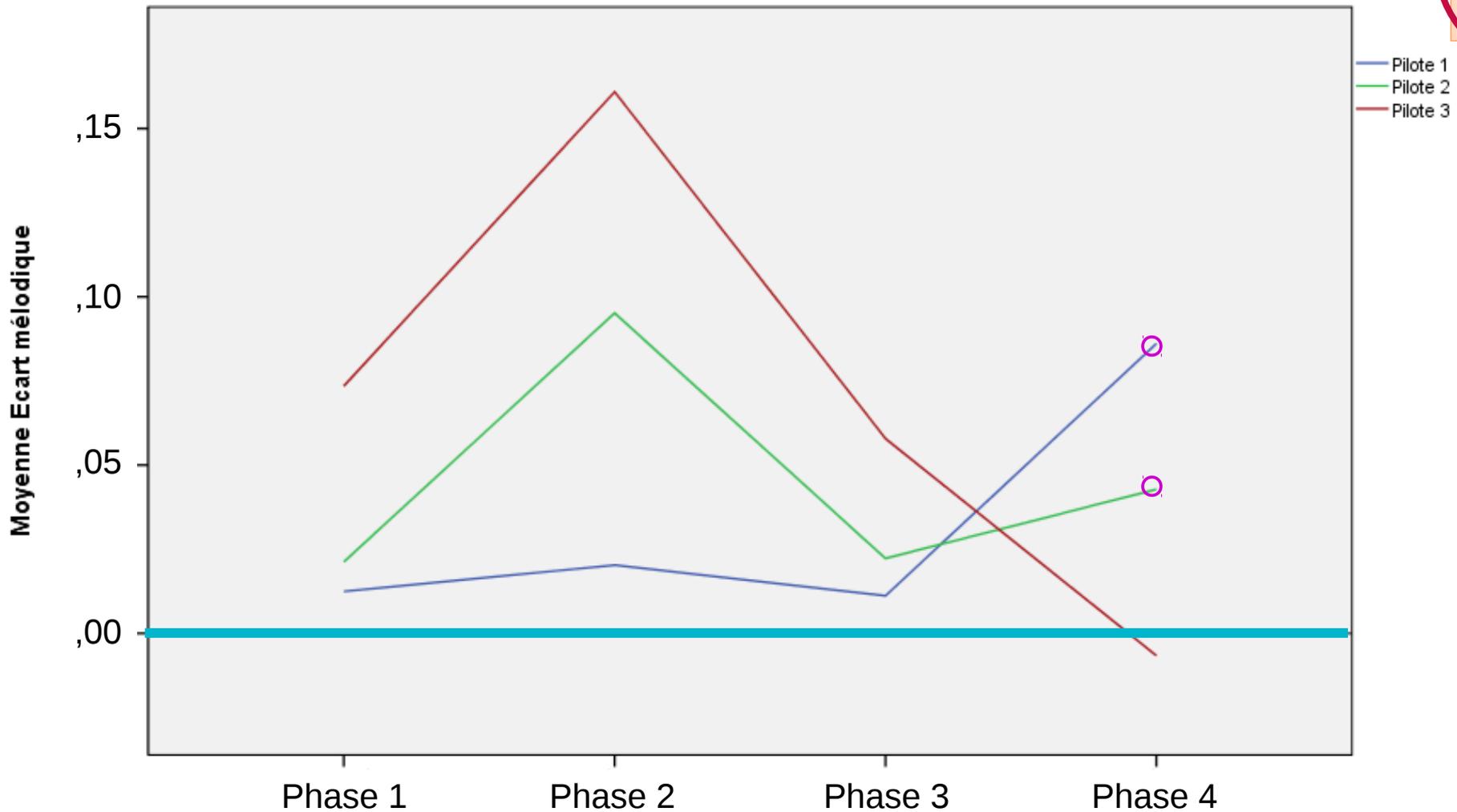
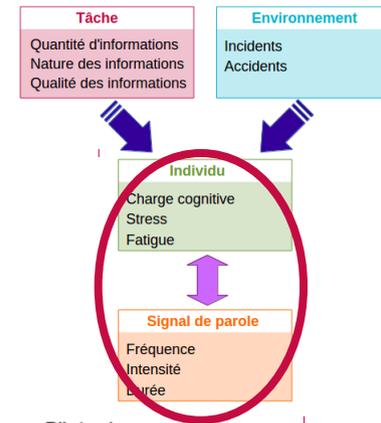
# Résultats

Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)



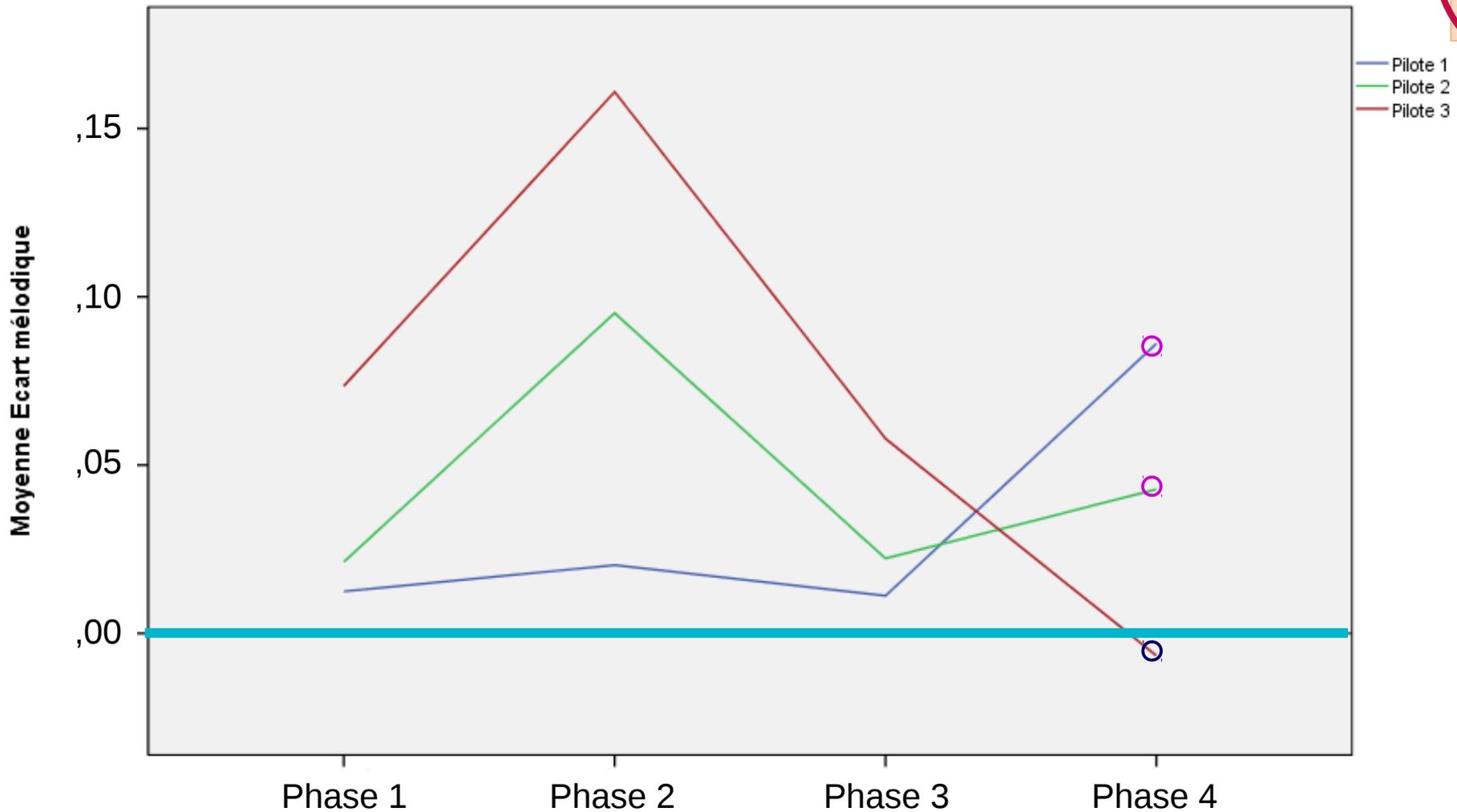
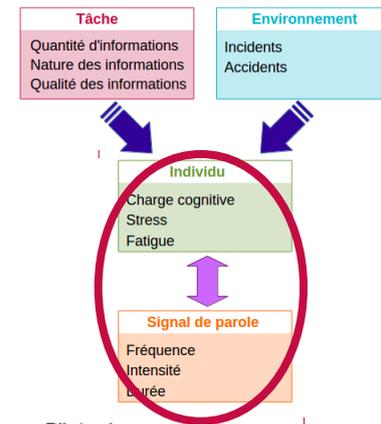
# Résultats

Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)

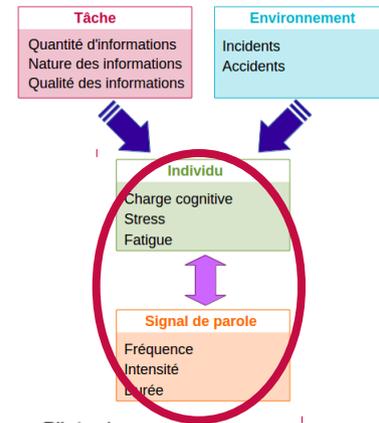


# Résultats

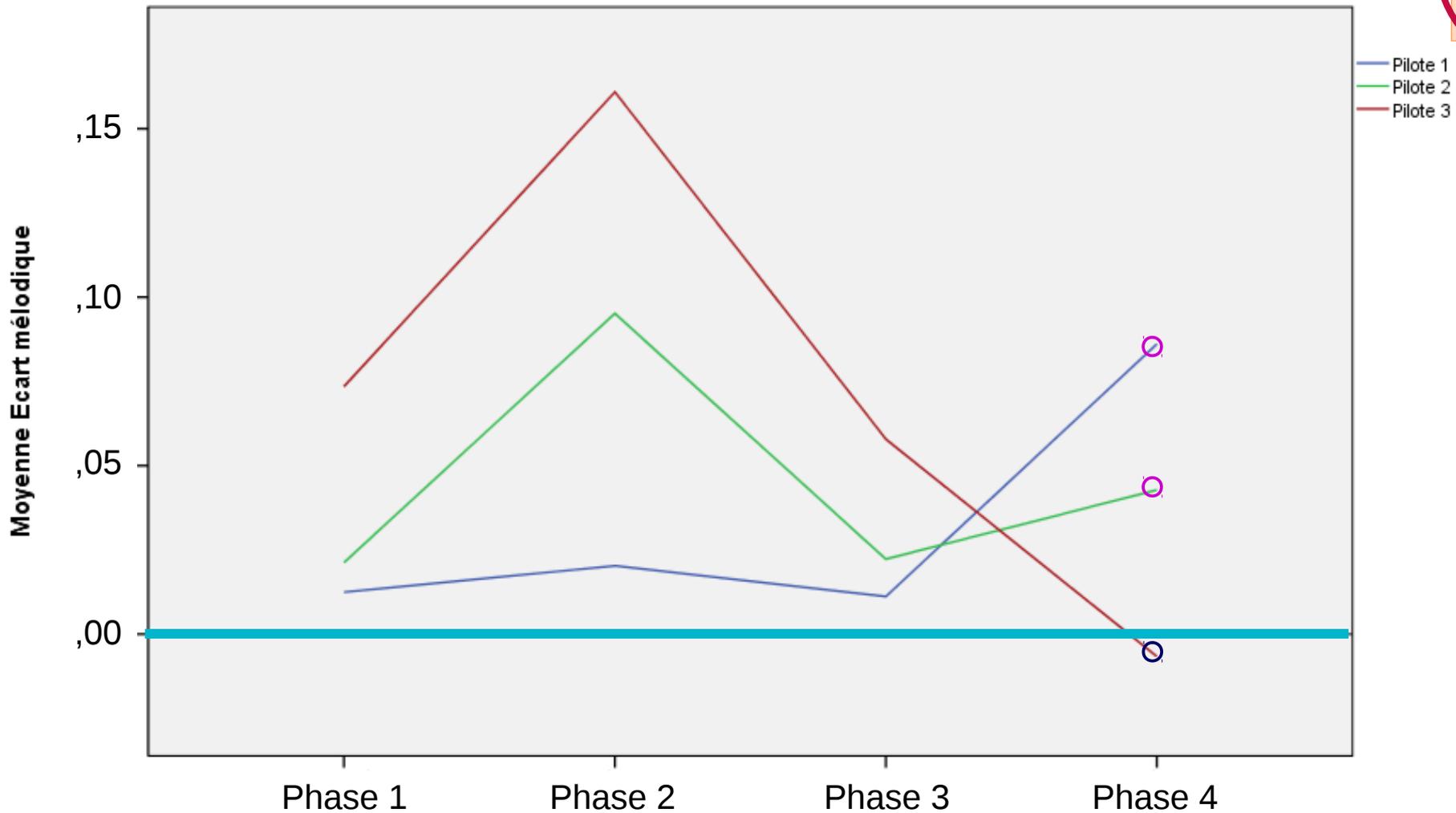
Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)



# Résultats

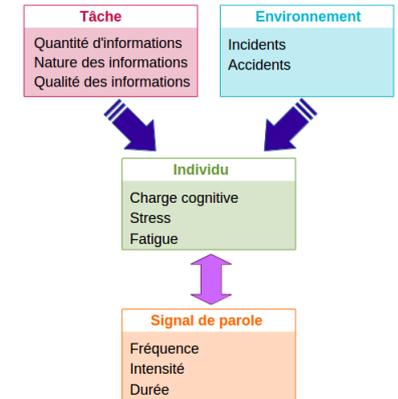


Effets du stress induit par la charge cognitive sur le signal de parole (F0)



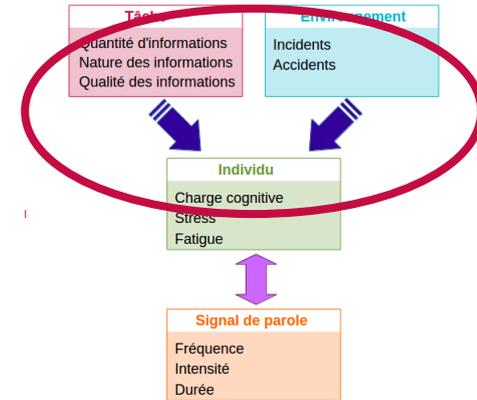
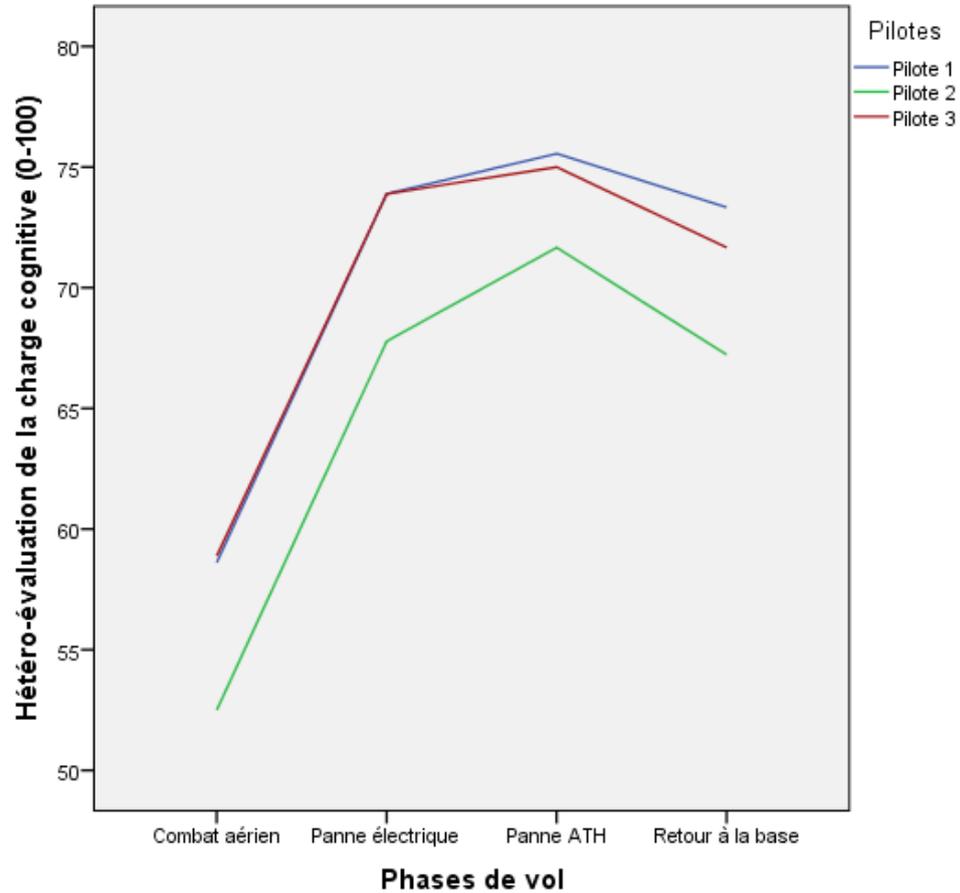
**Effet phase\*pilote**  
 $F(8, 43082) = 258,311, p < .001$

# Résultats



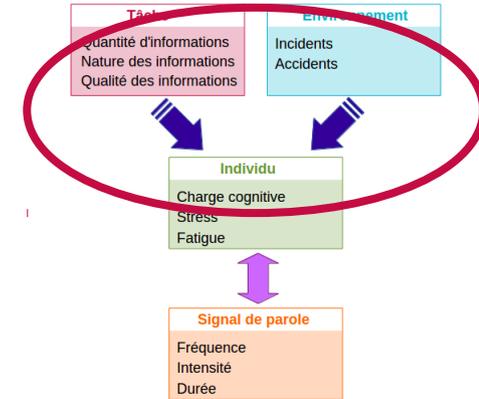
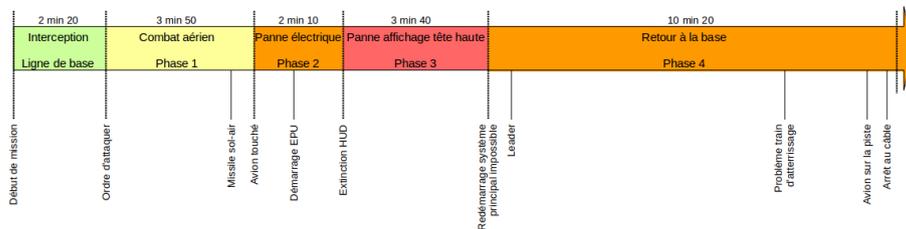
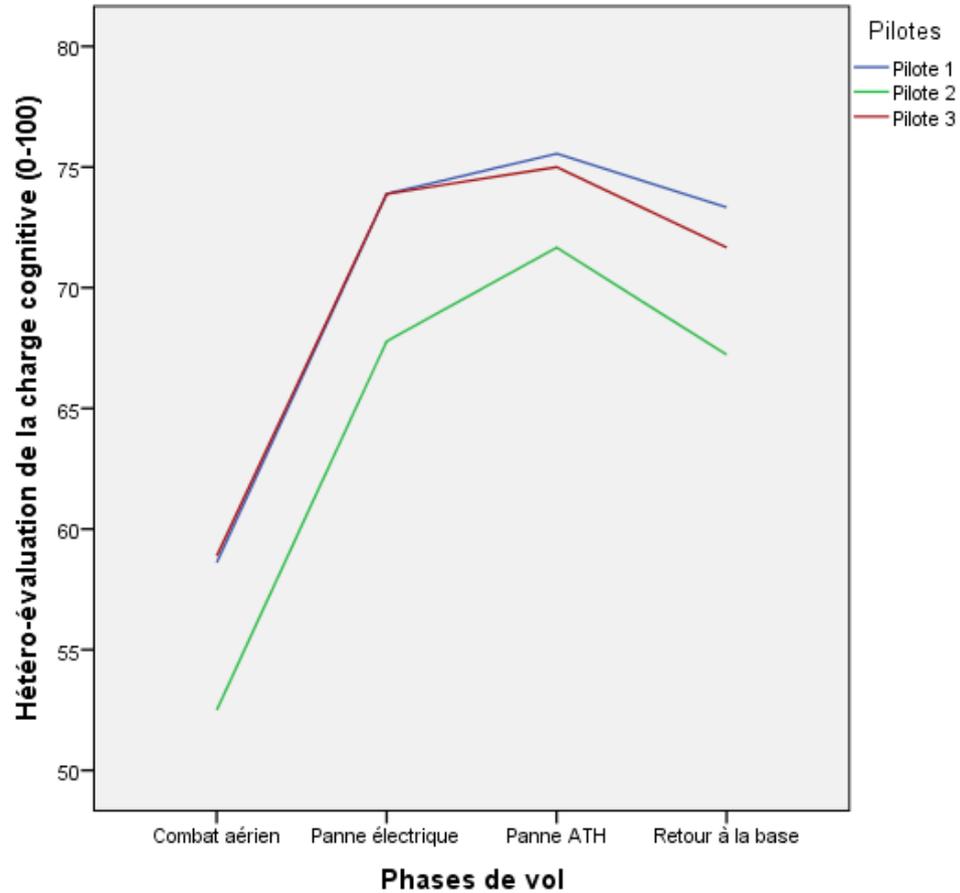
# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori



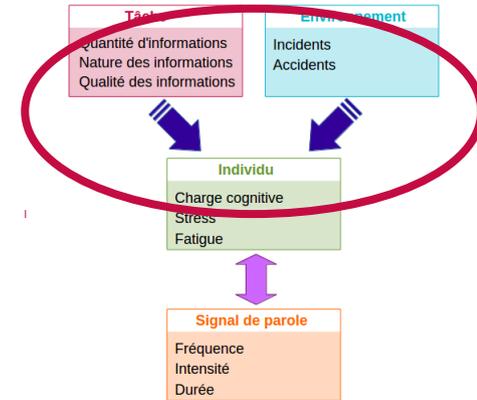
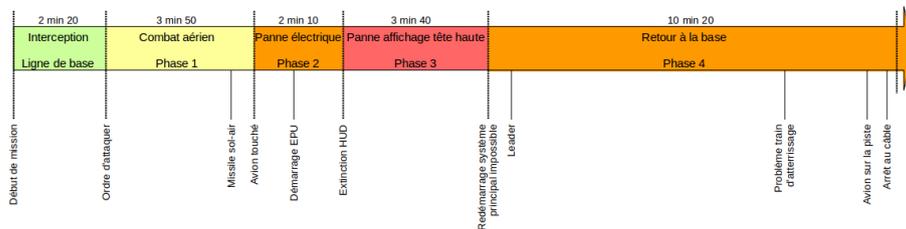
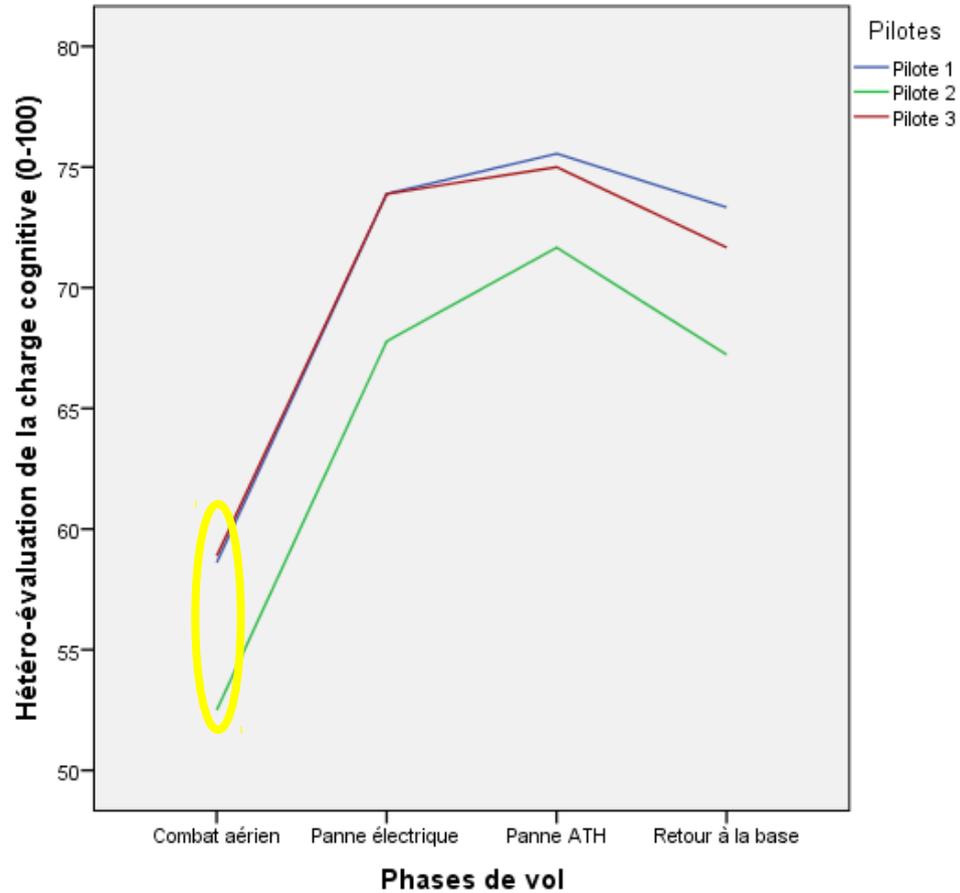
# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori



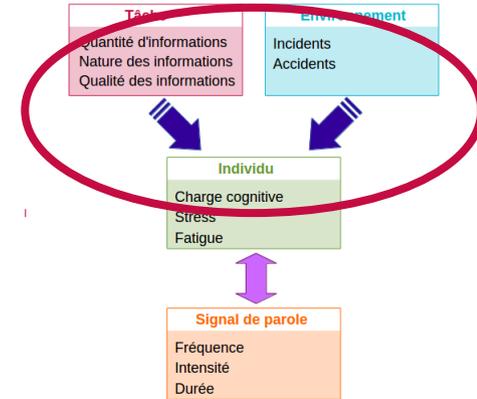
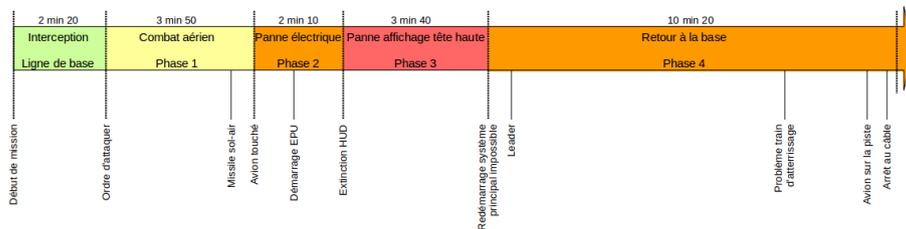
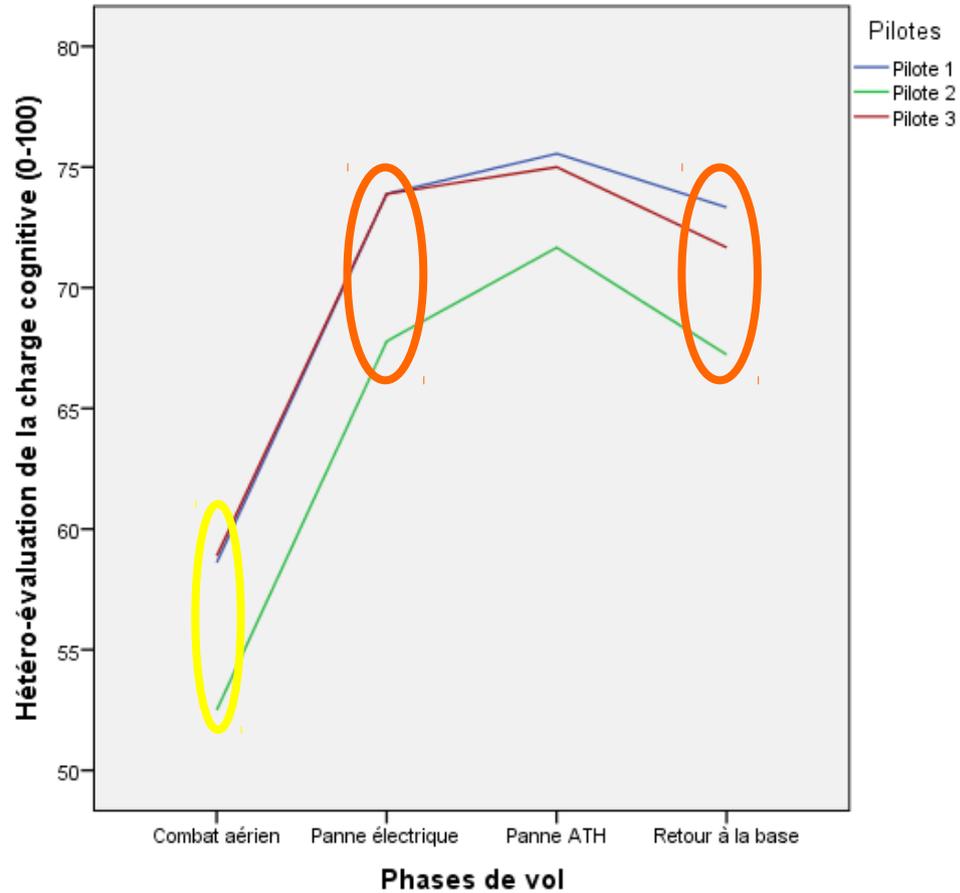
# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori



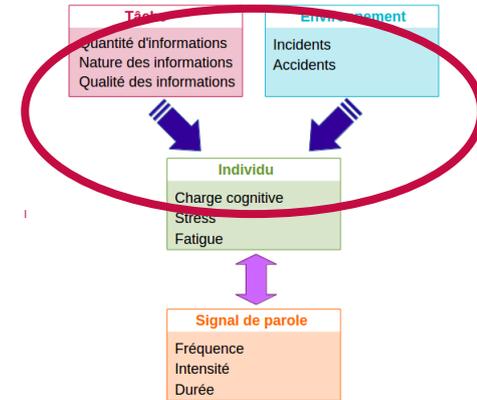
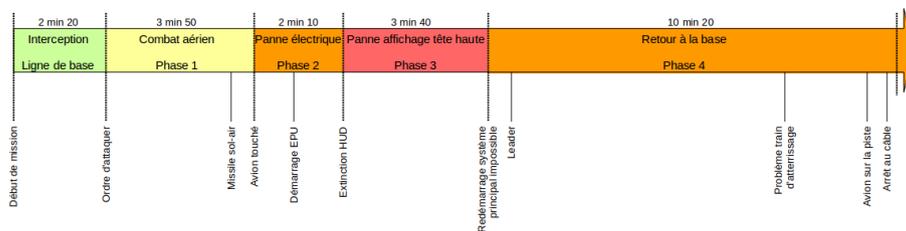
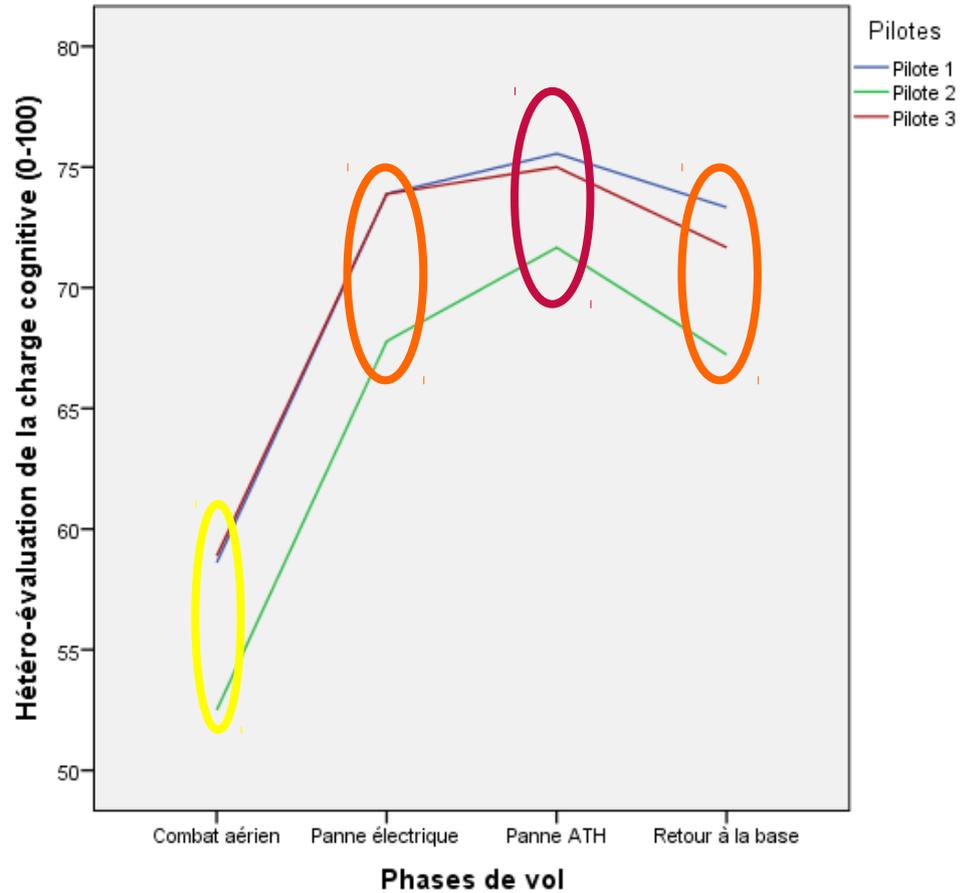
# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori



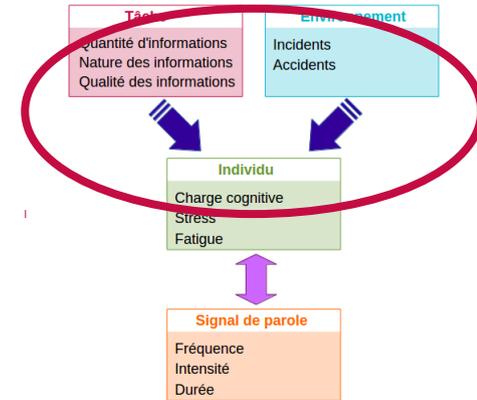
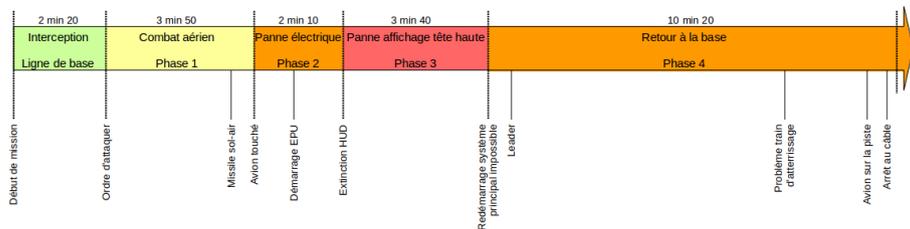
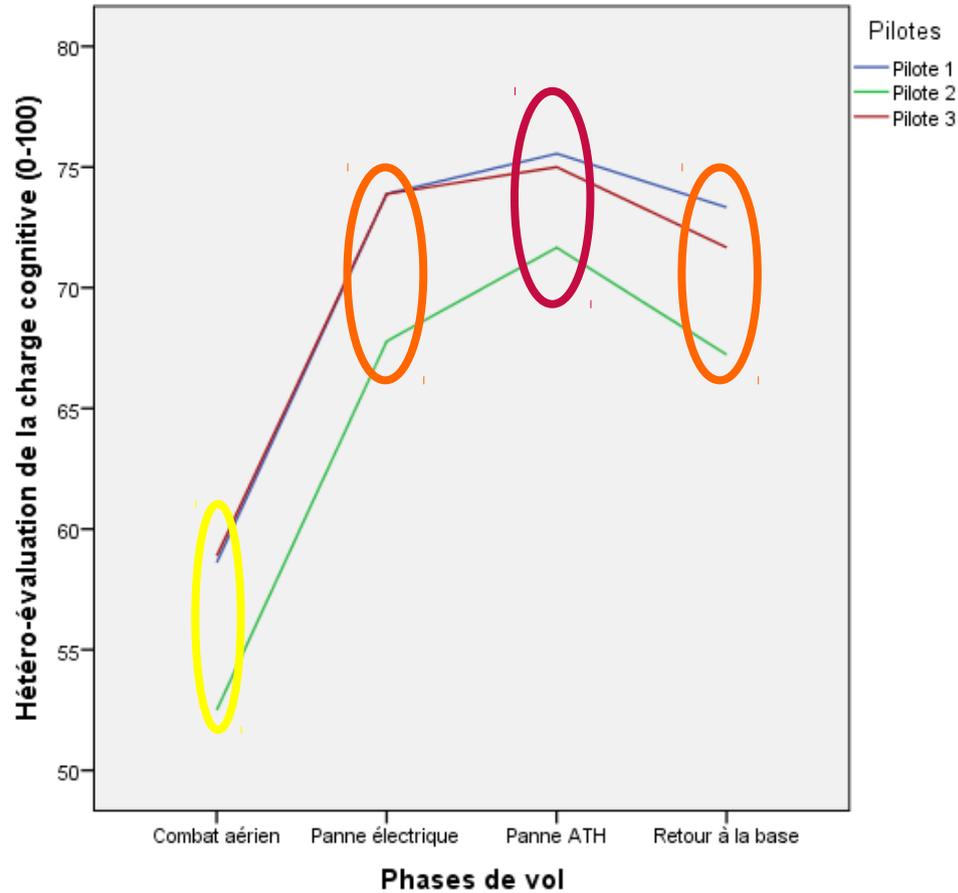
# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori

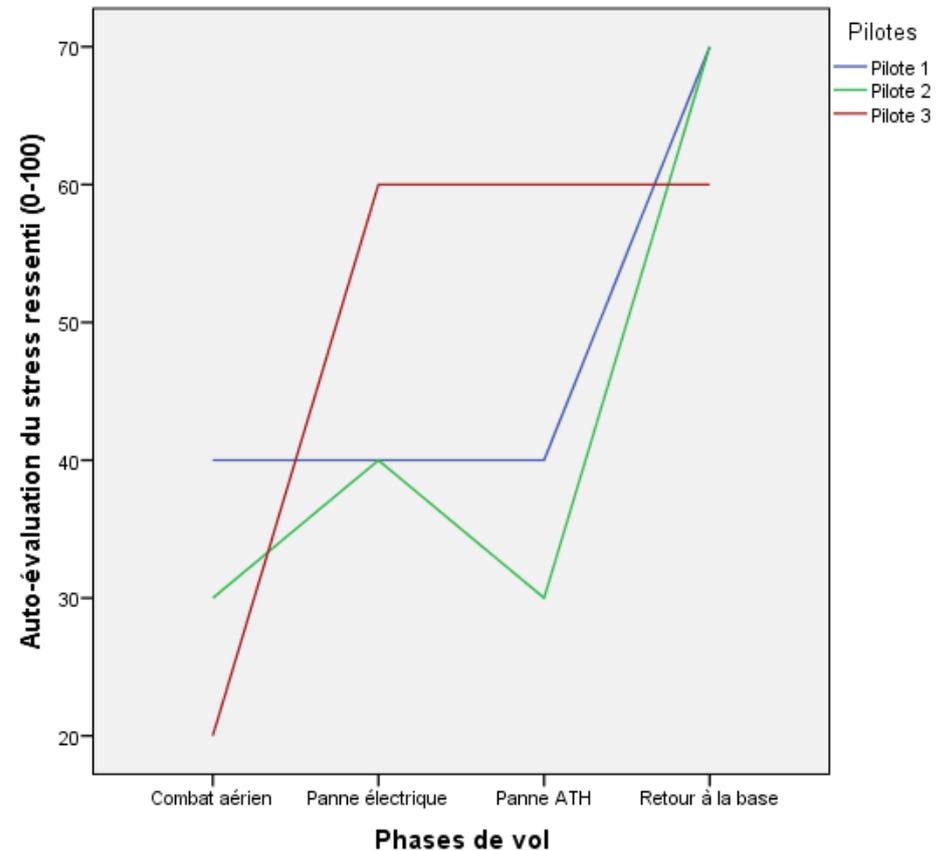


# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori

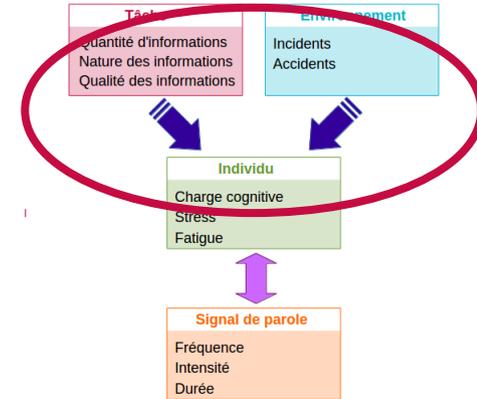
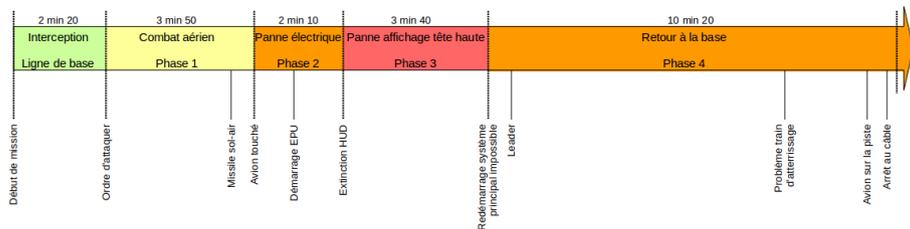
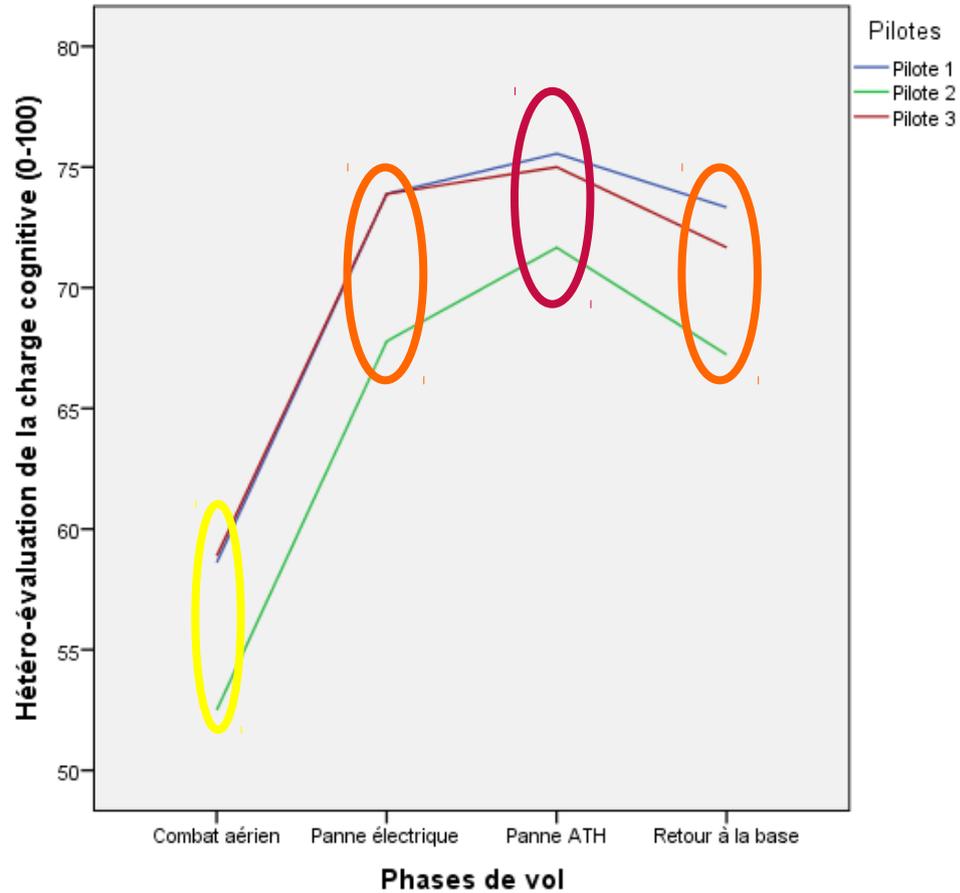


## Auto-évaluation du stress ressenti

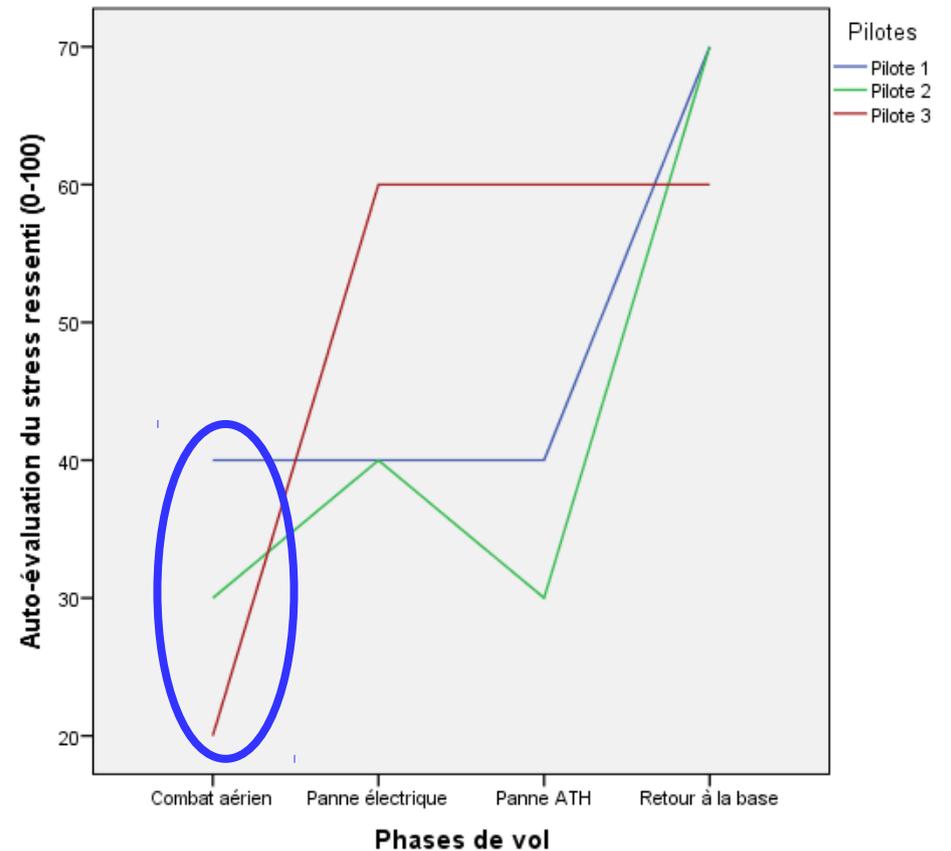


# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori

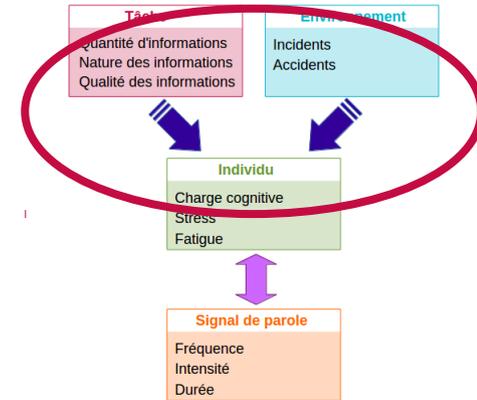
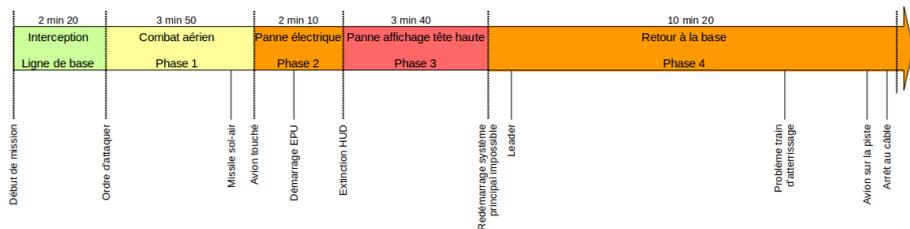
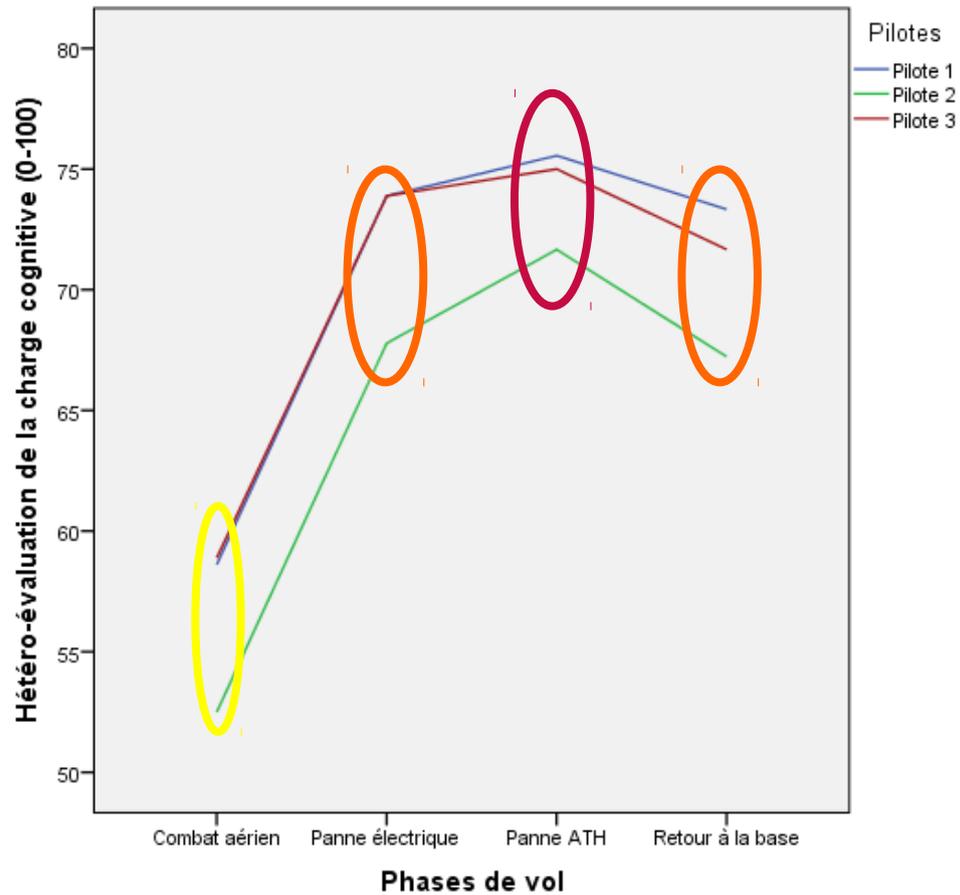


## Auto-évaluation du stress ressenti

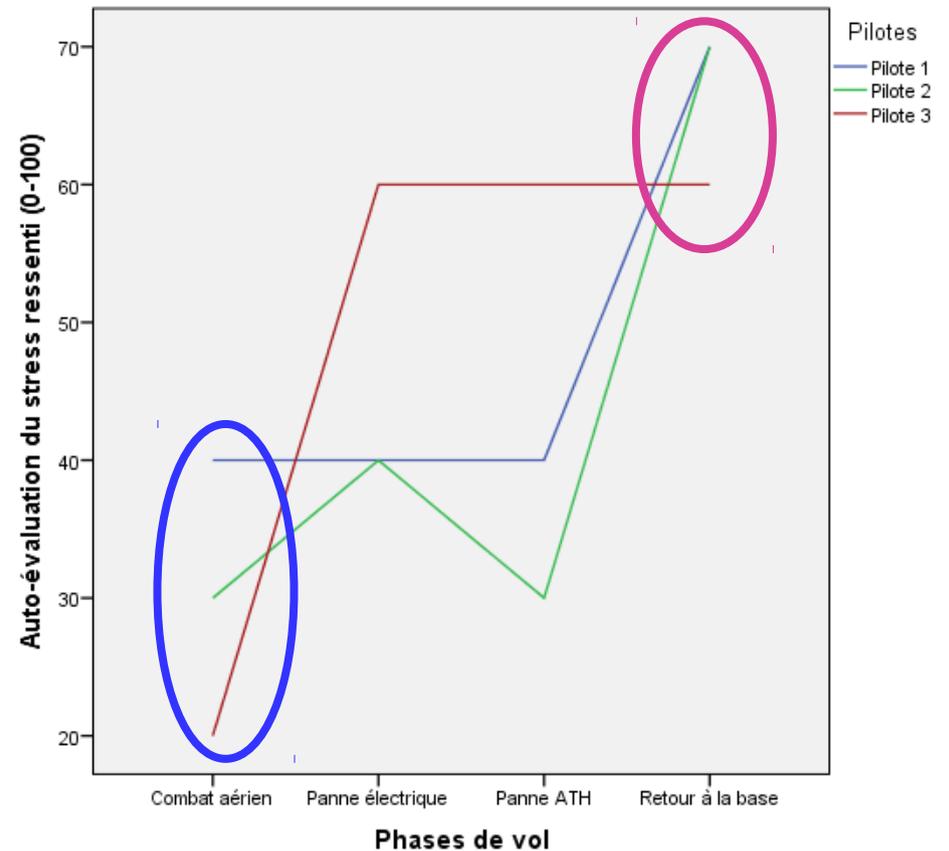


# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori

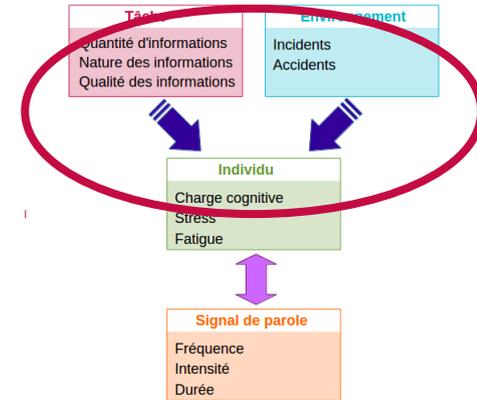
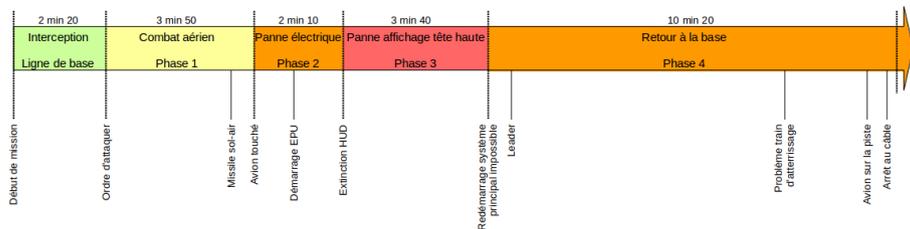
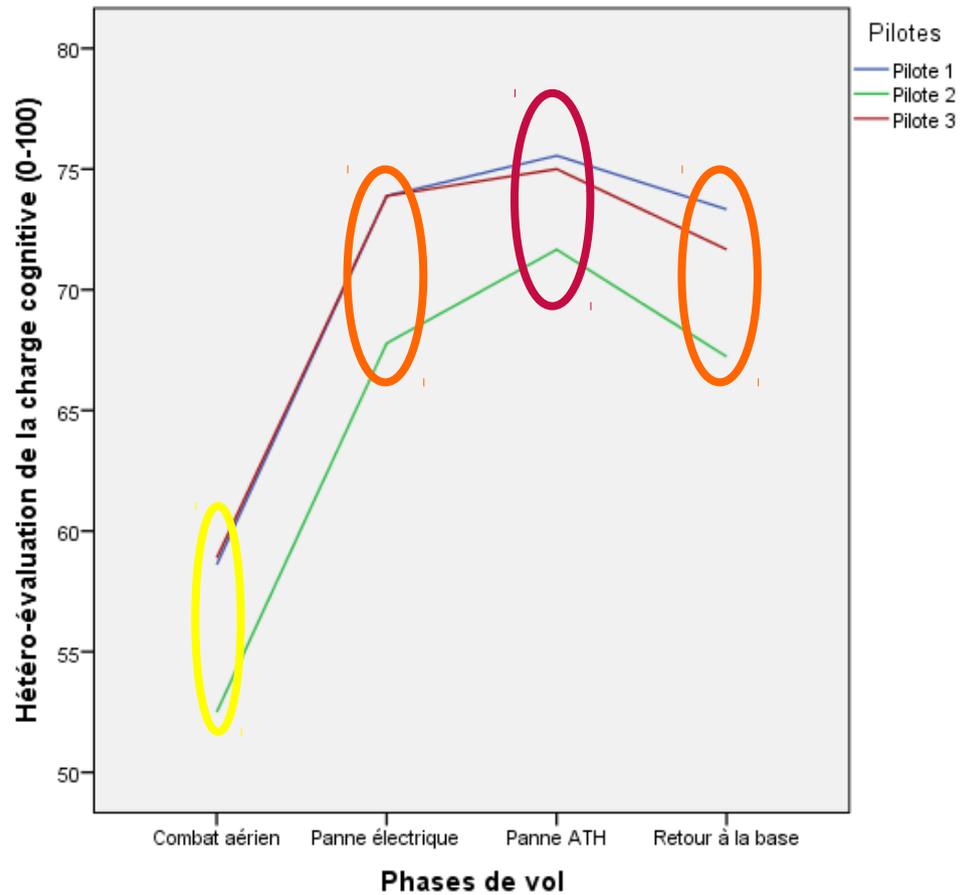


## Auto-évaluation du stress ressenti

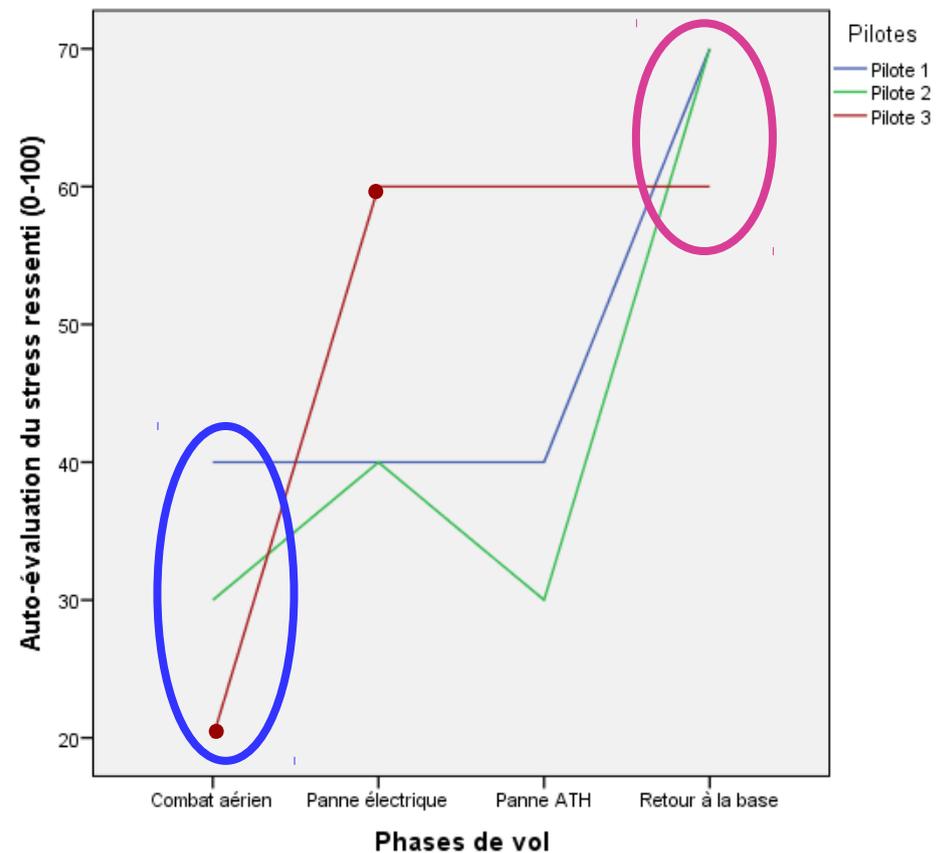


# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori

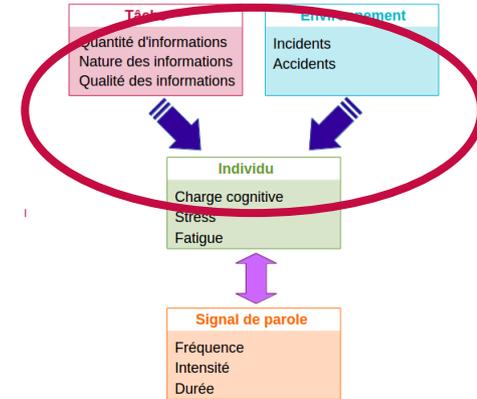
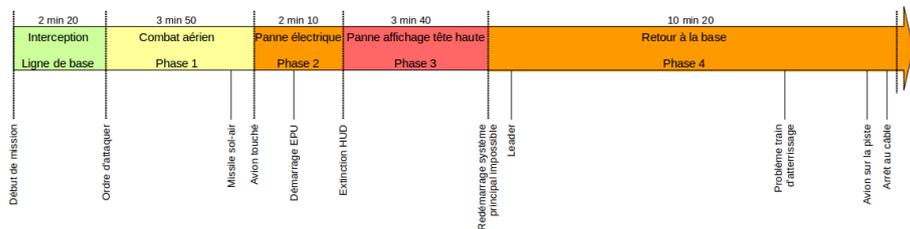
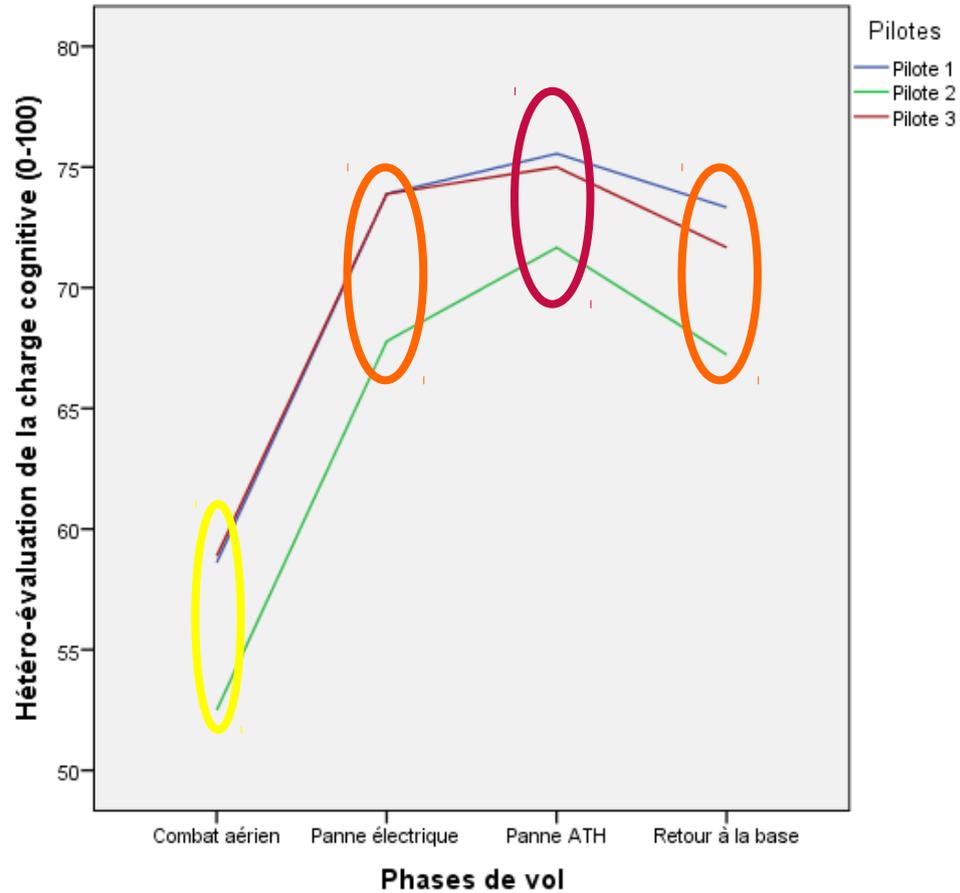


## Auto-évaluation du stress ressenti

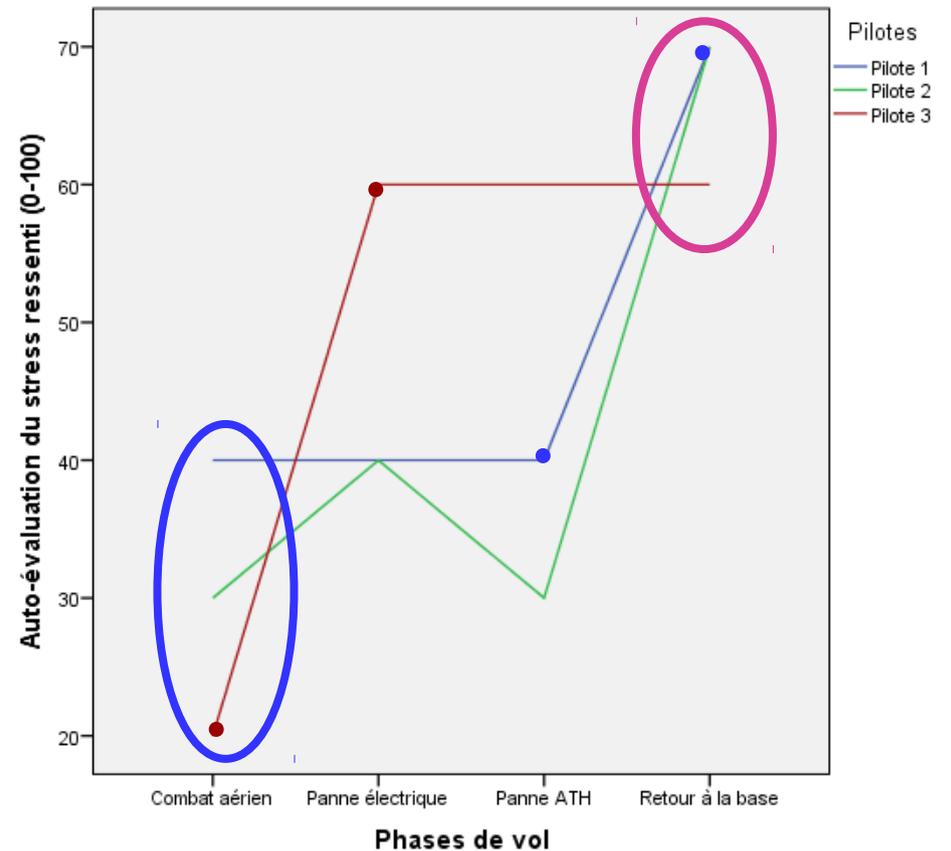


# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori

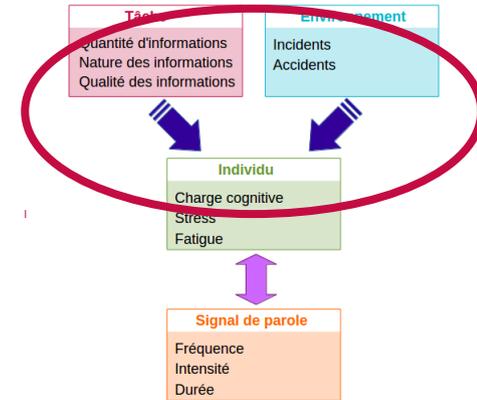
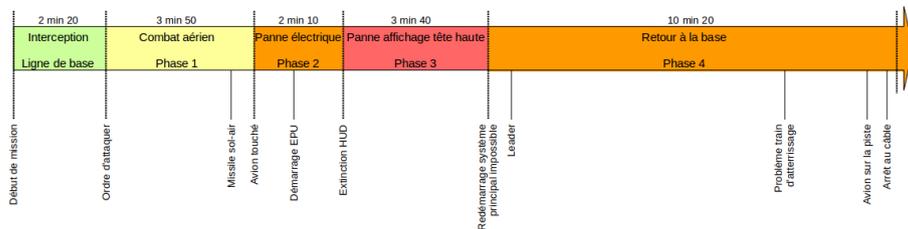
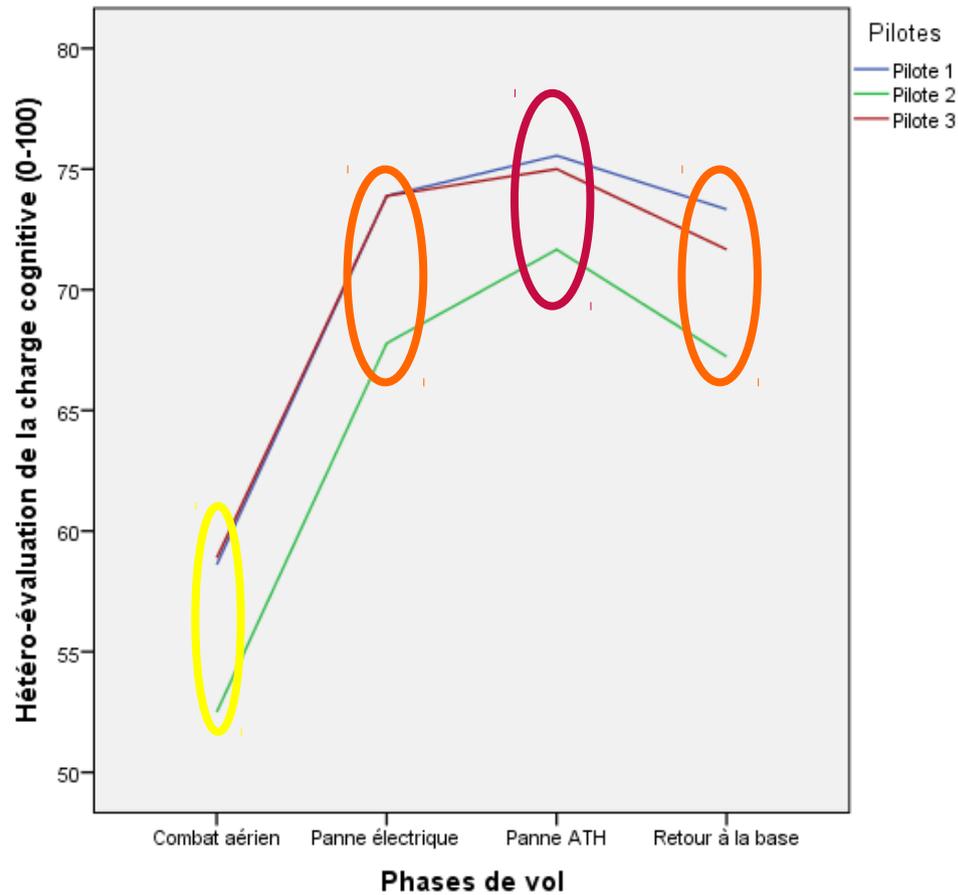


## Auto-évaluation du stress ressenti

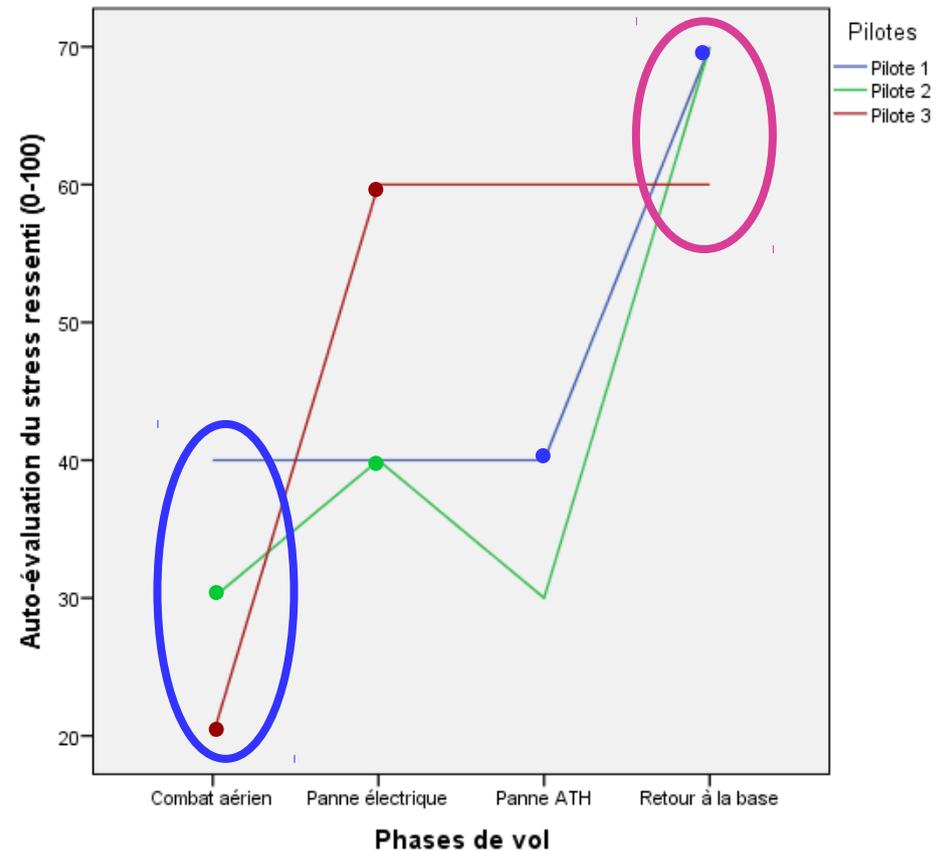


# Résultats

## Evaluation de la charge cognitive a posteriori

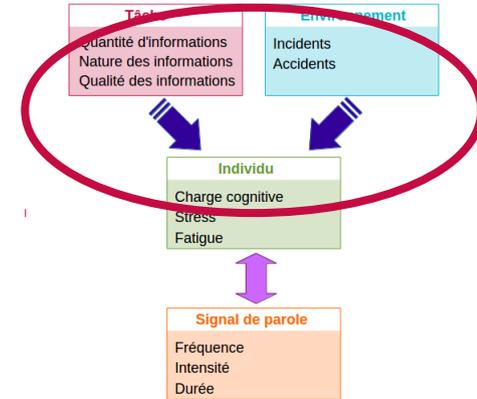
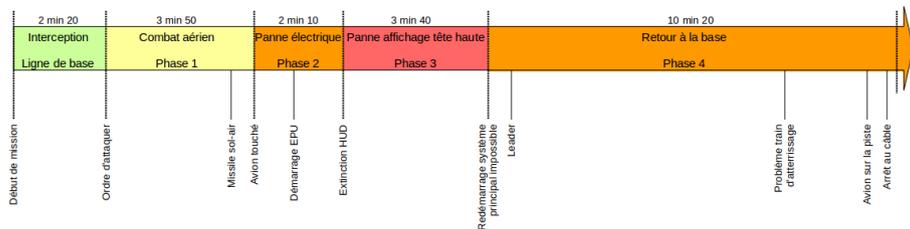
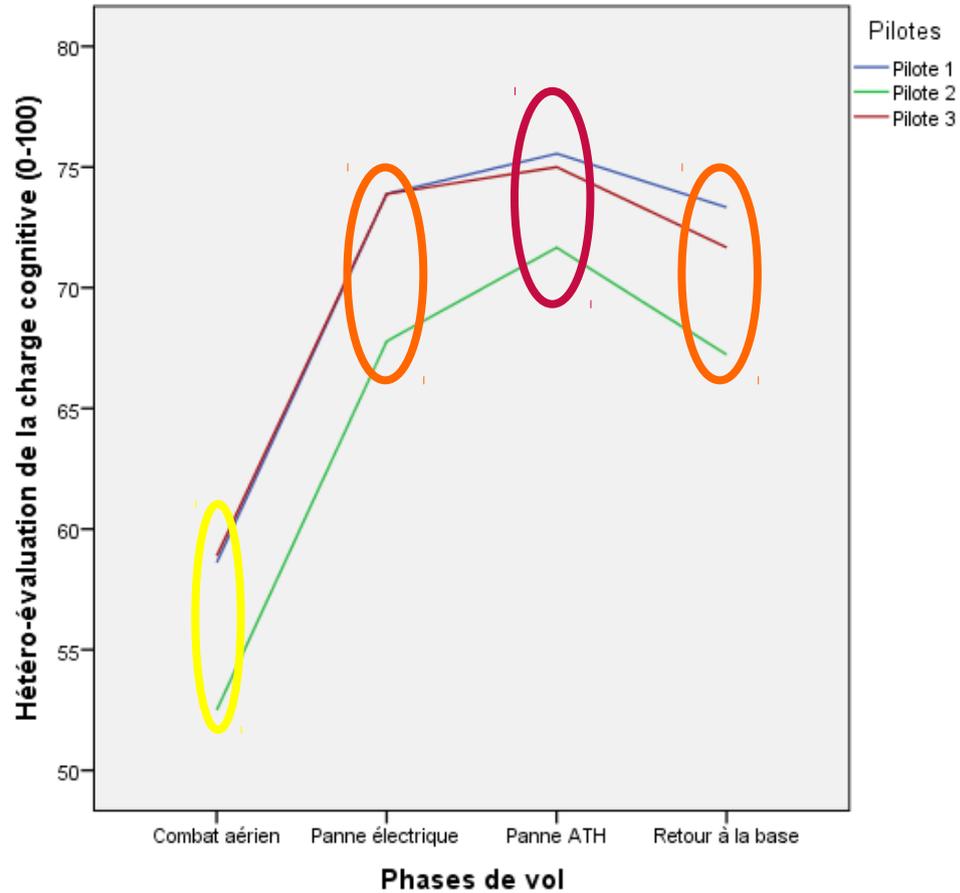


## Auto-évaluation du stress ressenti

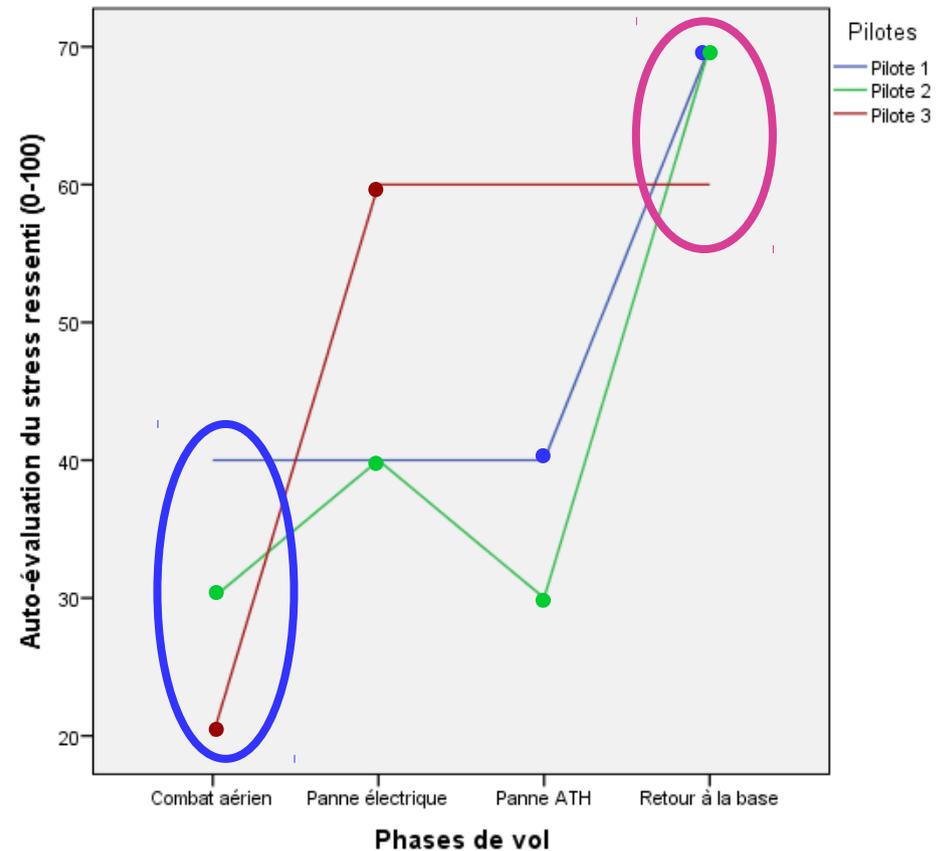


# Résultats

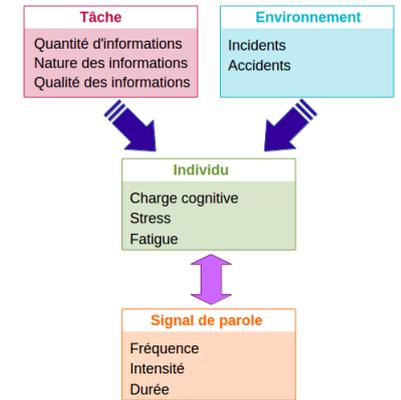
## Evaluation de la charge cognitive a posteriori



## Auto-évaluation du stress ressenti



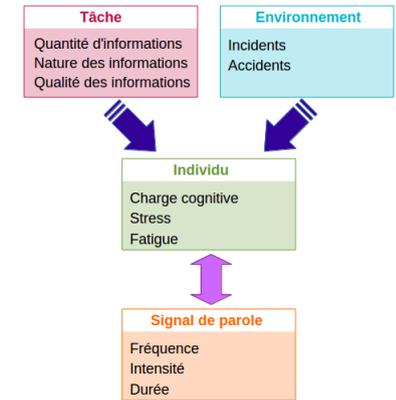
# Discussion



# Discussion

## Conclusions

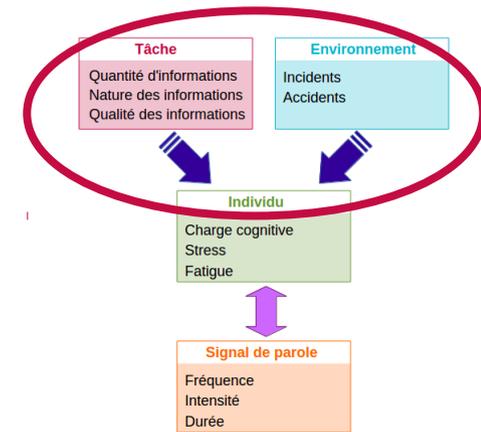
Simulation réaliste



# Discussion

## Conclusions

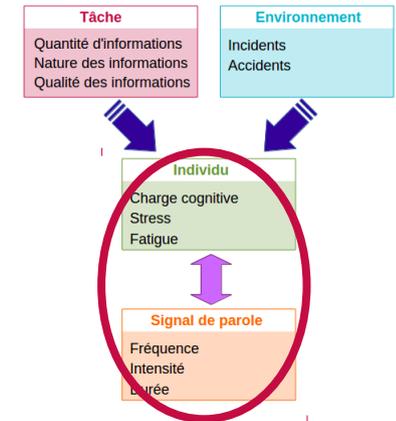
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive



# Discussion

## Conclusions

Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0



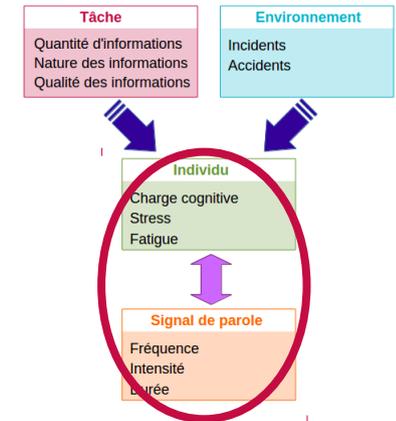
# Discussion

## Conclusions

Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

Découpage en phase



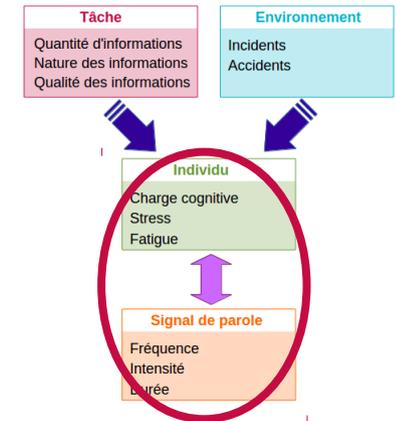
# Discussion

## Conclusions

Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

Découpage en phase  
Parole spontanée



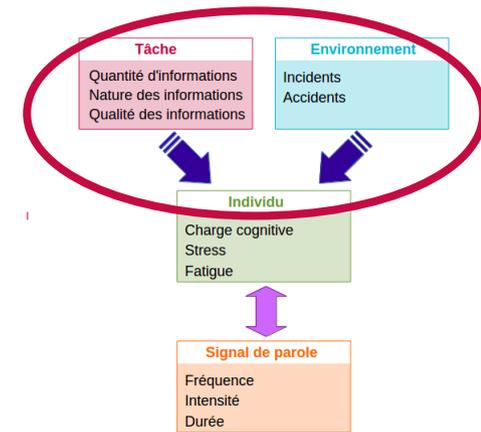
# Discussion

## Conclusions

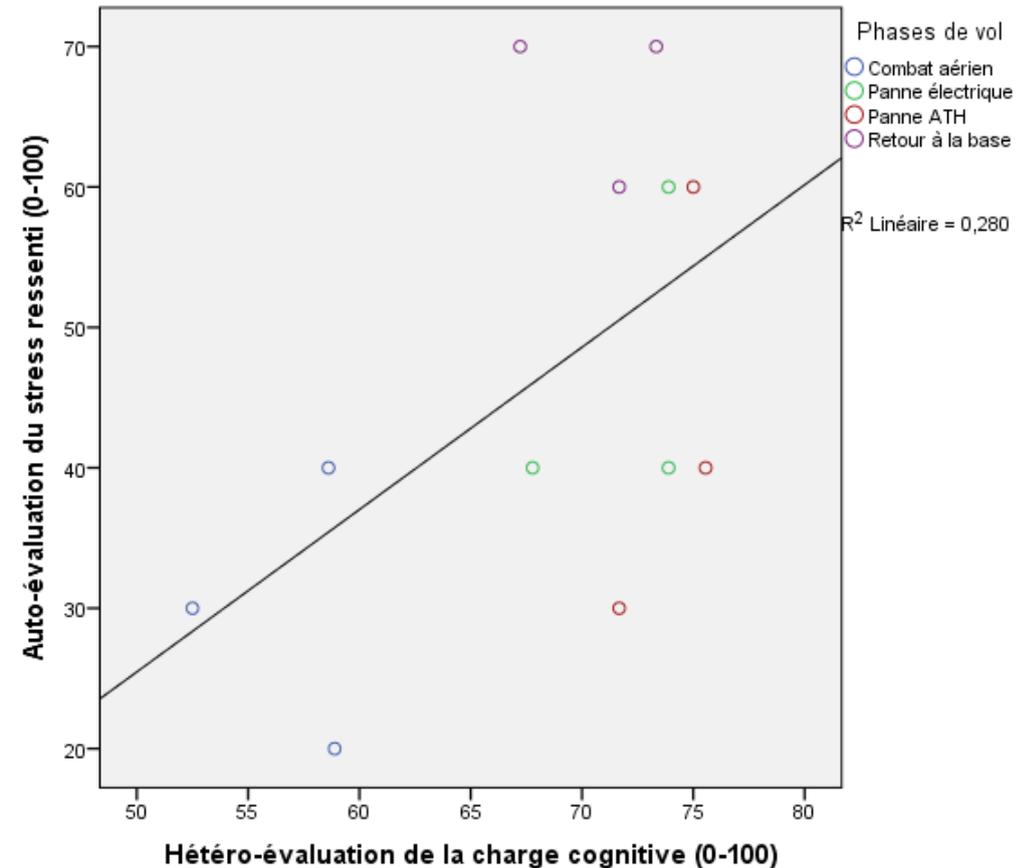
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

Découpage en phase  
Parole spontanée  
Phénomènes ?



## Corrélation entre les 2 évaluations



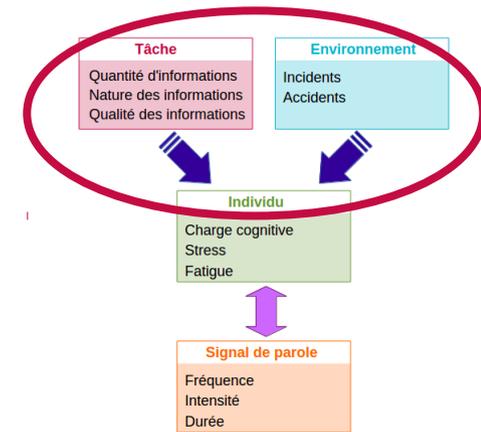
# Discussion

## Conclusions

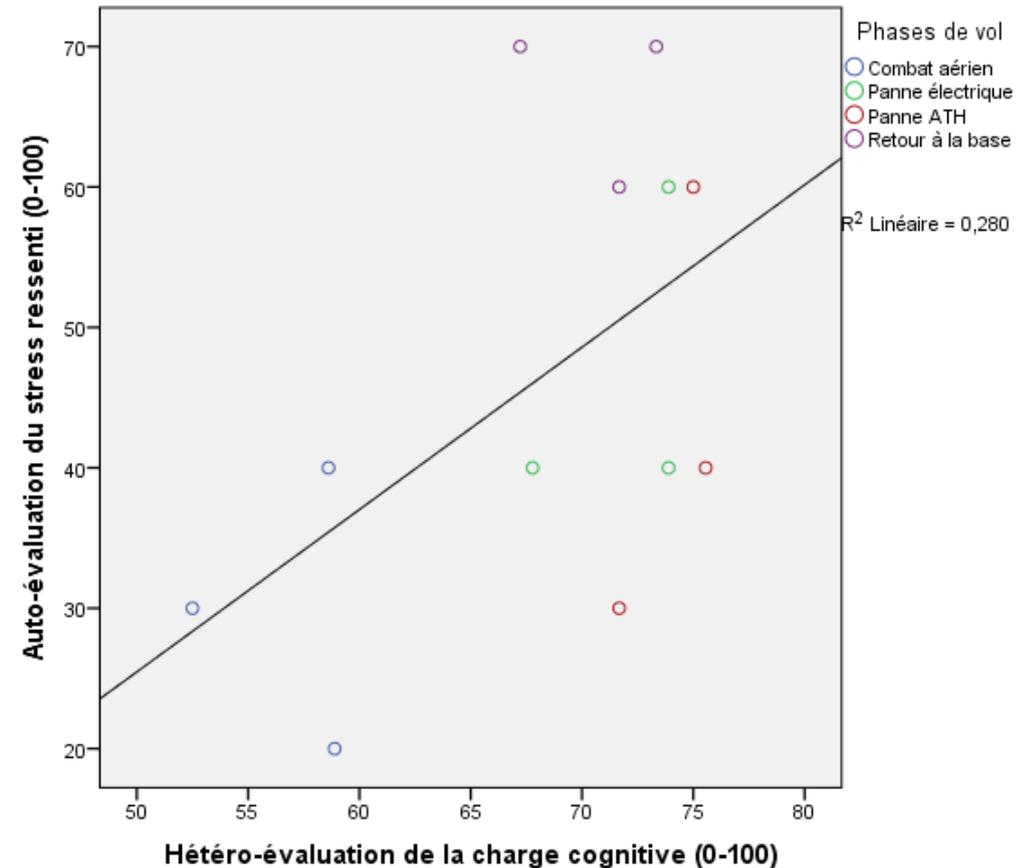
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

Découpage en phase  
Parole spontanée  
Phénomènes ?  
Effet cumulatif ?



## Corrélation entre les 2 évaluations



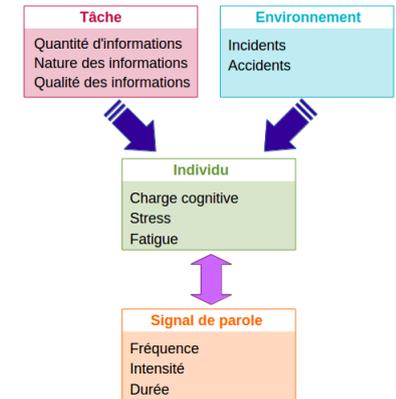
# Discussion

## Conclusions

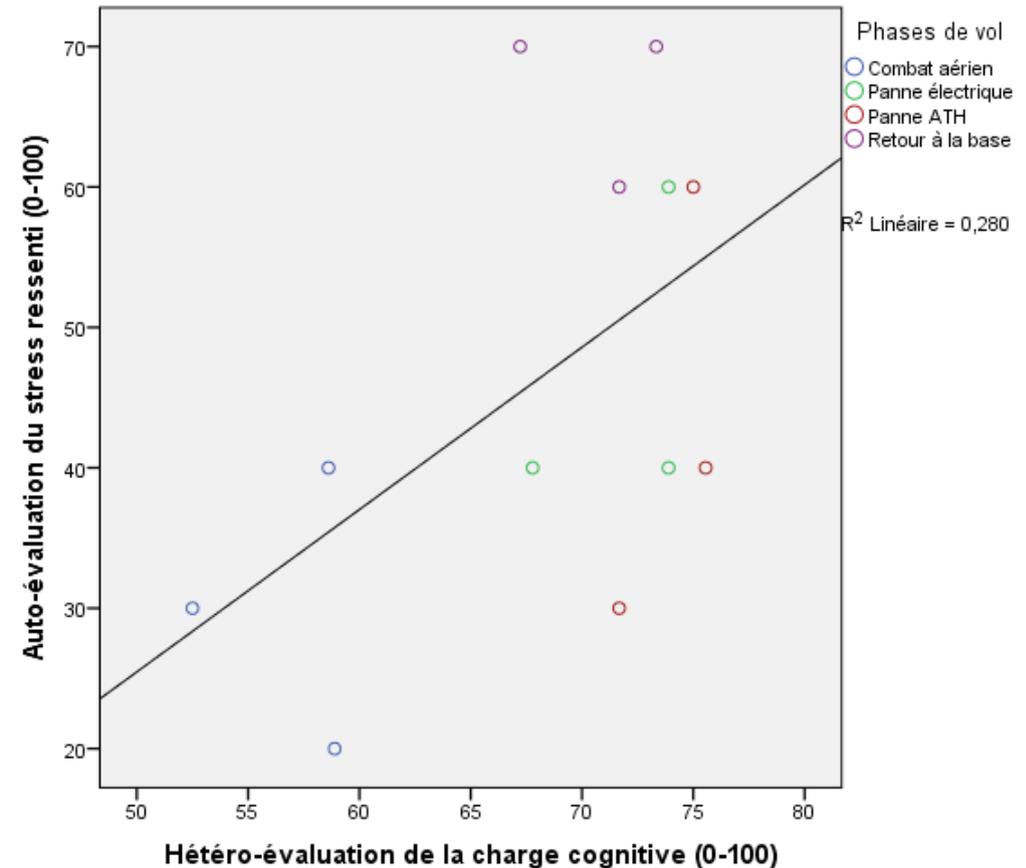
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

Découpage en phase  
Parole spontanée  
Phénomènes ?  
Effet cumulatif ?  
Petite étude



## Corrélation entre les 2 évaluations



# Discussion

## Conclusions

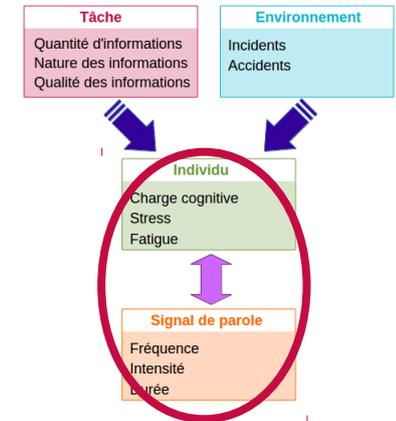
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

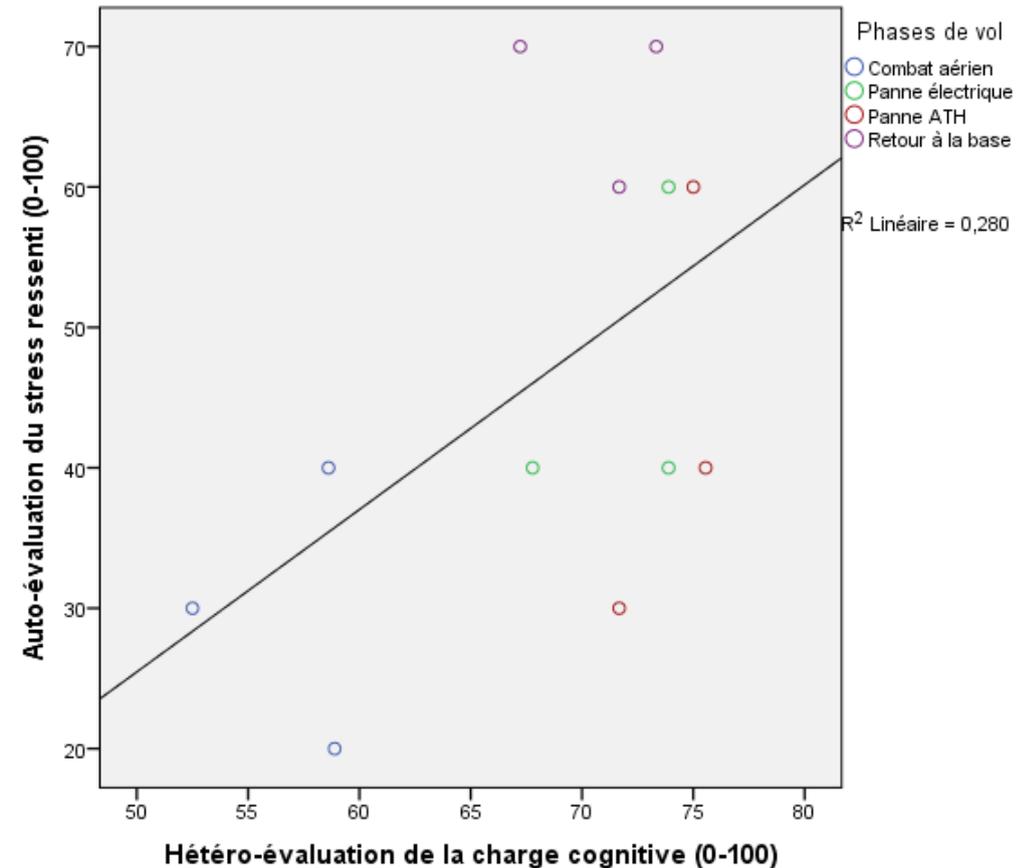
Découpage en phase  
Parole spontanée  
Phénomènes ?  
Effet cumulatif ?  
Petite étude

## Perspectives

Analyses spectrales



## Corrélation entre les 2 évaluations



# Discussion

## Conclusions

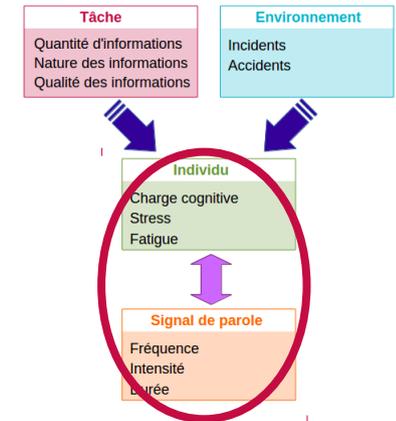
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

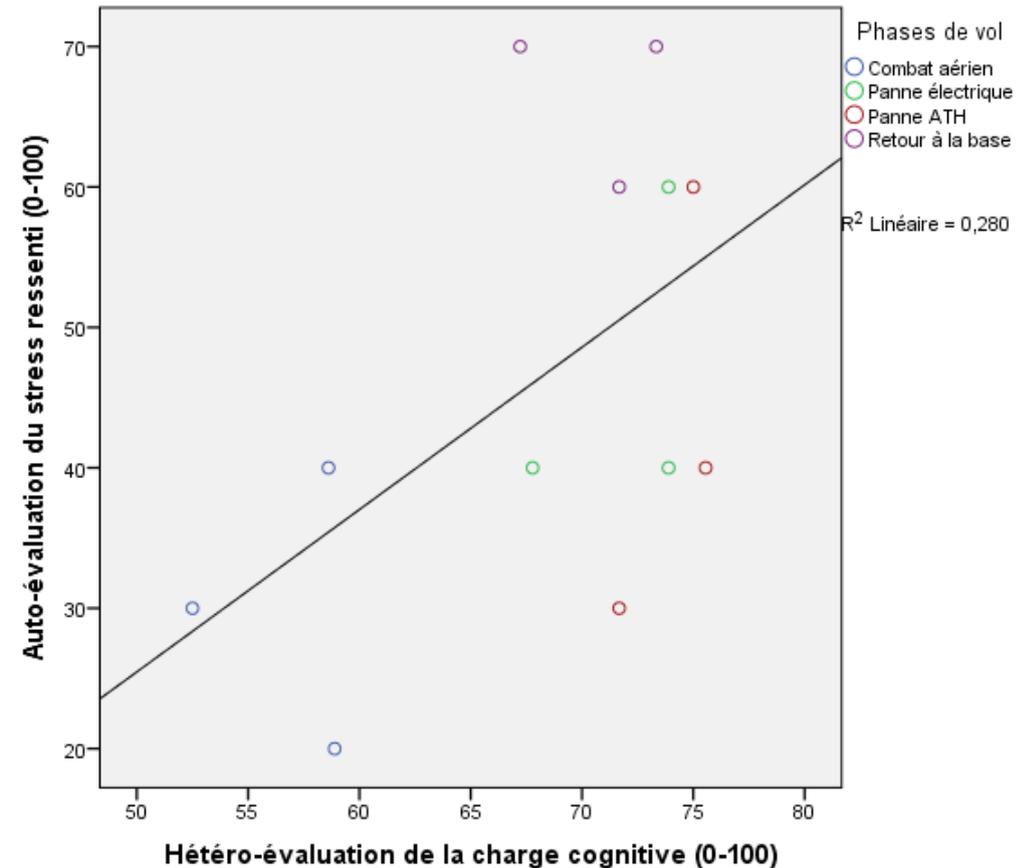
Découpage en phase  
Parole spontanée  
Phénomènes ?  
Effet cumulatif ?  
Petite étude

## Perspectives

Analyses spectrales  
Analyse « socio-phonétique »



## Corrélation entre les 2 évaluations



# Discussion

## Conclusions

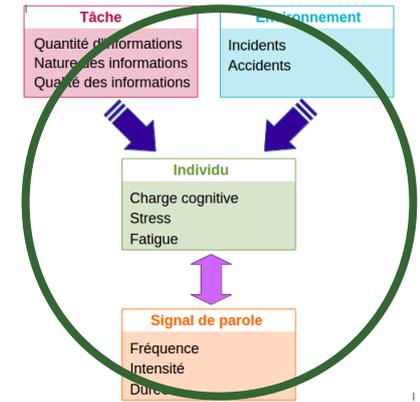
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

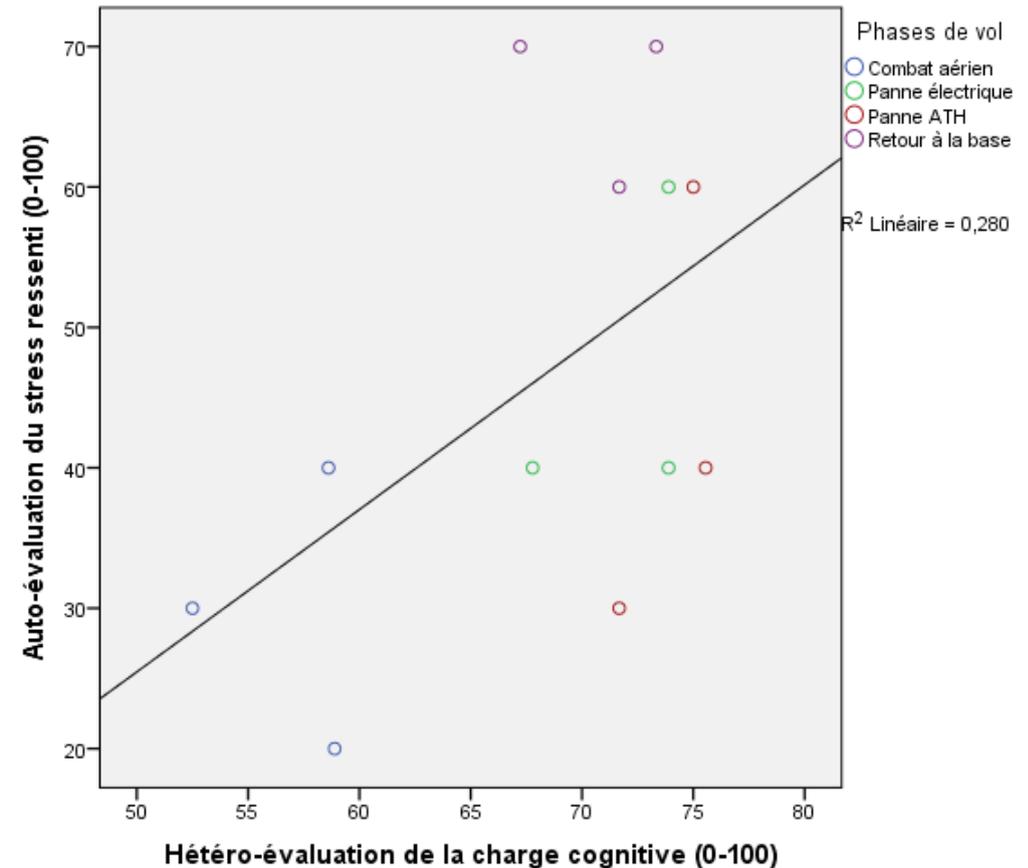
Découpage en phase  
Parole spontanée  
Phénomènes ?  
Effet cumulatif ?  
Petite étude

## Perspectives

Analyses spectrales  
Analyse « socio-phonétique »  
Prise en compte d'autres facteurs



## Corrélation entre les 2 évaluations



# Discussion

## Conclusions

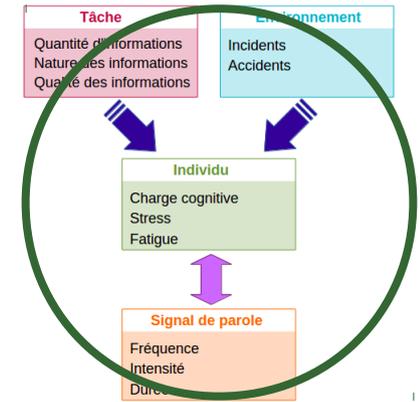
Simulation réaliste  
Variation de la charge cognitive  
Sensibilité de F0

## Limites

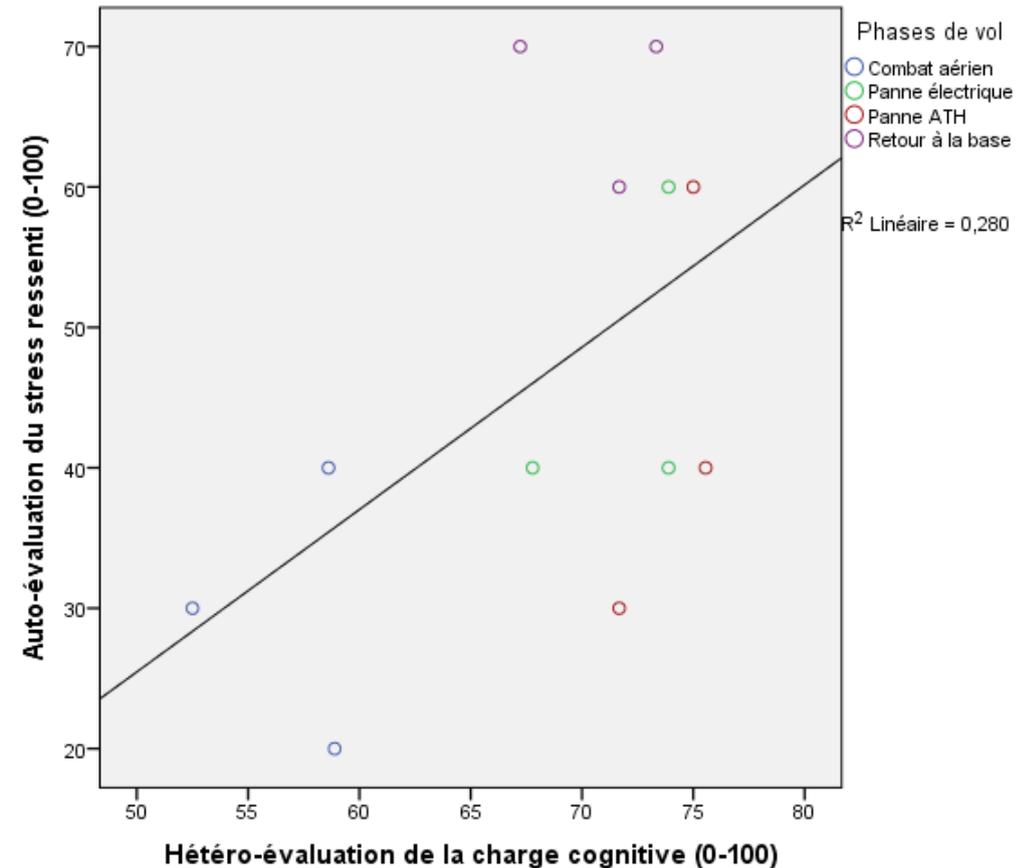
Découpage en phase  
Parole spontanée  
Phénomènes ?  
Effet cumulatif ?  
Petite étude

## Perspectives

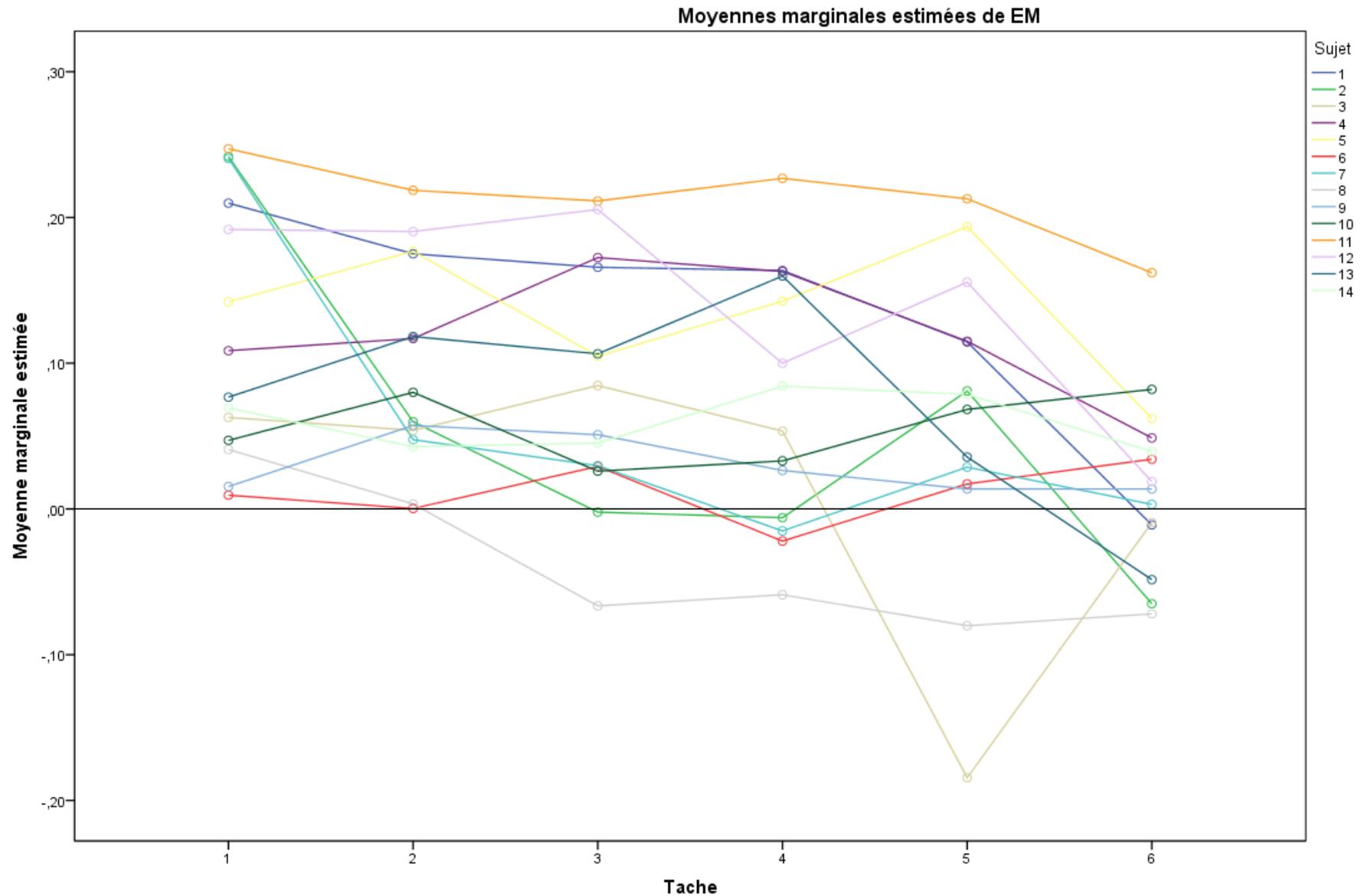
Analyses spectrales  
Analyse « socio-phonétique »  
Prise en compte d'autres facteurs  
Mesures biologiques



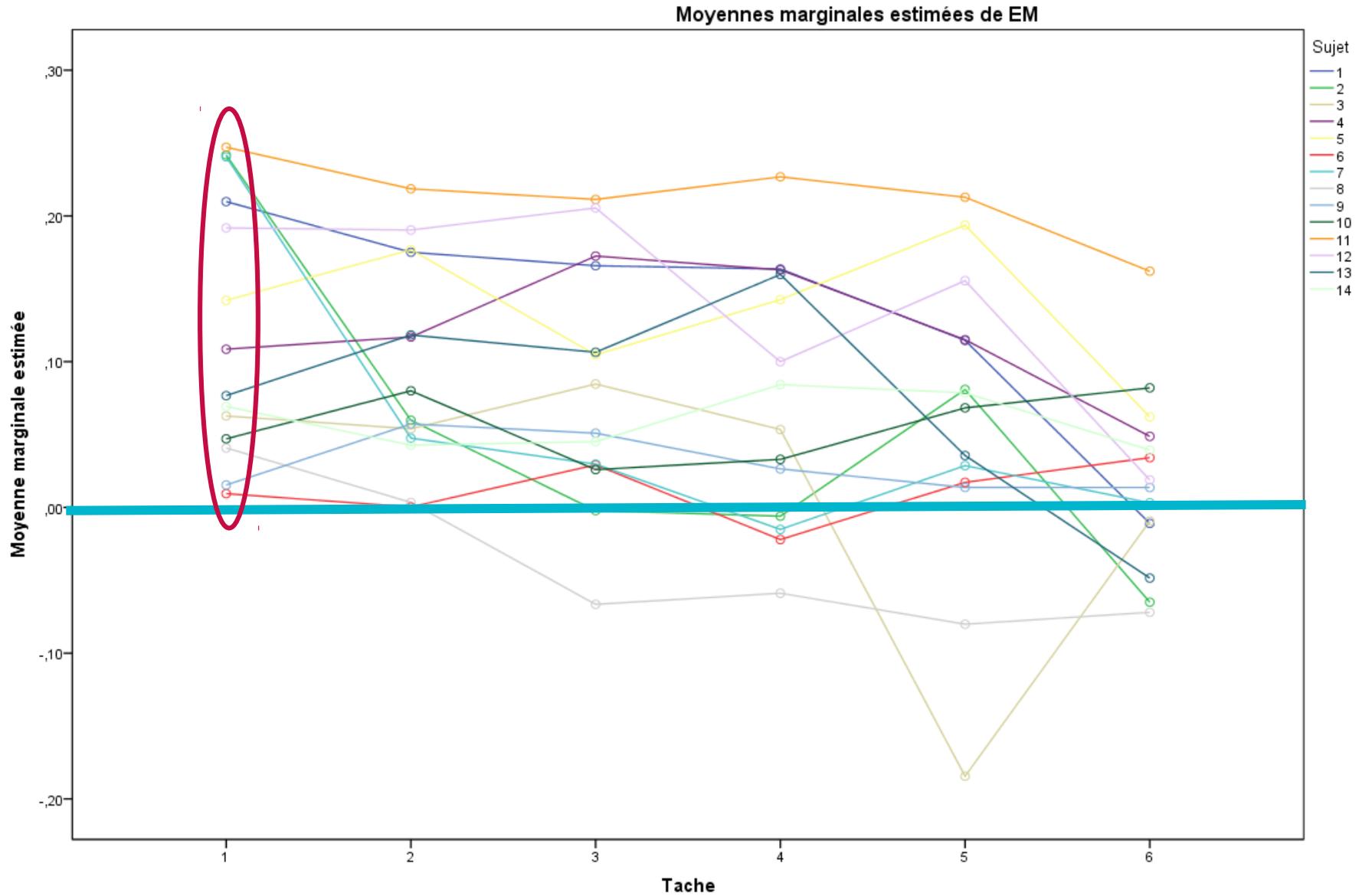
## Corrélation entre les 2 évaluations



# Prolongements



# Prolongements



# Vos questions



# Vos questions



**Merci de votre attention**



**Remerciements**

Pilotes  
Force aérienne belge  
A.F.C.P.  
A.R.C. Biovoc  
Laboratoire de phonétique  
JEP TALN RECITAL 2016