



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

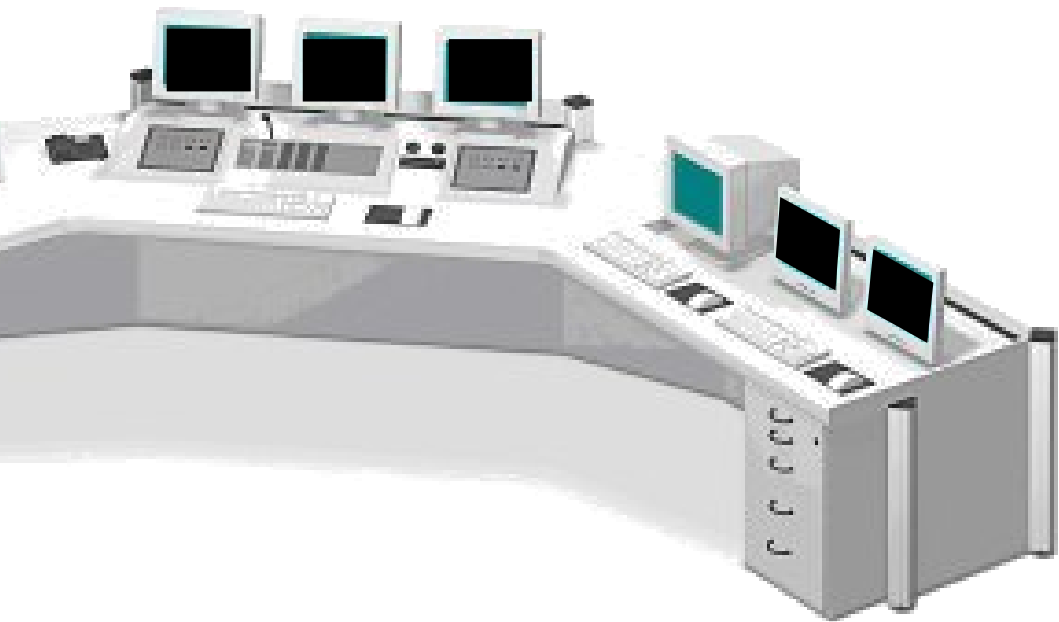
STAVAUX Luc
ALBART Margaux
DELVAUX Véronique
HUET Kathy
PICCALUGA Myriam
HARMEGNIES Bernard

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

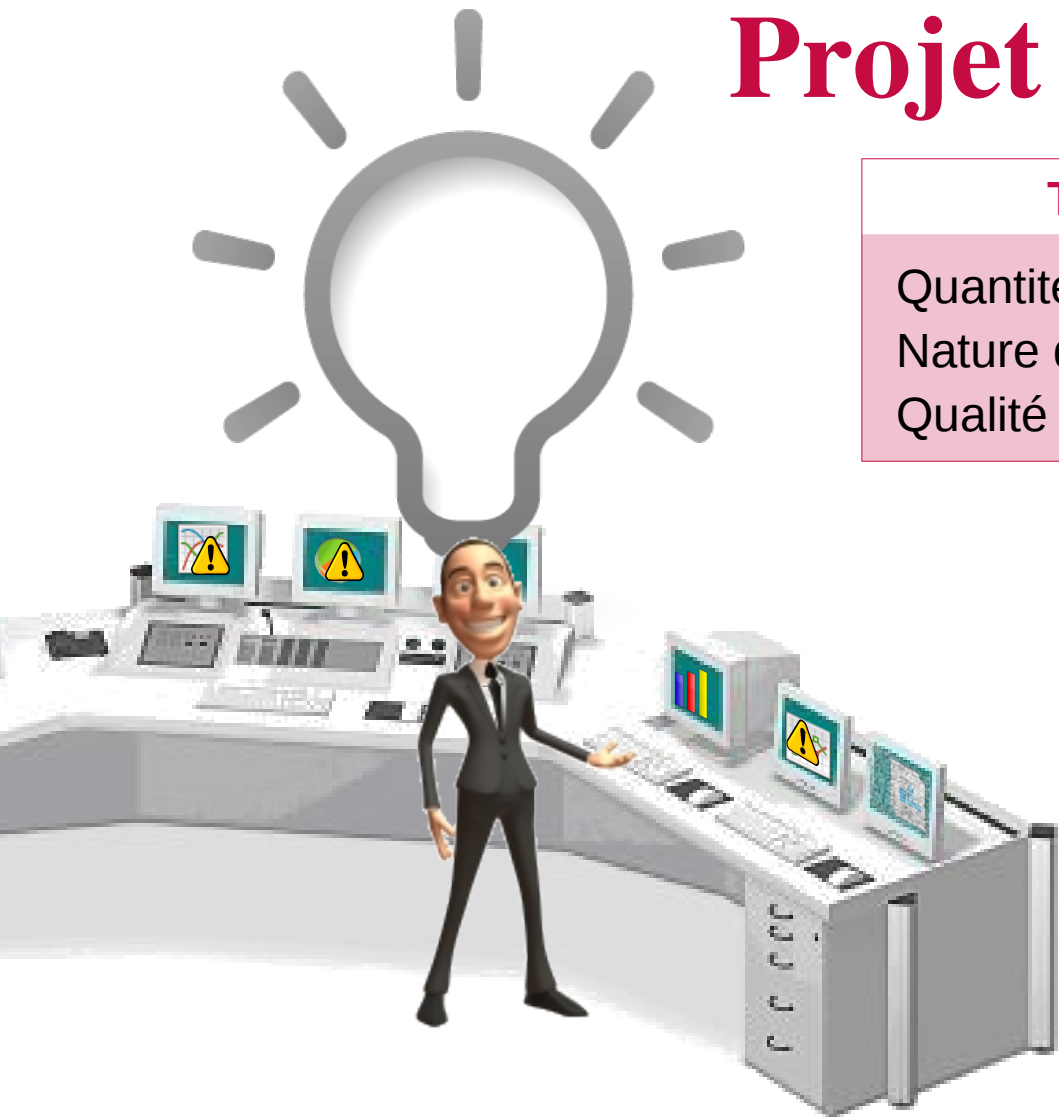
Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

Environnement

Incidents
Accidents



Projet Biovoc

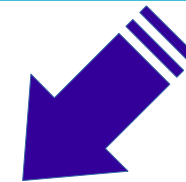
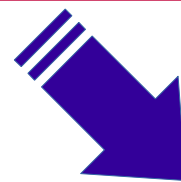


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

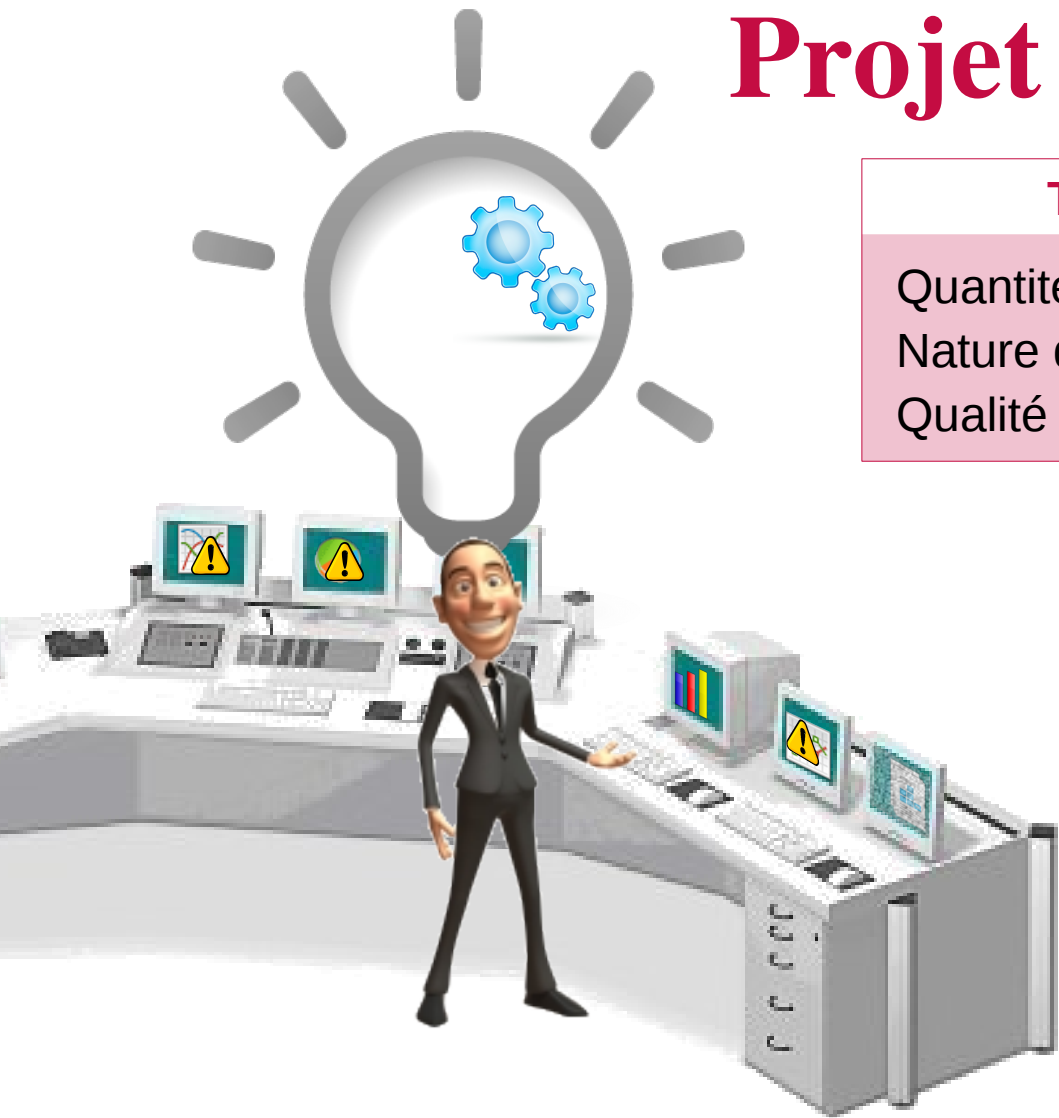
Environnement

Incidents
Accidents



Individu

Projet Biovoc

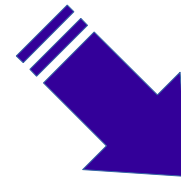


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

Environnement

Incidents
Accidents



Individu

Charge cognitive

Projet Biovoc

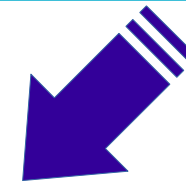
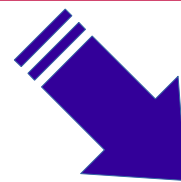


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

Environnement

Incidents
Accidents



Individu

Charge cognitive
Stress

Projet Biovoc

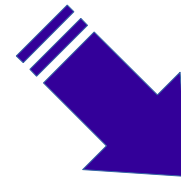


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

Environnement

Incidents
Accidents



Individu

Charge cognitive
Stress
Fatigue

Projet Biovoc

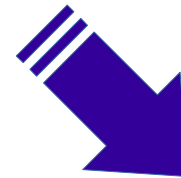


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

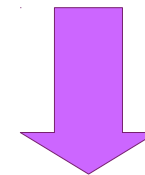
Environnement

Incidents
Accidents



Individu

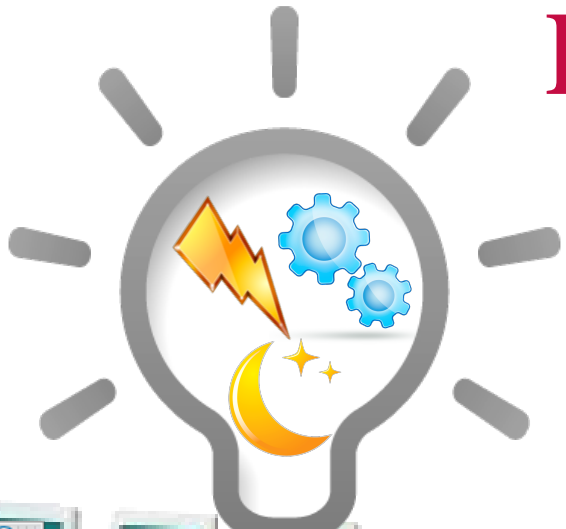
Charge cognitive
Stress
Fatigue



Signal de parole



Projet Biovoc

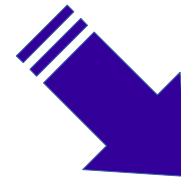


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

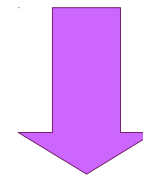
Environnement

Incidents
Accidents



Individu

Charge cognitive
Stress
Fatigue

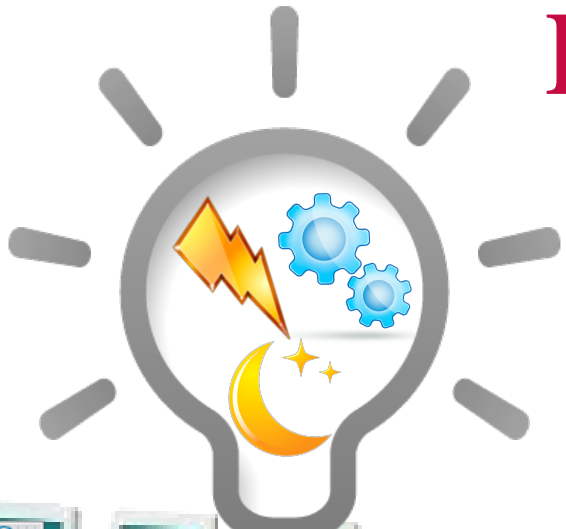


Signal de parole

Fréquence



Projet Biovoc

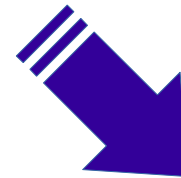


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

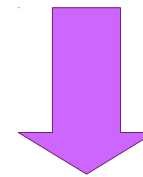
Environnement

Incidents
Accidents



Individu

Charge cognitive
Stress
Fatigue



Signal de parole

Fréquence
Intensité

Projet Biovoc

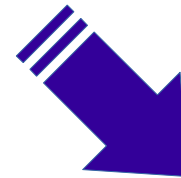


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

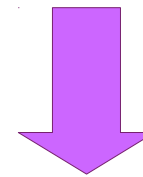
Environnement

Incidents
Accidents



Individu

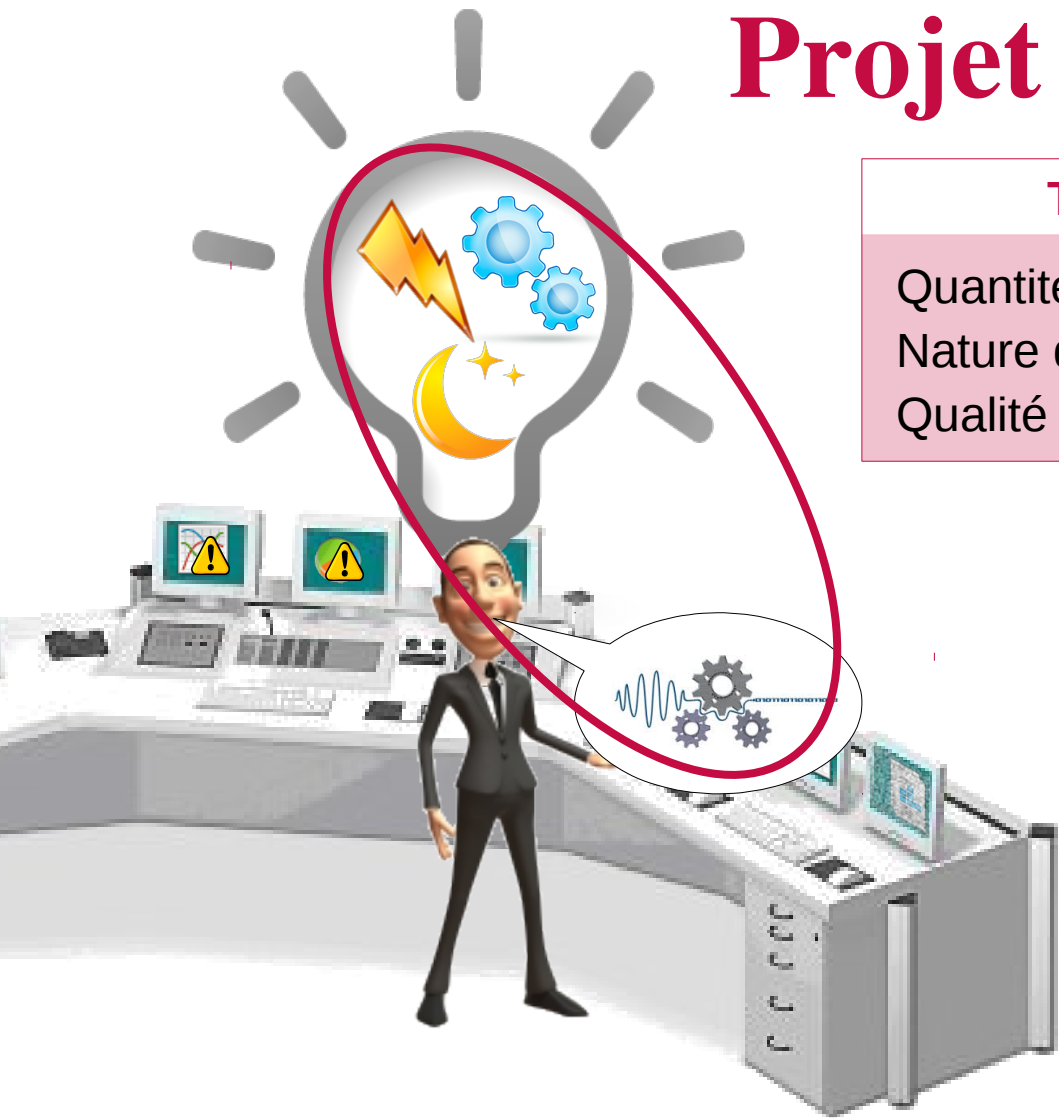
Charge cognitive
Stress
Fatigue



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

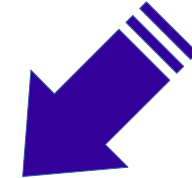
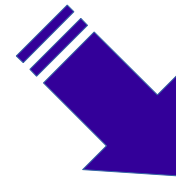


Tâche

Quantité d'informations
Nature des informations
Qualité des informations

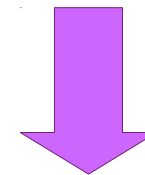
Environnement

Incidents
Accidents



Individu

Charge cognitive
Stress
Fatigue

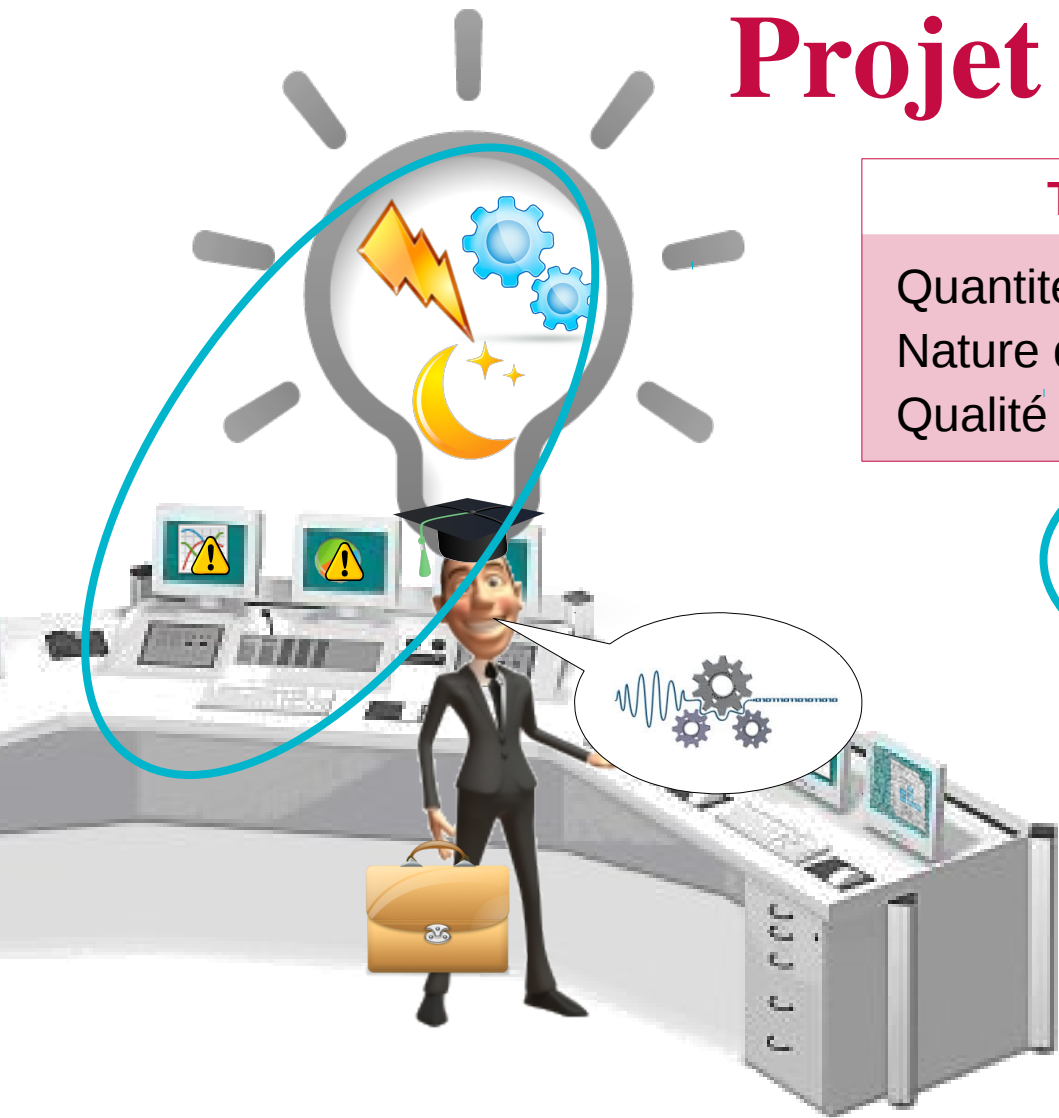


Signal de parole

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

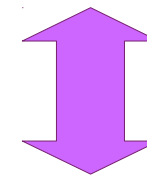
Environnement

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

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3
Âge	27 ans	25 ans	27 ans
Formation initiale	cadre auxiliaire BAC	cadre auxiliaire BAC	cadre de carrière BAC +5
Niveau de qualification	formation basique au combat	formation au combat terminée aucune mission	formation basique au combat
Nombre d'heures de vol sur F-16	150	350	200
Grade	capitaine	sous-lieutenant	capitaine
Niveau d'anxiété STAI-Y Trait	moyen	moyen	moyen
Stratégies de coping	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

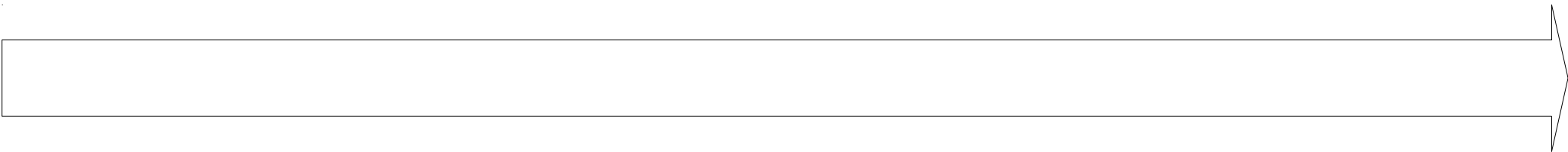
	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3
Âge	27 ans	25 ans	27 ans
Formation initiale	cadre auxiliaire BAC	cadre auxiliaire BAC	cadre de carrière BAC +5
Niveau de qualification	formation basique au combat	formation au combat terminée aucune mission	formation basique au combat
Nombre d'heures de vol sur F-16	150	350	200
Grade	capitaine	sous-lieutenant	capitaine
Niveau d'anxiété STAI-Y Trait	moyen	moyen	moyen
Stratégies de coping	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 : sujets

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3
Âge	27 ans	25 ans	27 ans
Formation initiale	cadre auxiliaire BAC	cadre auxiliaire BAC	cadre de carrière BAC +5
Niveau de qualification	formation basique au combat	formation au combat terminée aucune mission	formation basique au combat
Nombre d'heures de vol sur F-16	150	350	200
Grade	capitaine	sous-lieutenant	capitaine
Niveau d'anxiété STAI-Y Trait	moyen	moyen	moyen
Stratégies de coping	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 : 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)



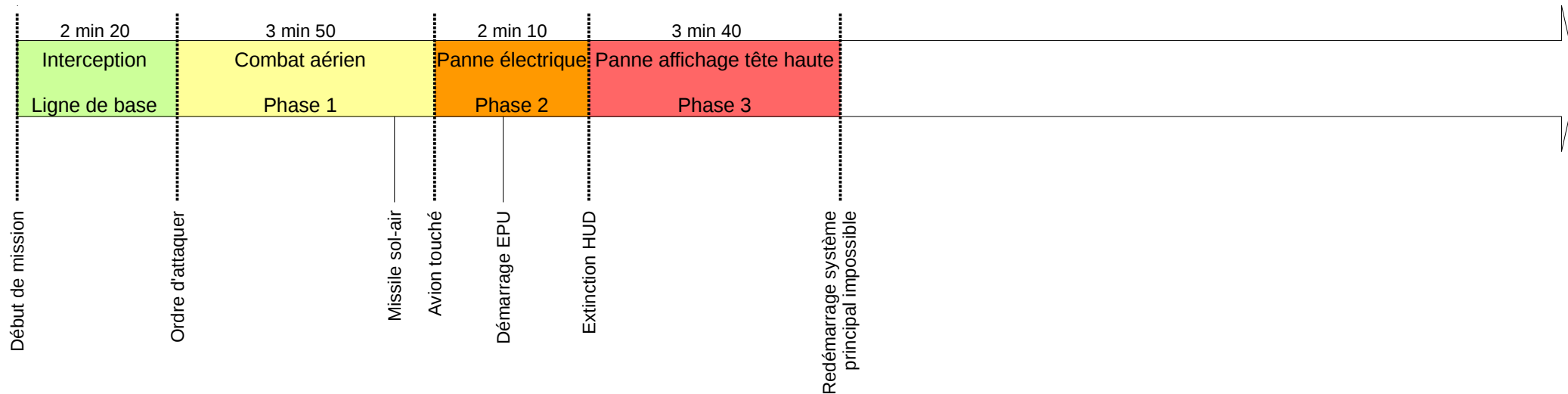
Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



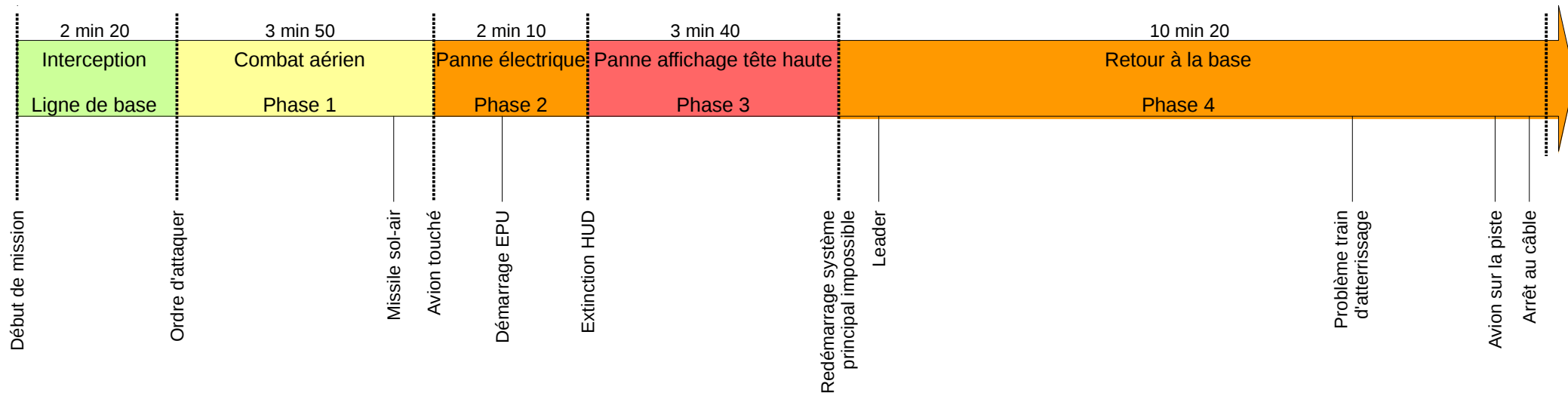
Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



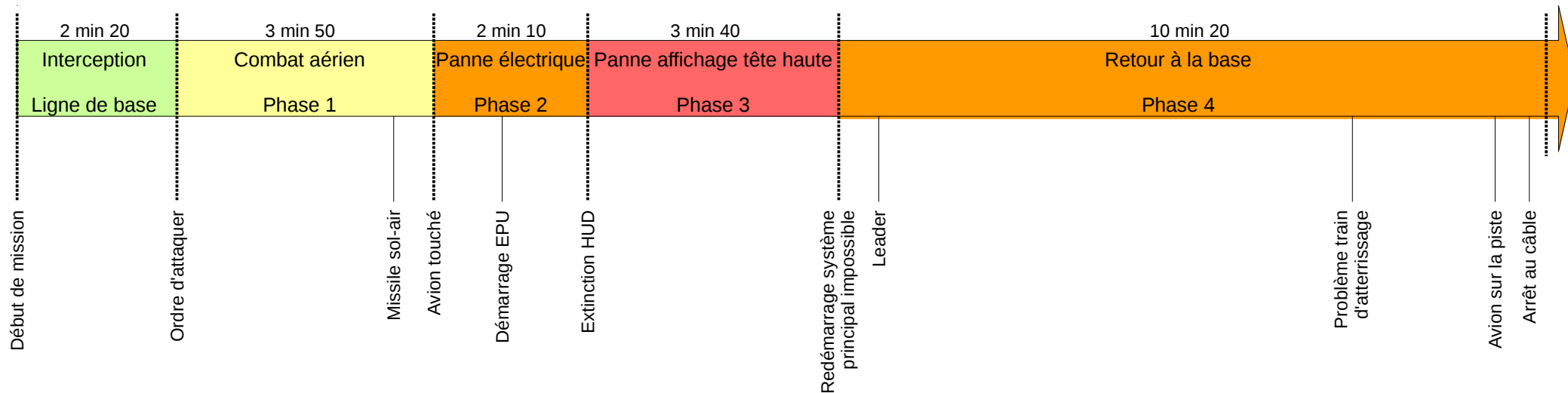
Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)

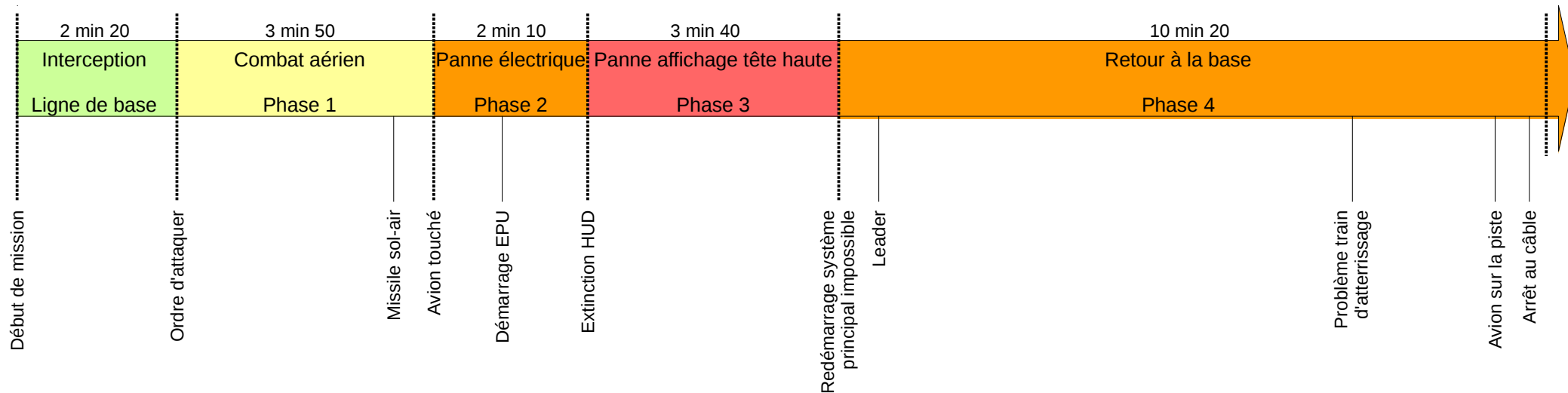


VI : complexité de la tâche
⇒ stress induit par la charge cognitive

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

Méthodologie : dispositif expérimental

Scénario a priori (Huttunen et al., 2011)



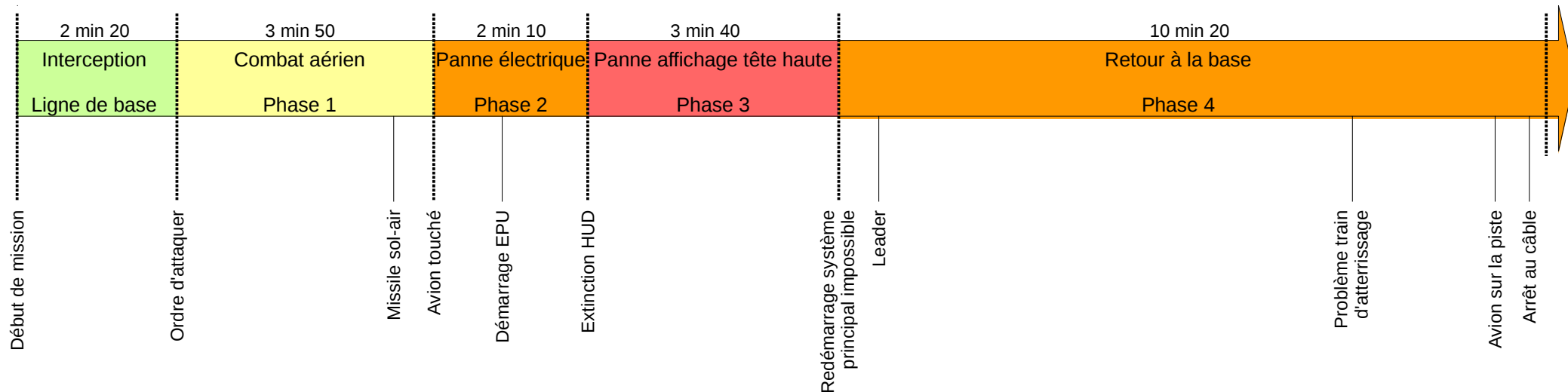
VI : complexité de la tâche ⇒ stress induit par la charge cognitive

- 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

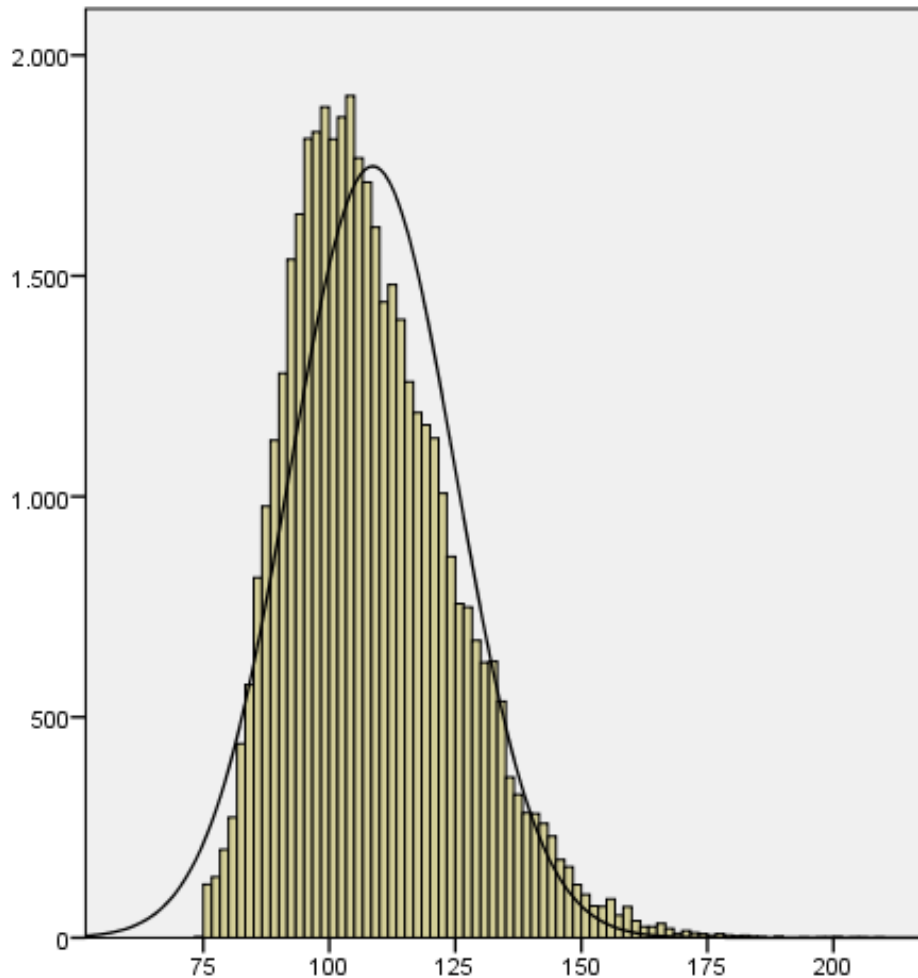
Valeur harmonique

F0 → Valeur Harmonique

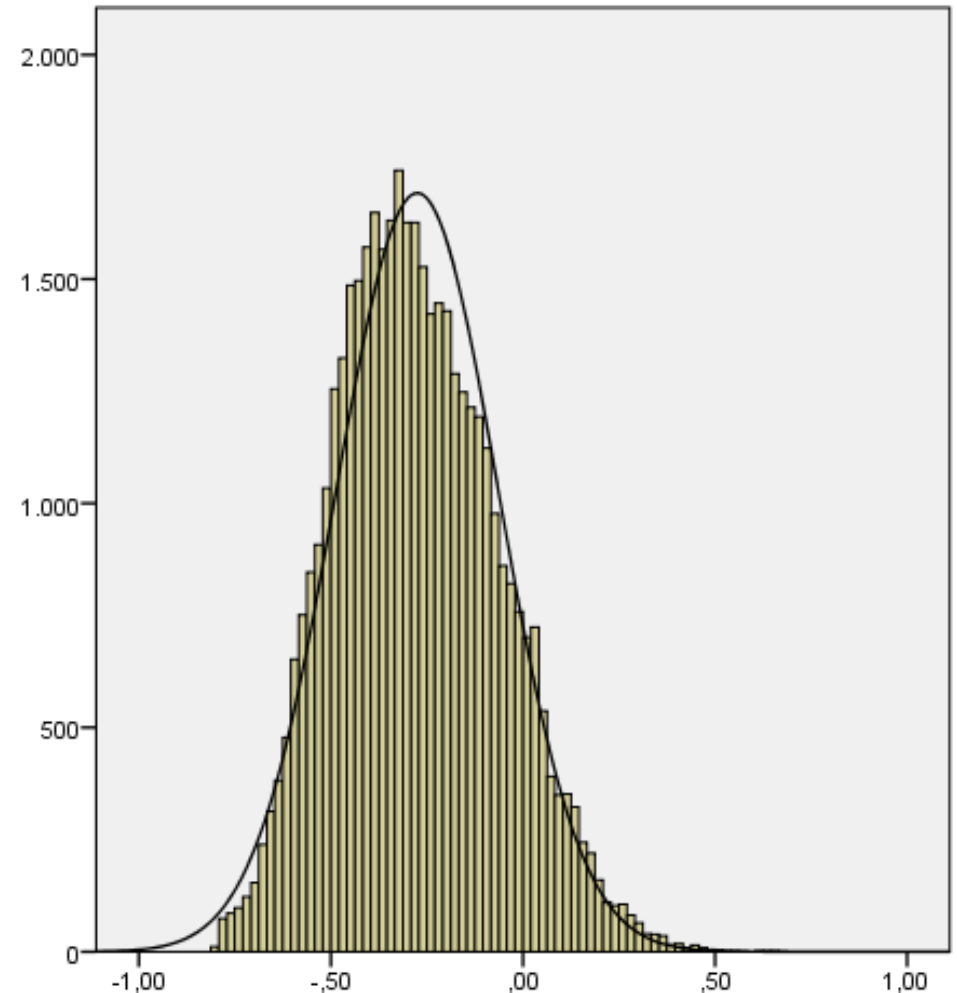
Relation harmonique entre deux valeurs
indépendamment de la fréquence de départ

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

Normalisation des données



F0, asymétrie : .735

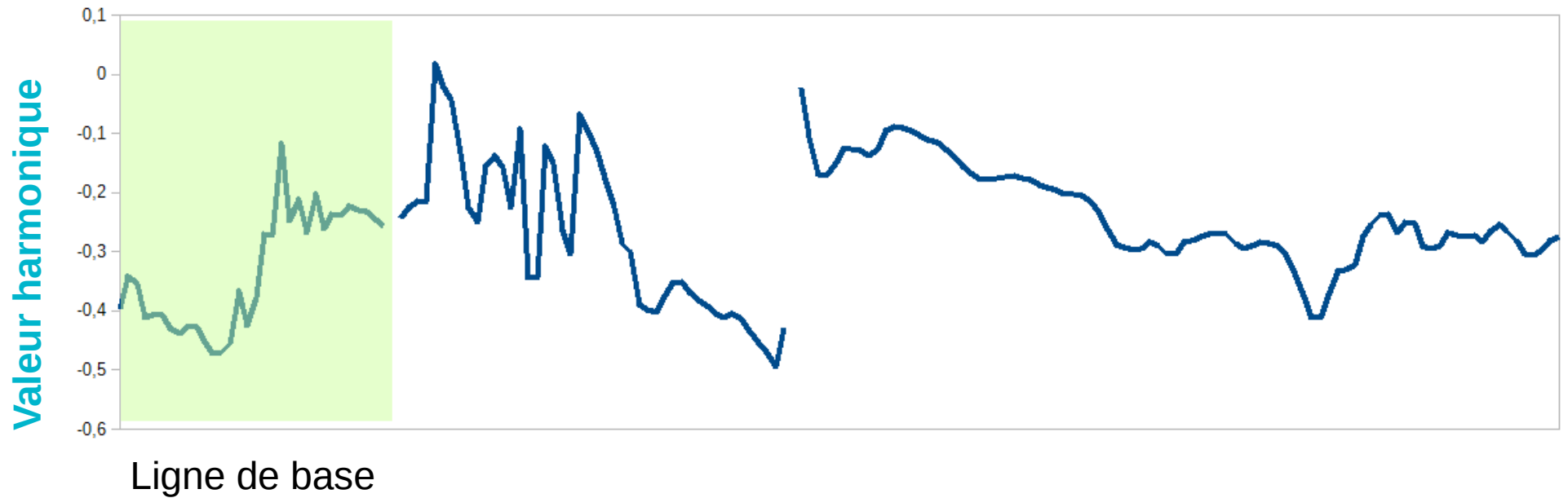


VH, asymétrie : .325

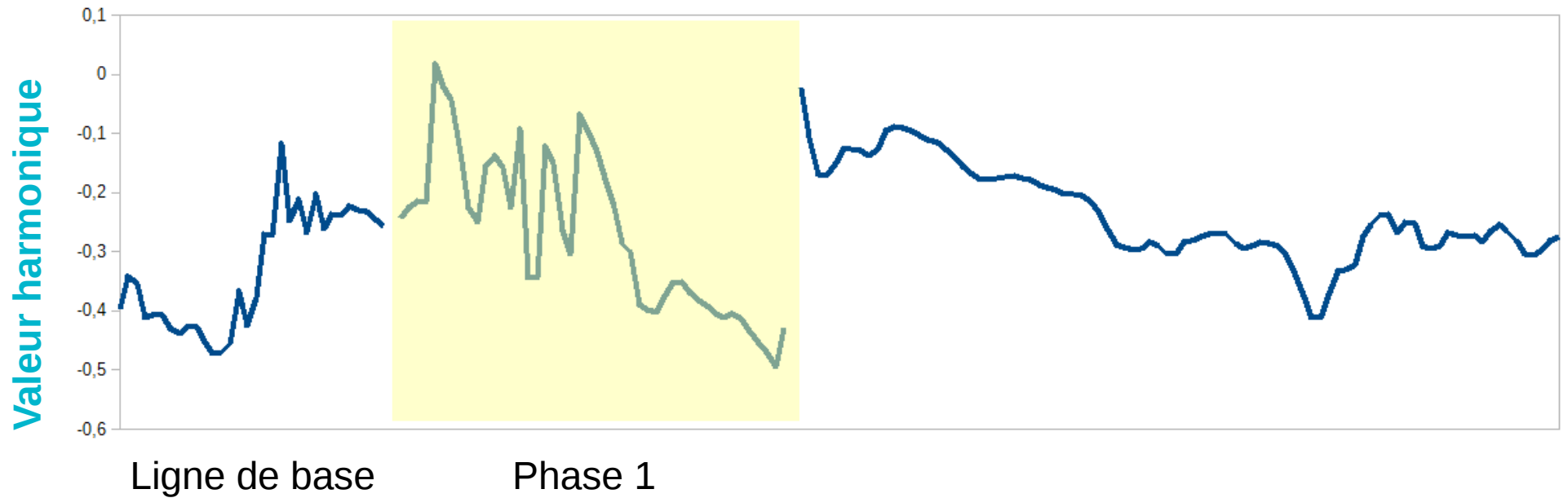
Ecart mélodique



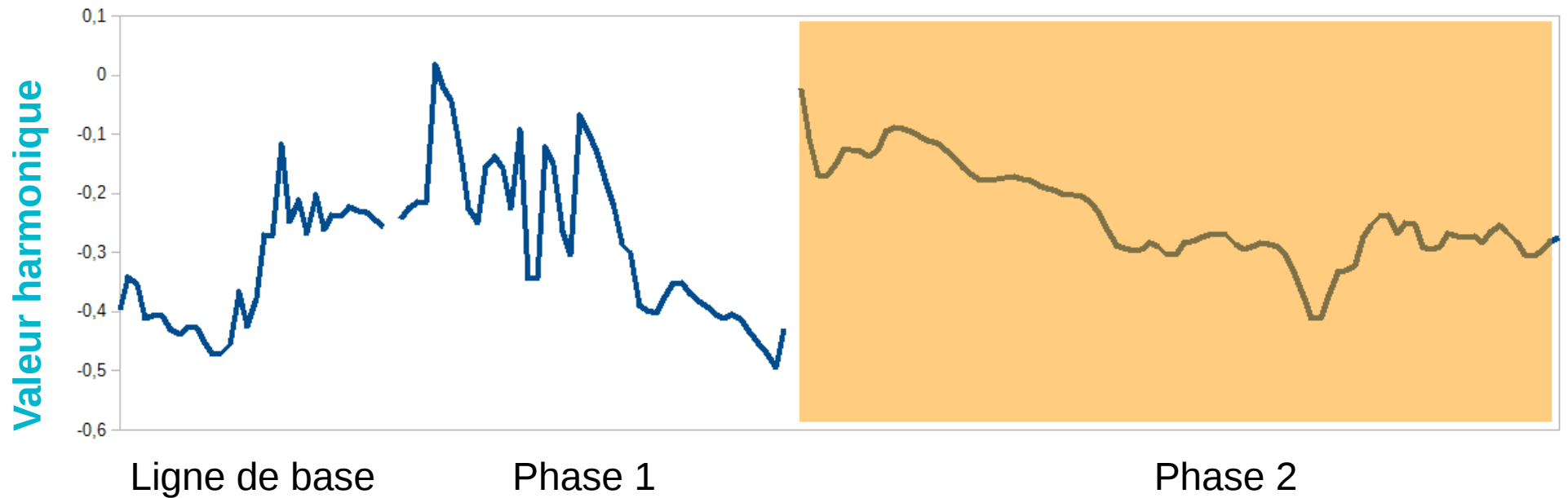
Ecart mélodique



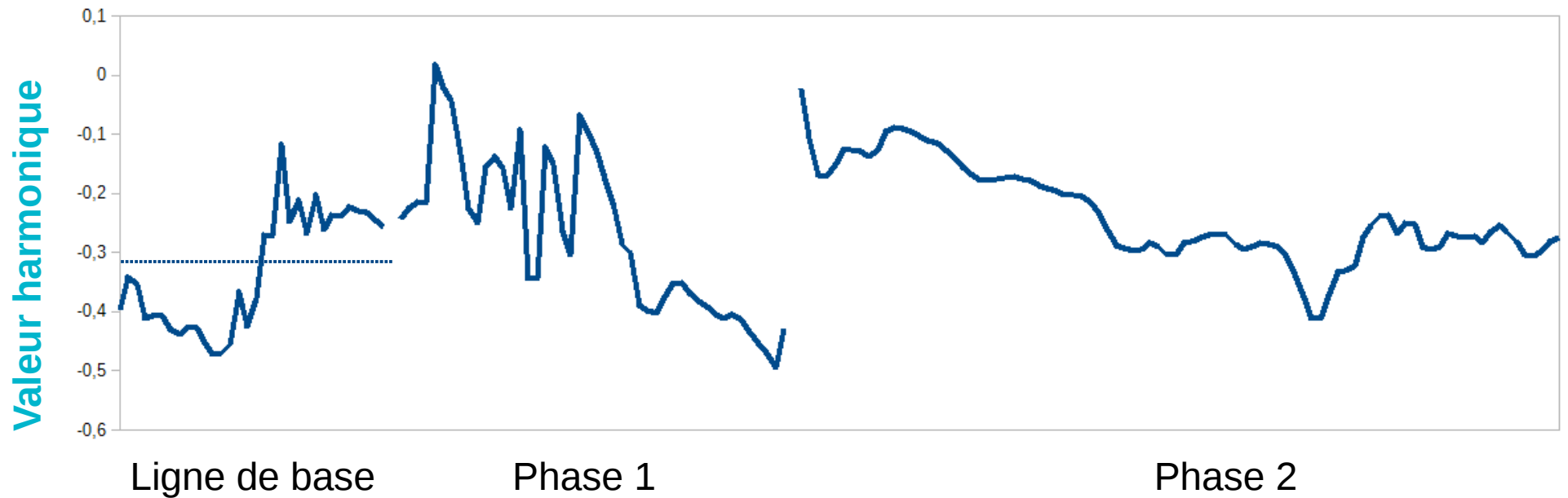
Ecart mélodique



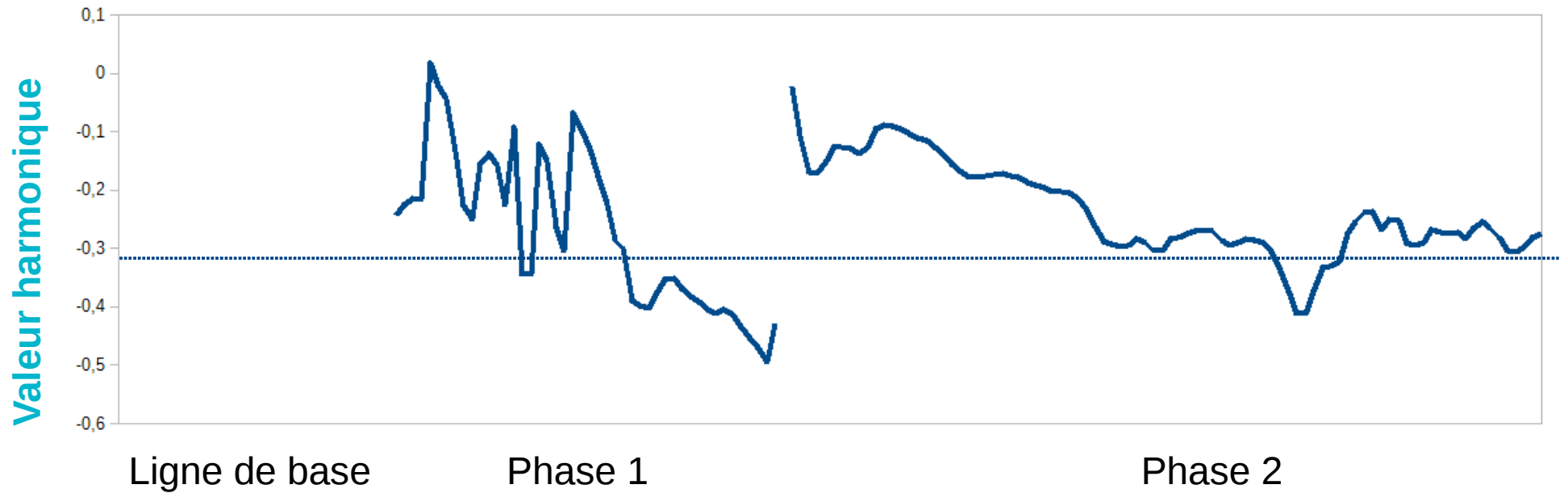
Ecart mélodique



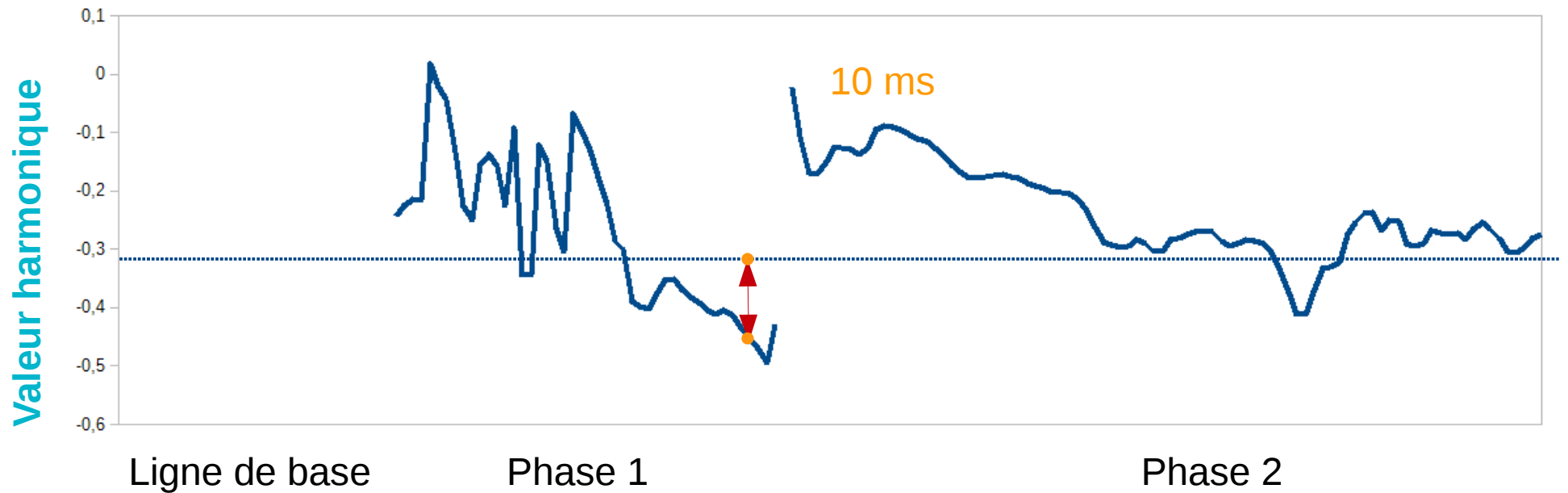
Ecart mélodique



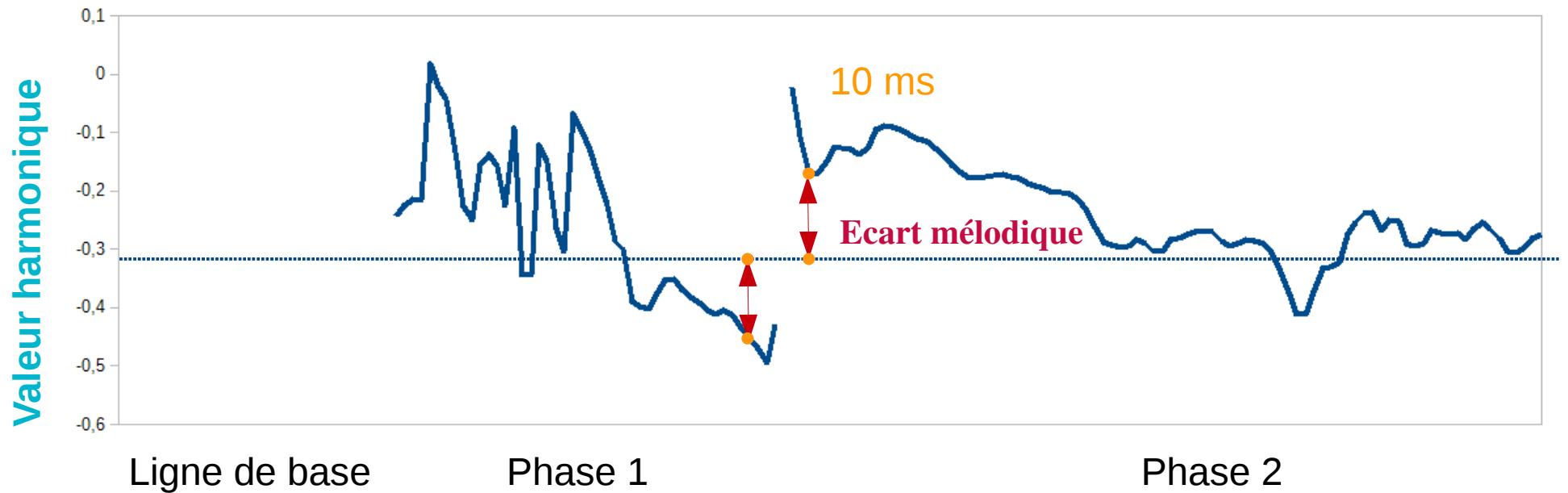
Ecart mélodique



Ecart mélodique

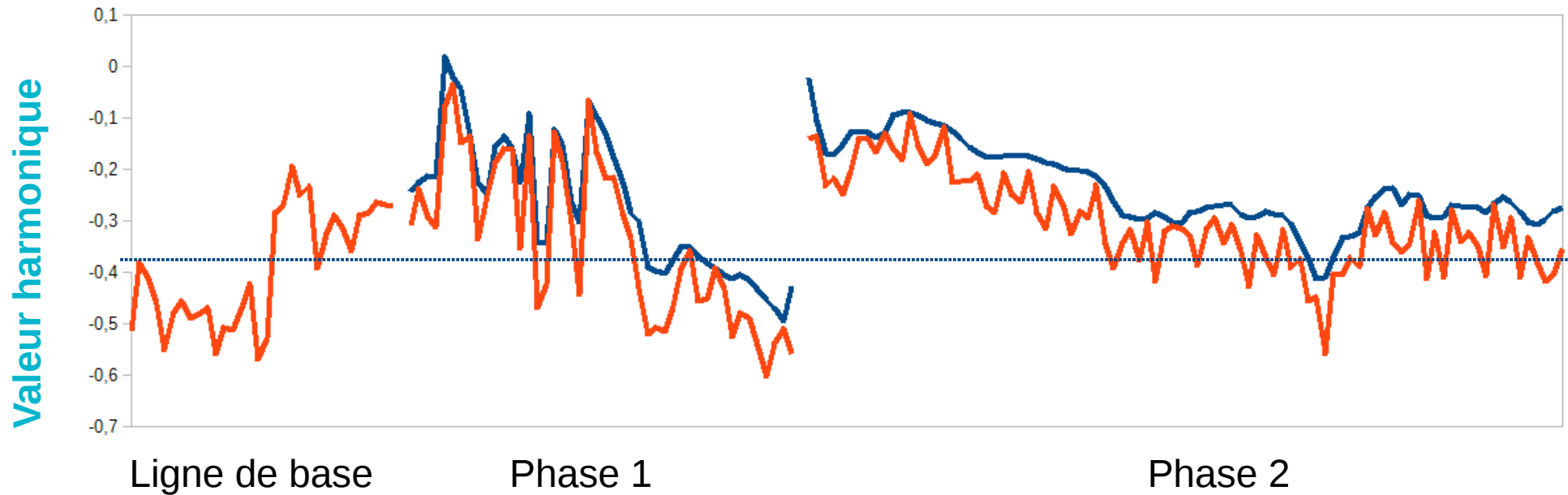


Ecart mélodique



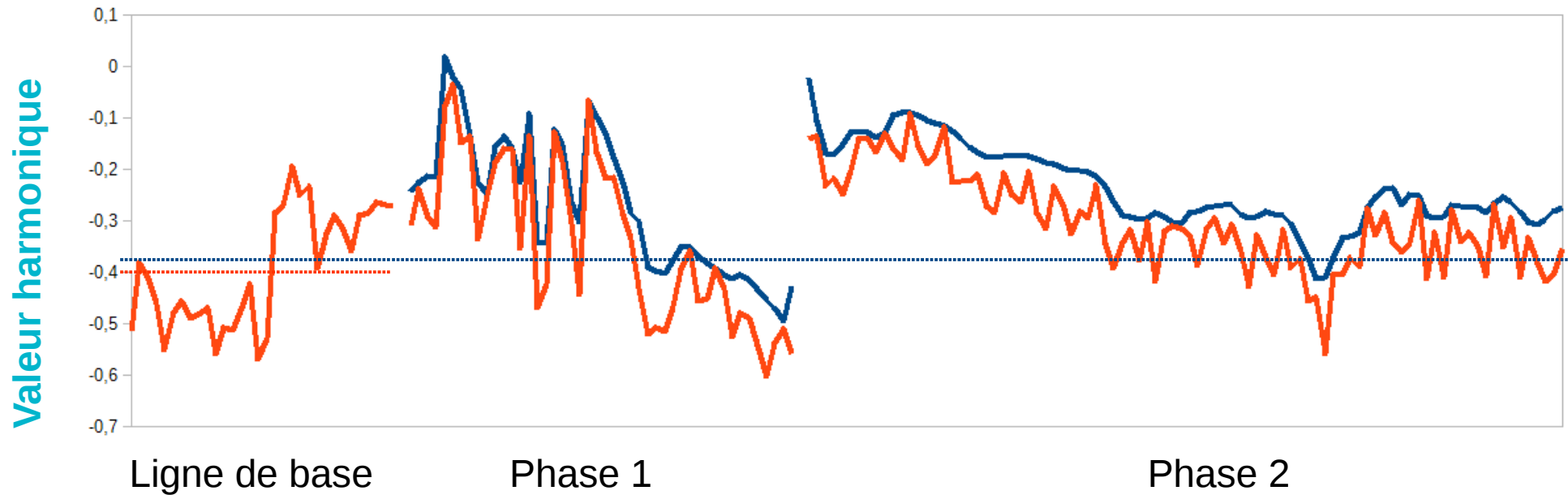
$$EM = VH - \overline{VH}_{(ligne\ base)}$$

Ecart mélodique



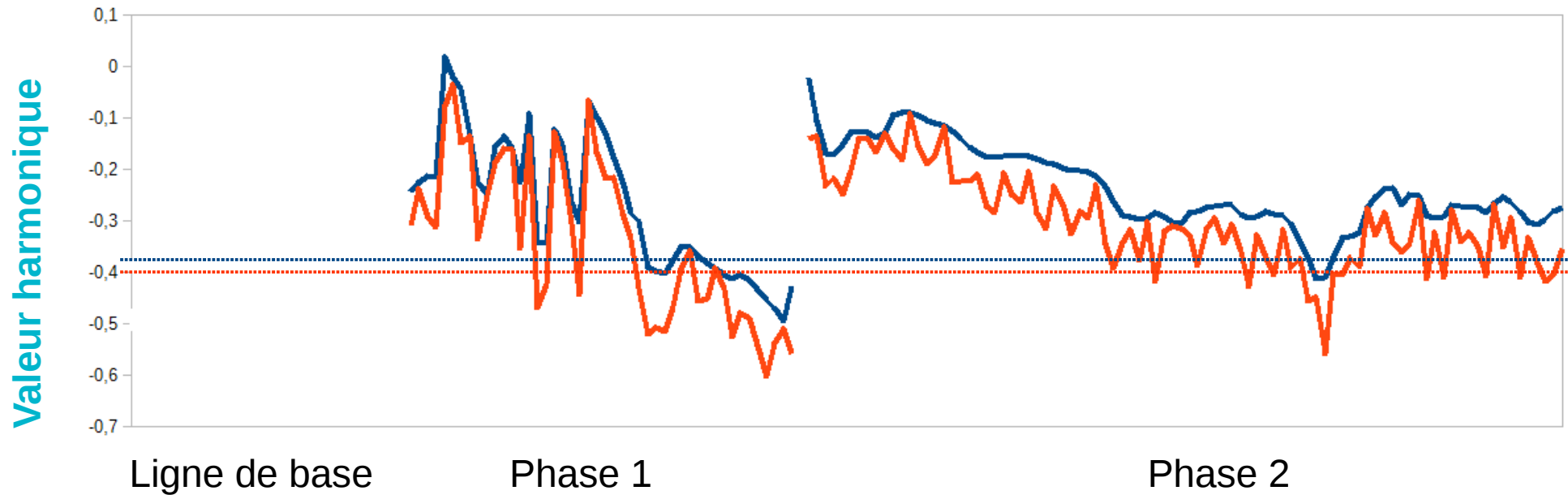
$$EM = VH - \overline{VH}_{\text{(ligne base)}}$$

Ecart mélodique



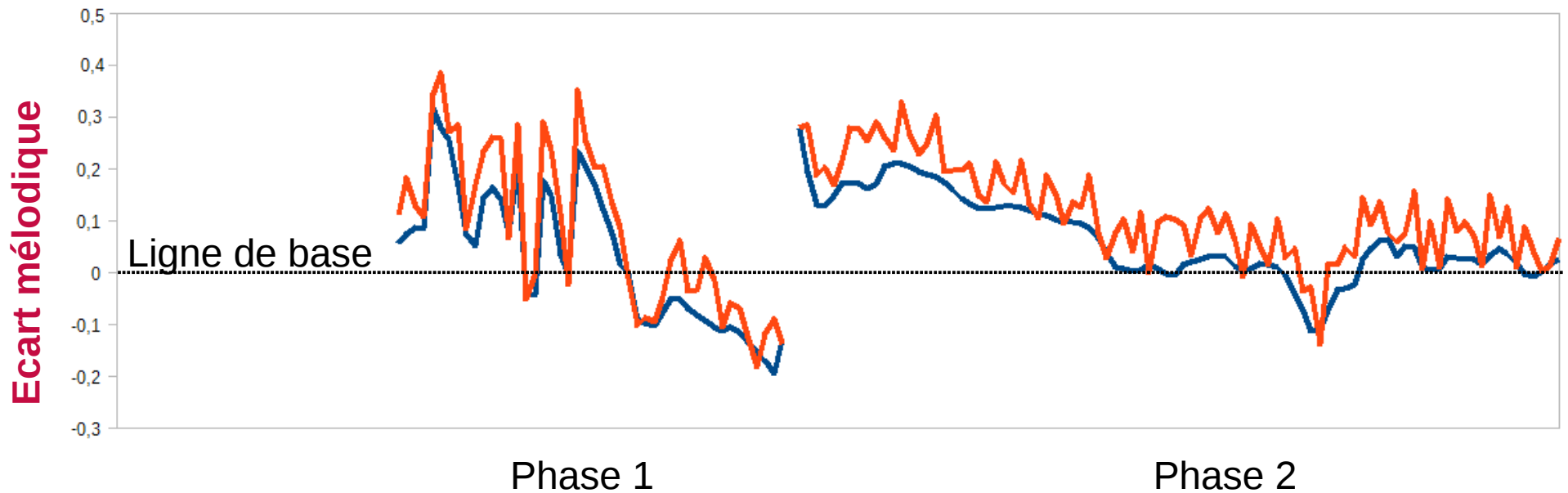
$$EM = VH - \overline{VH}_{\text{(ligne base)}}$$

Ecart mélodique



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

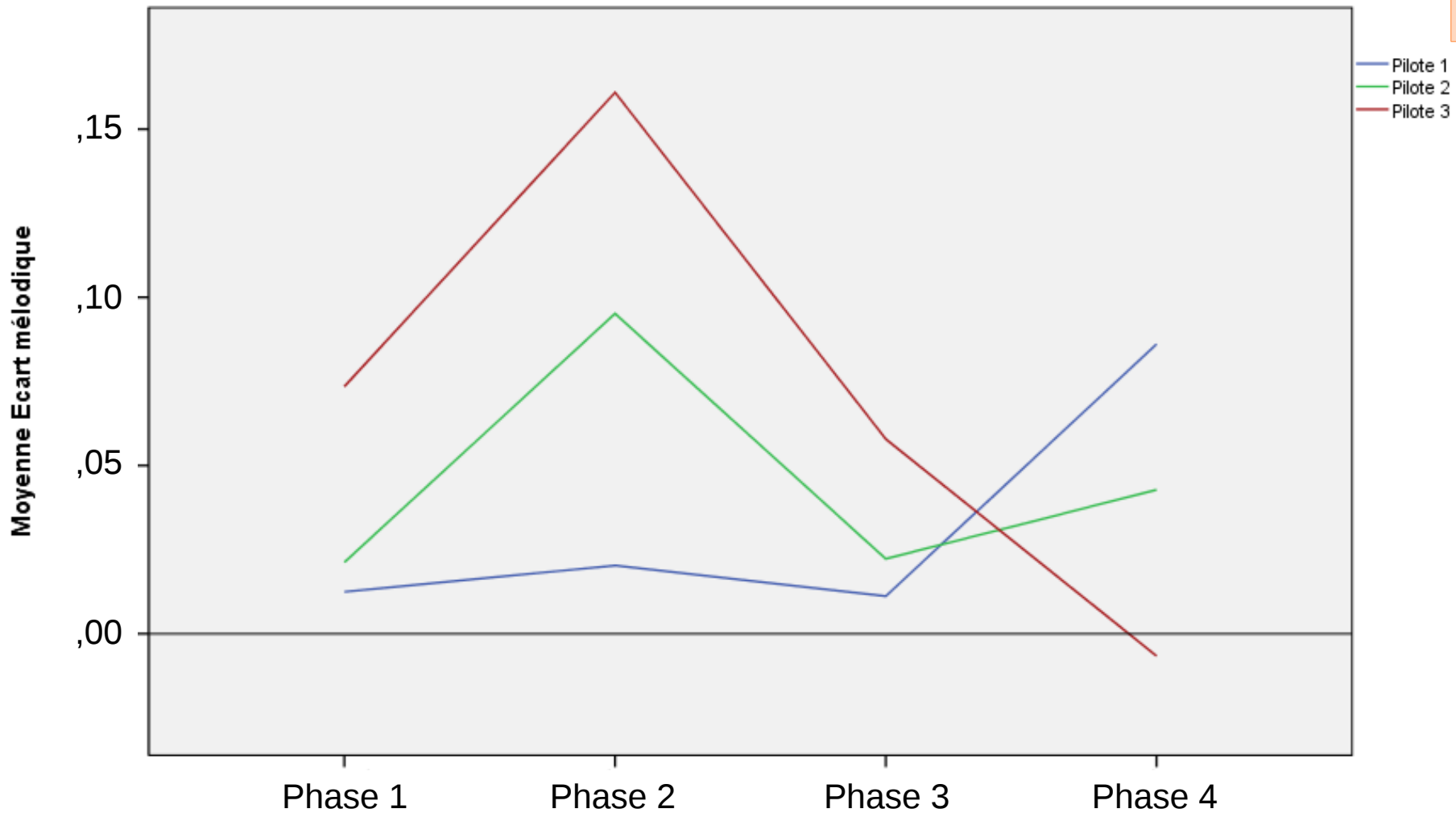
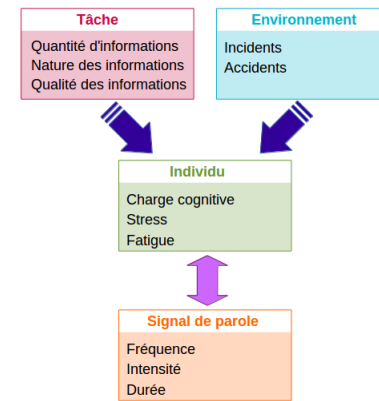
Ecart mélodique



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

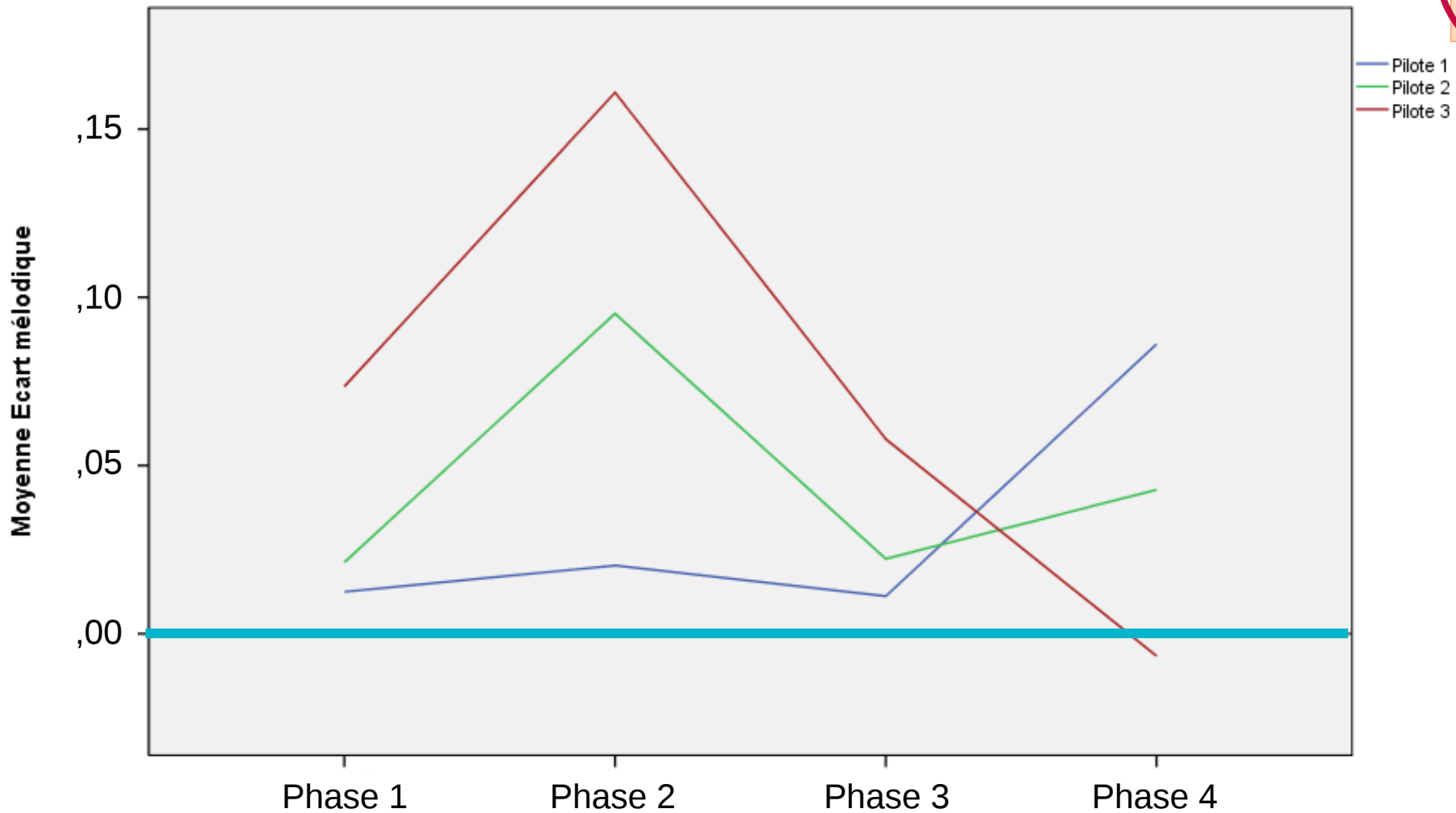
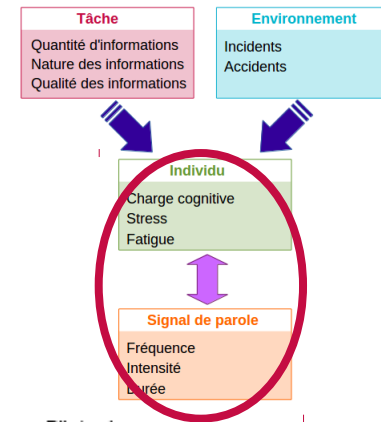
Résultats

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



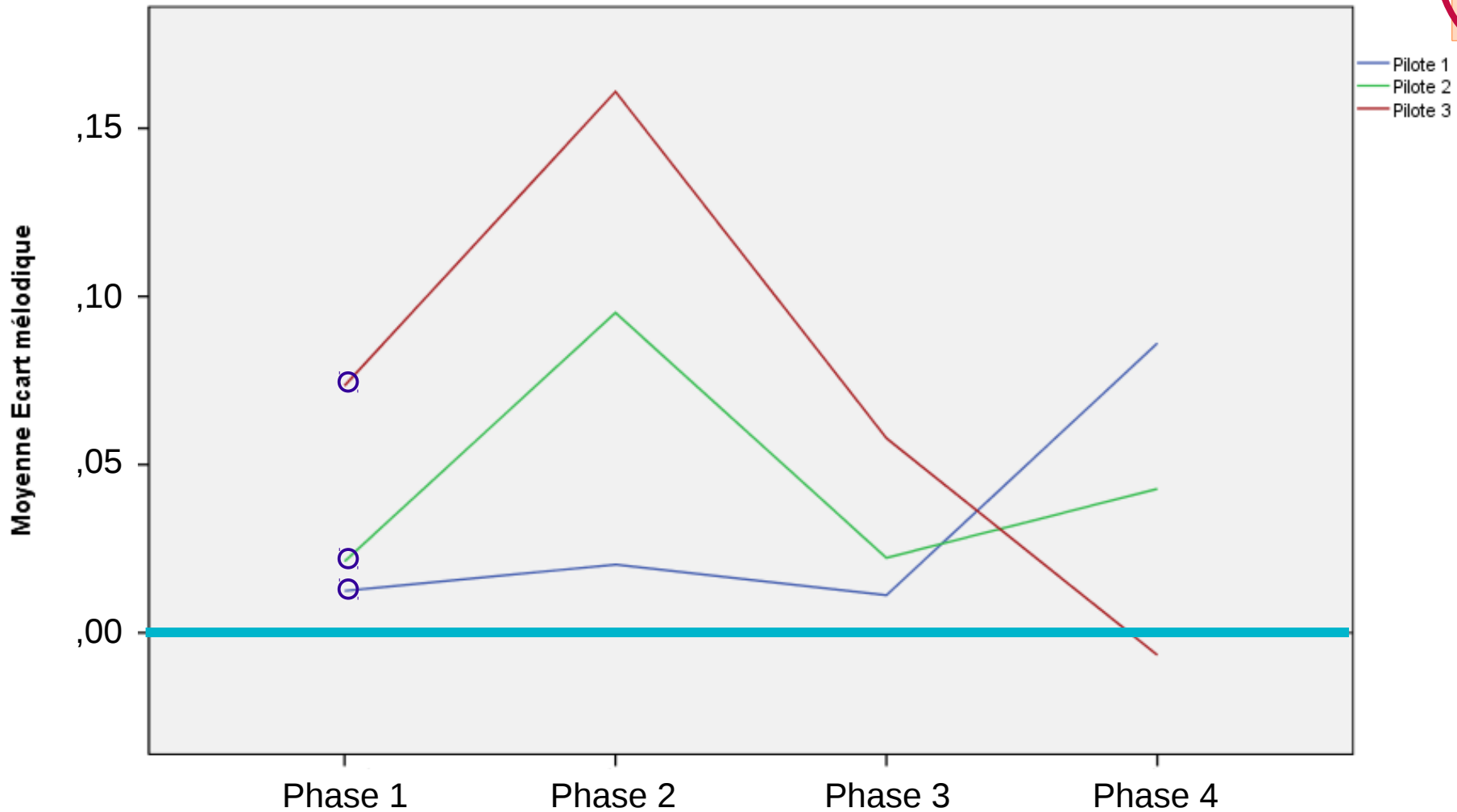
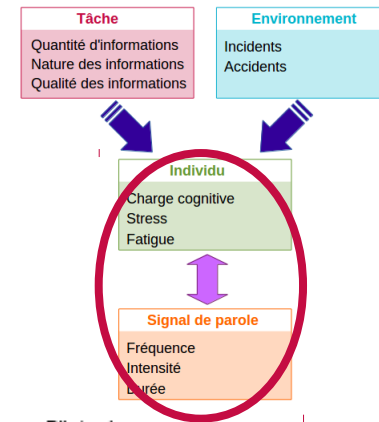
Résultats

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



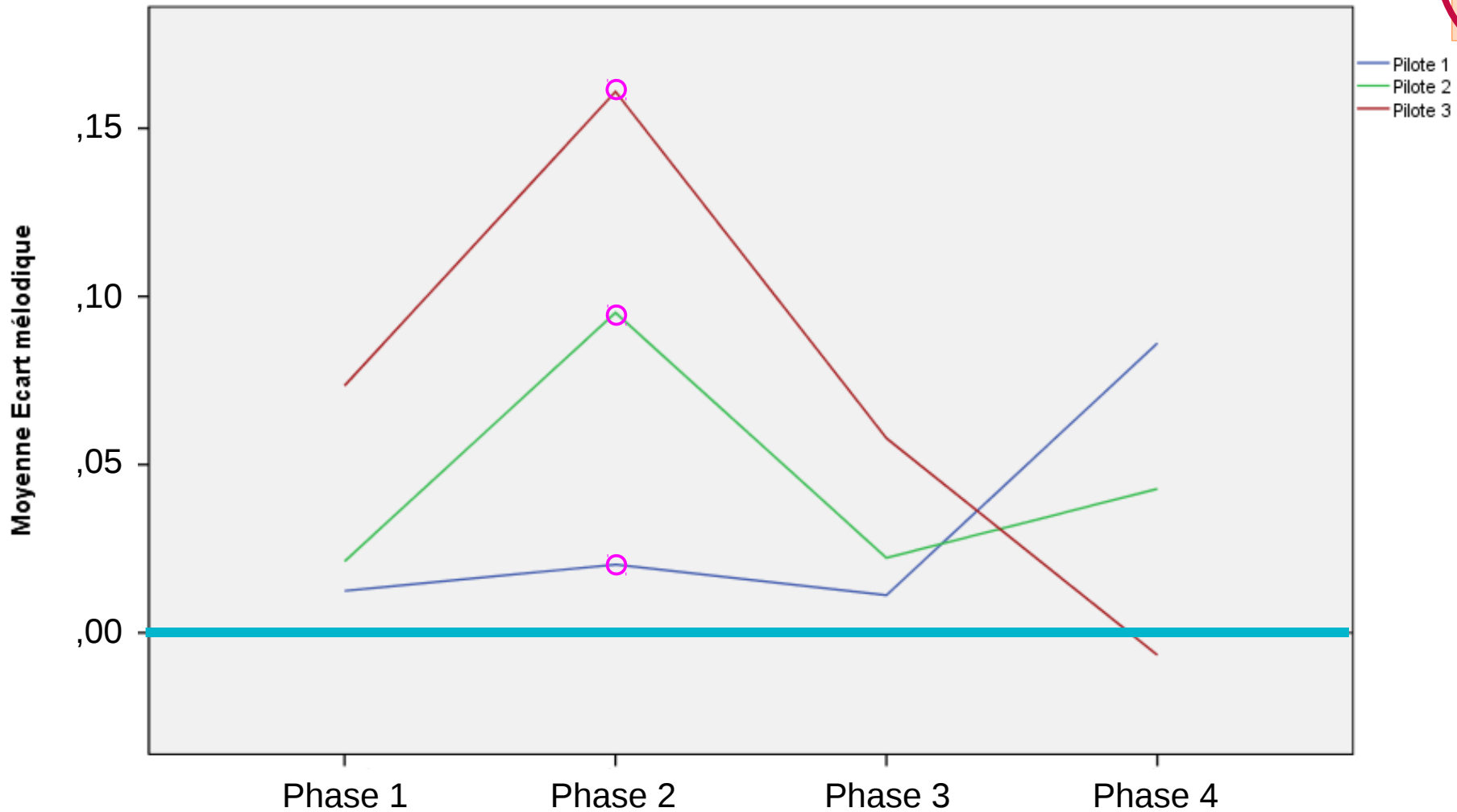
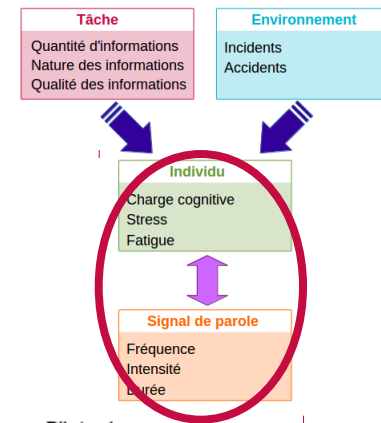
Résultats

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



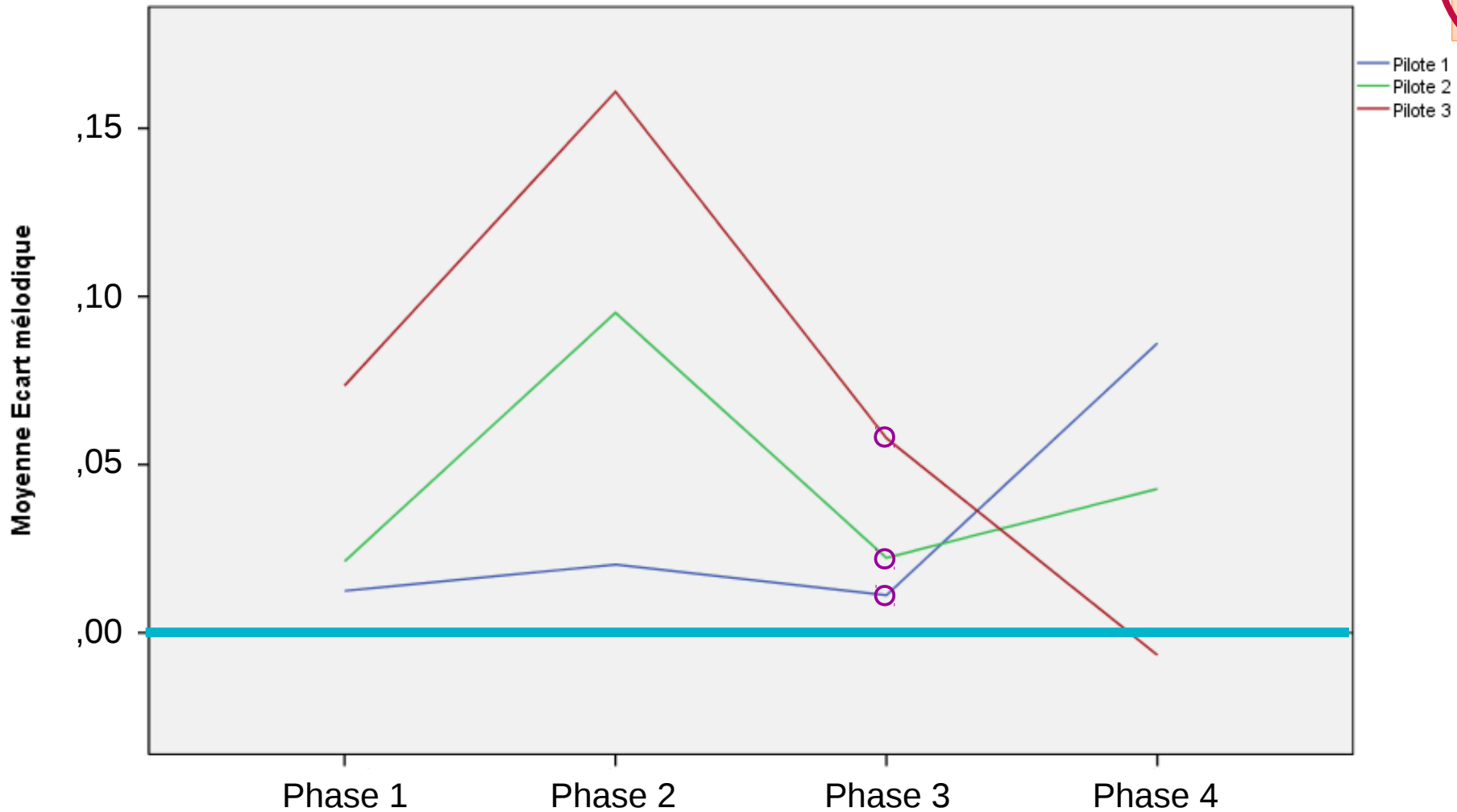
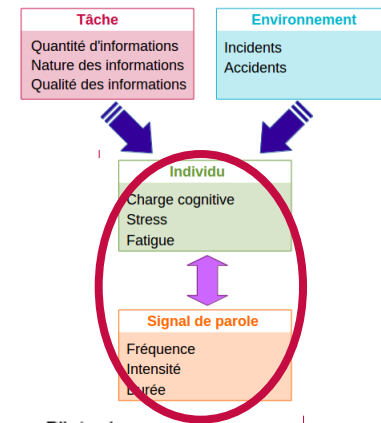
Résultats

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



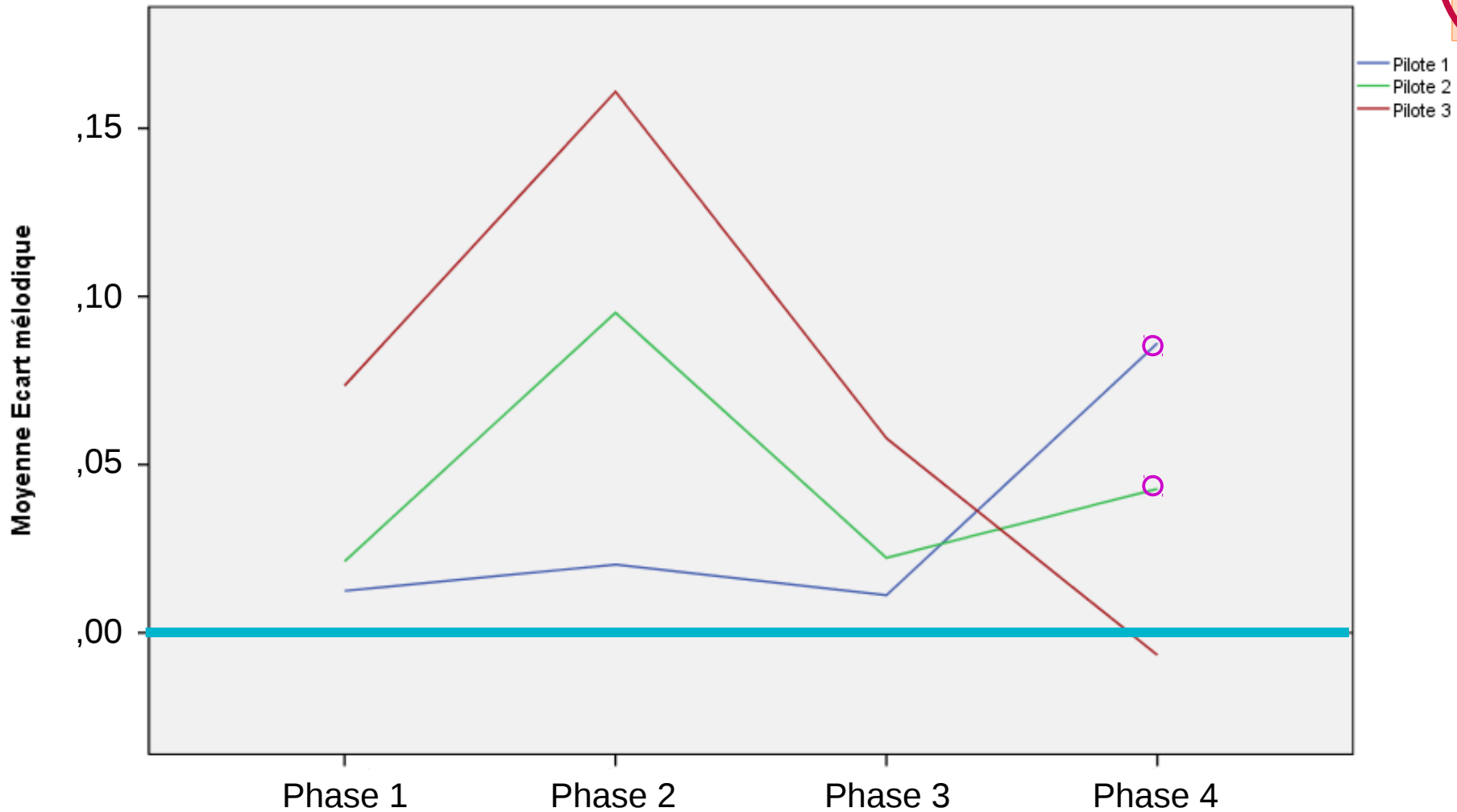
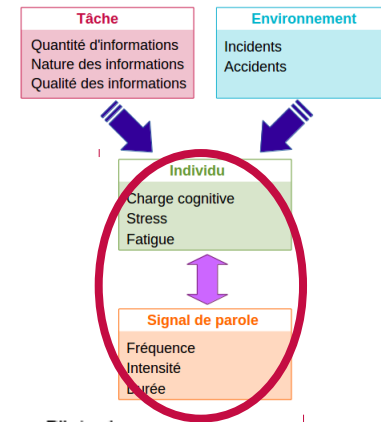
Résultats

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



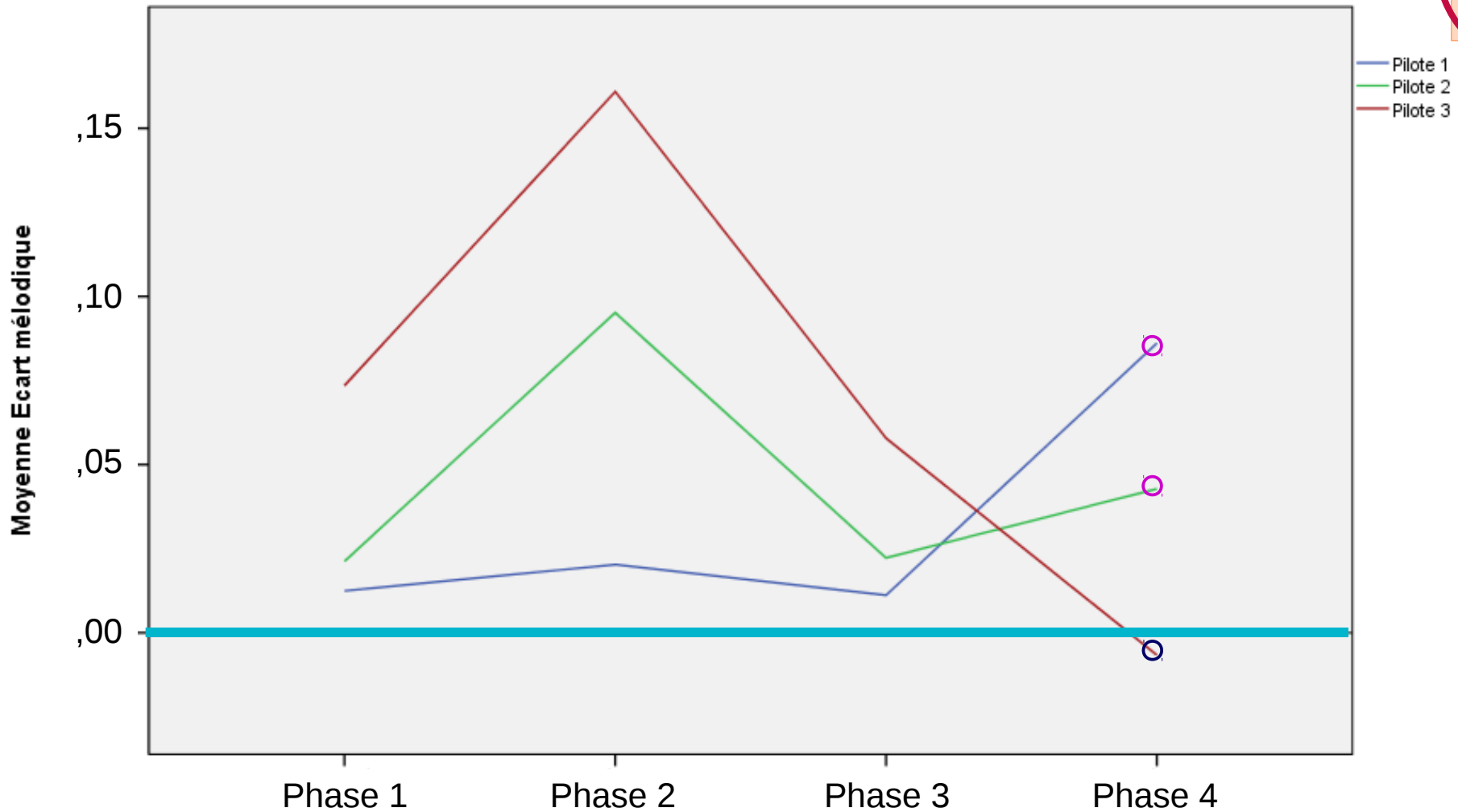
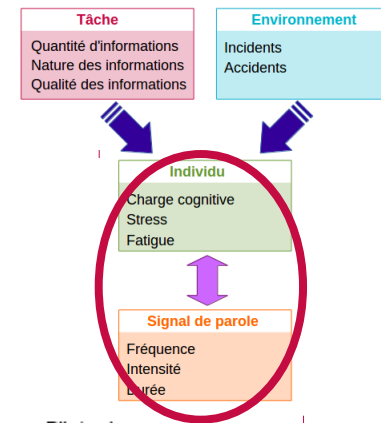
Résultats

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



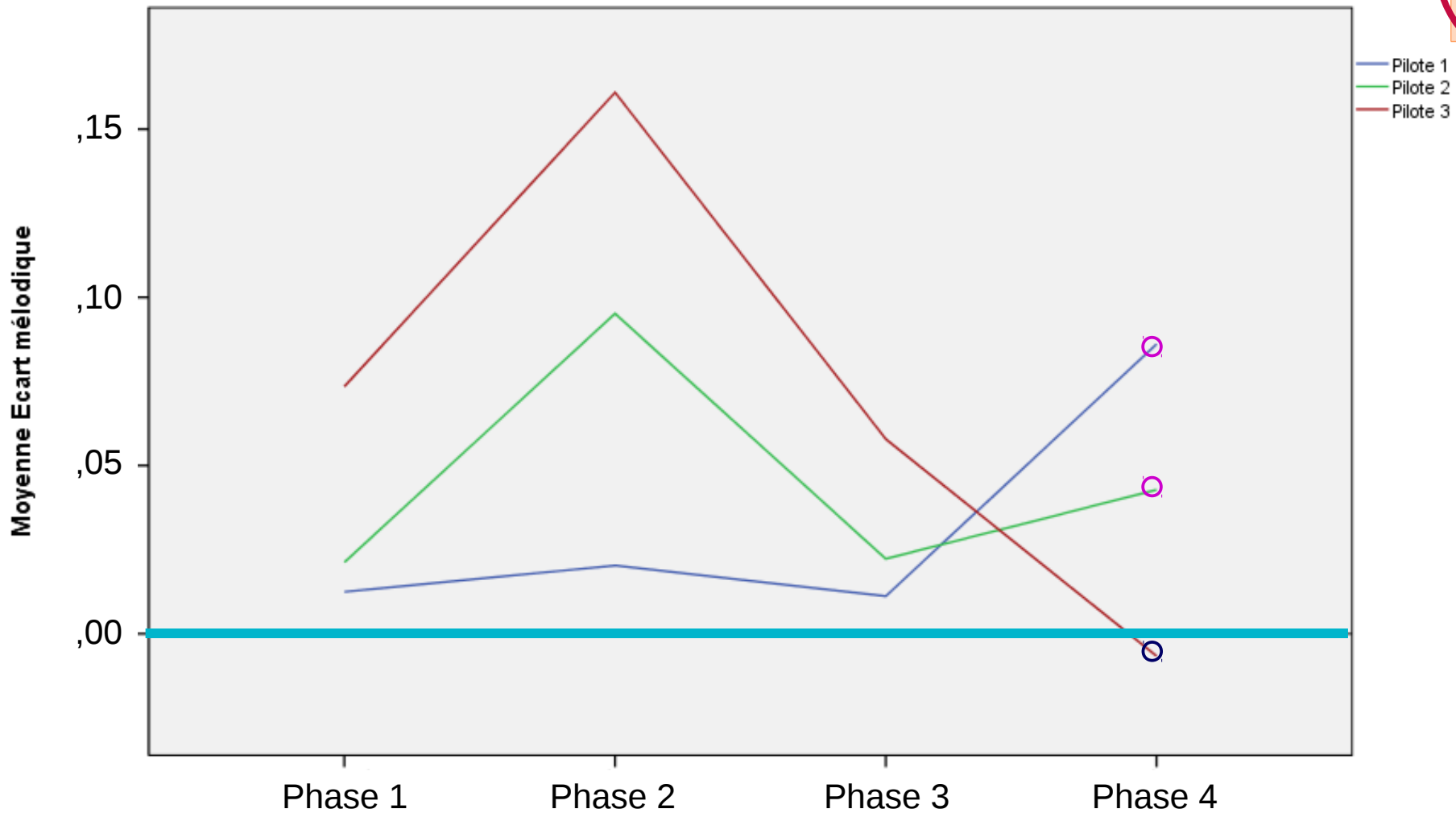
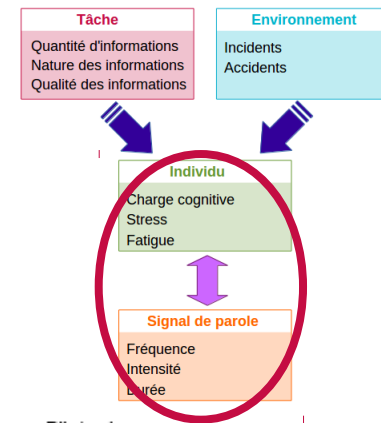
Résultats

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



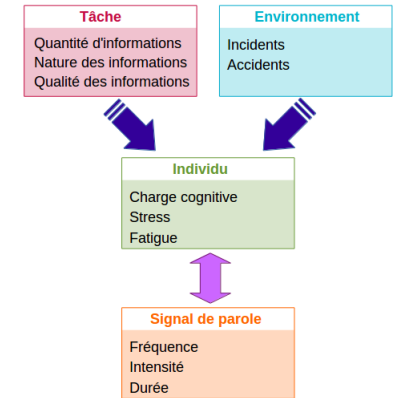
Résultats

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



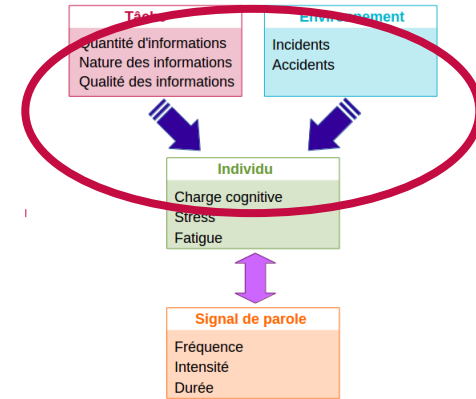
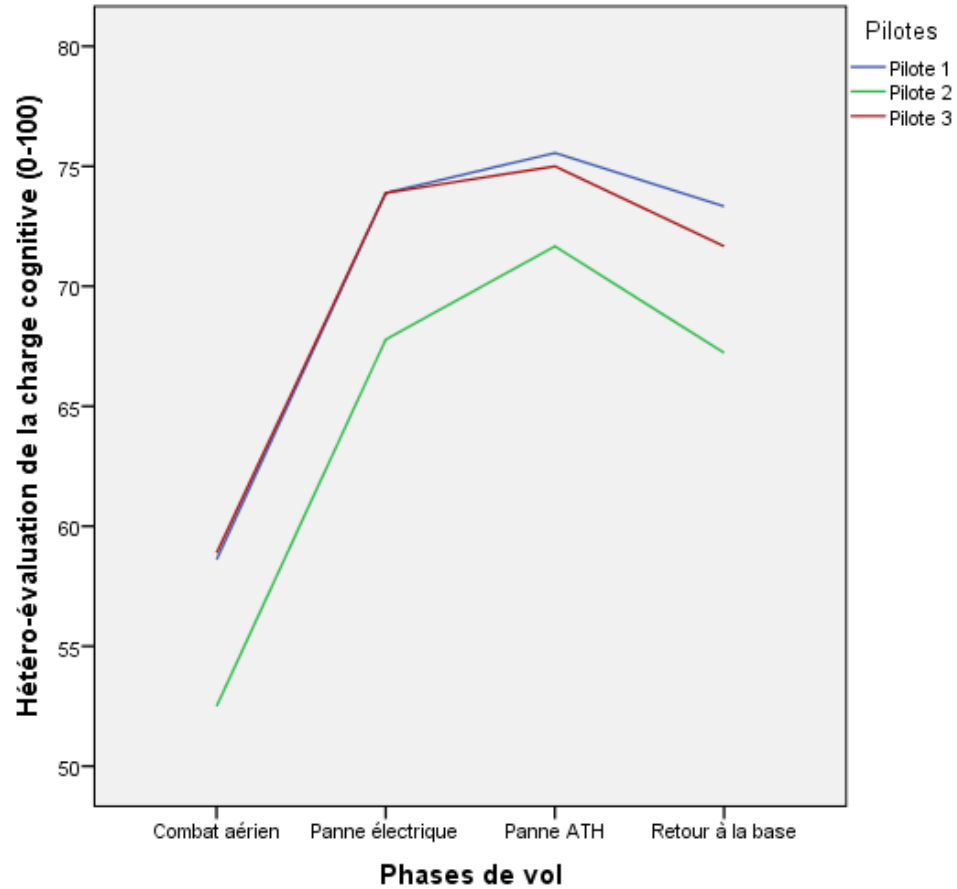
Effet phase*pilote
 $F(8, 43082) = 258,311, p < .001$

Résultats



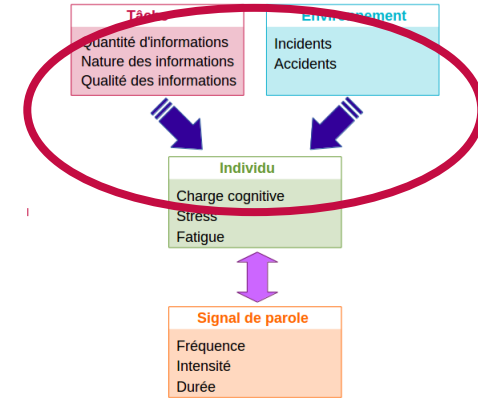
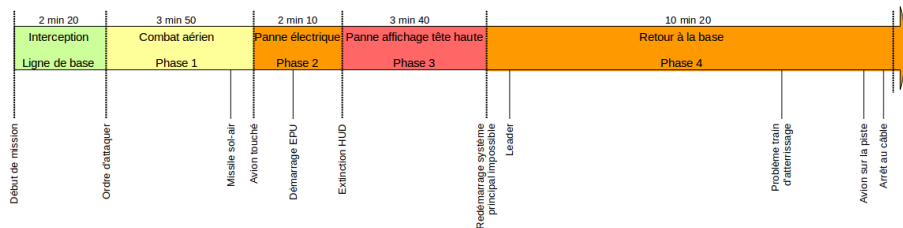
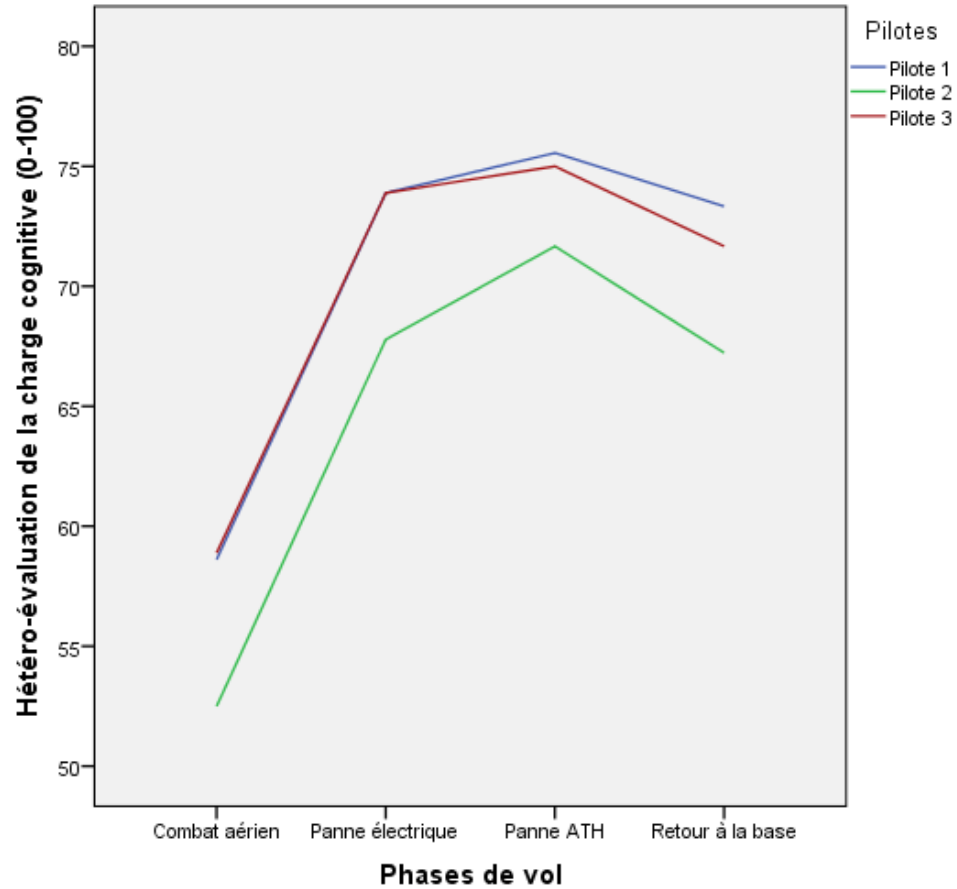
Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori



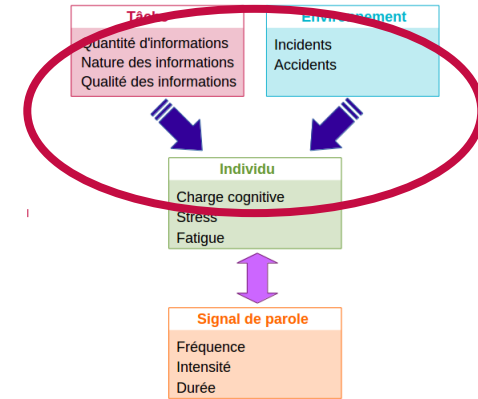
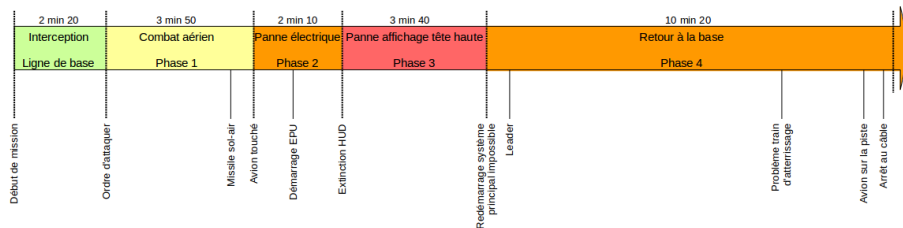
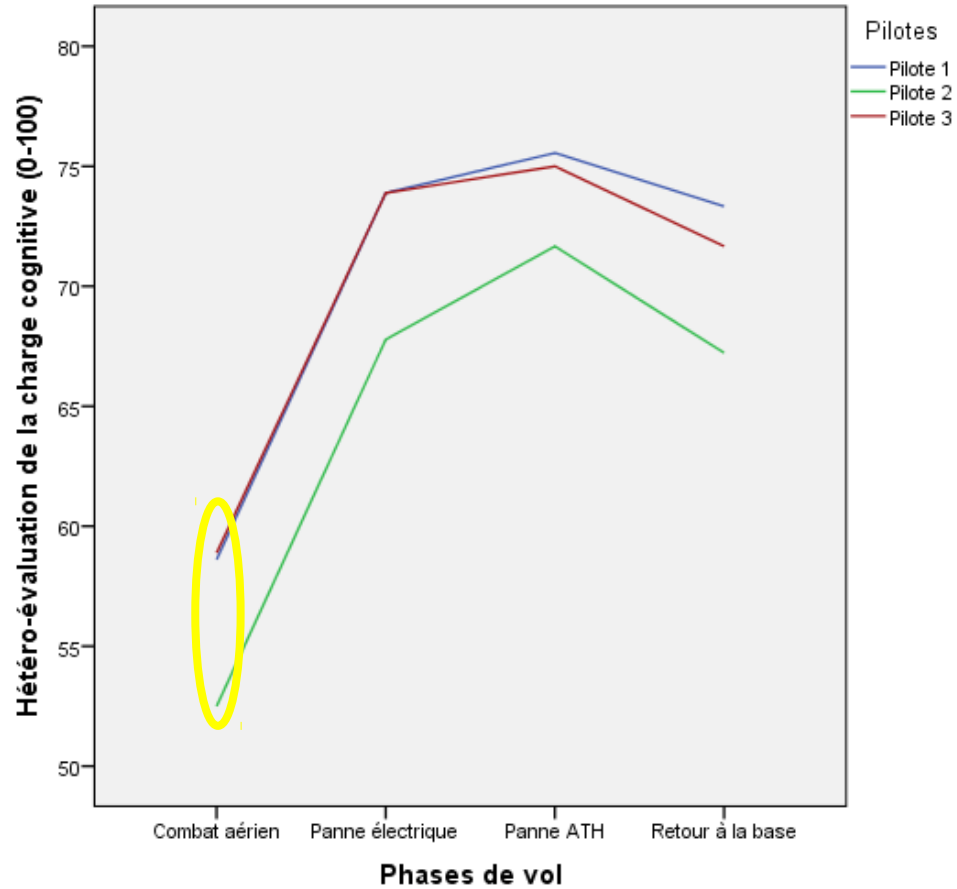
Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori



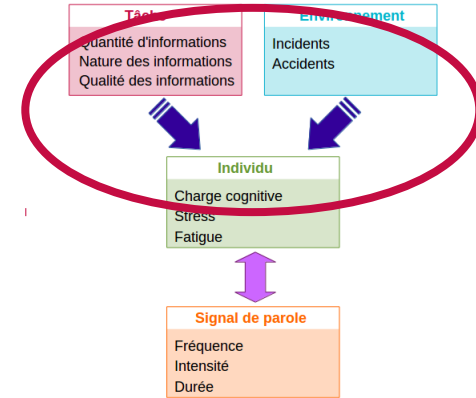
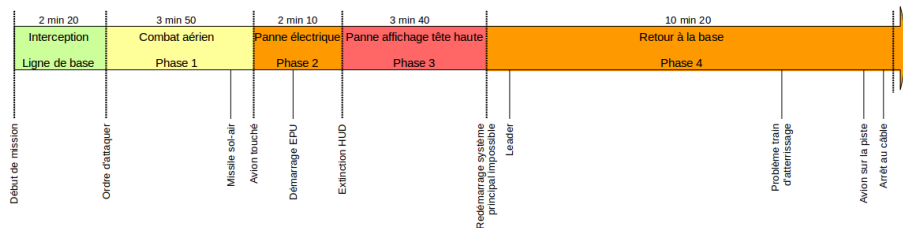
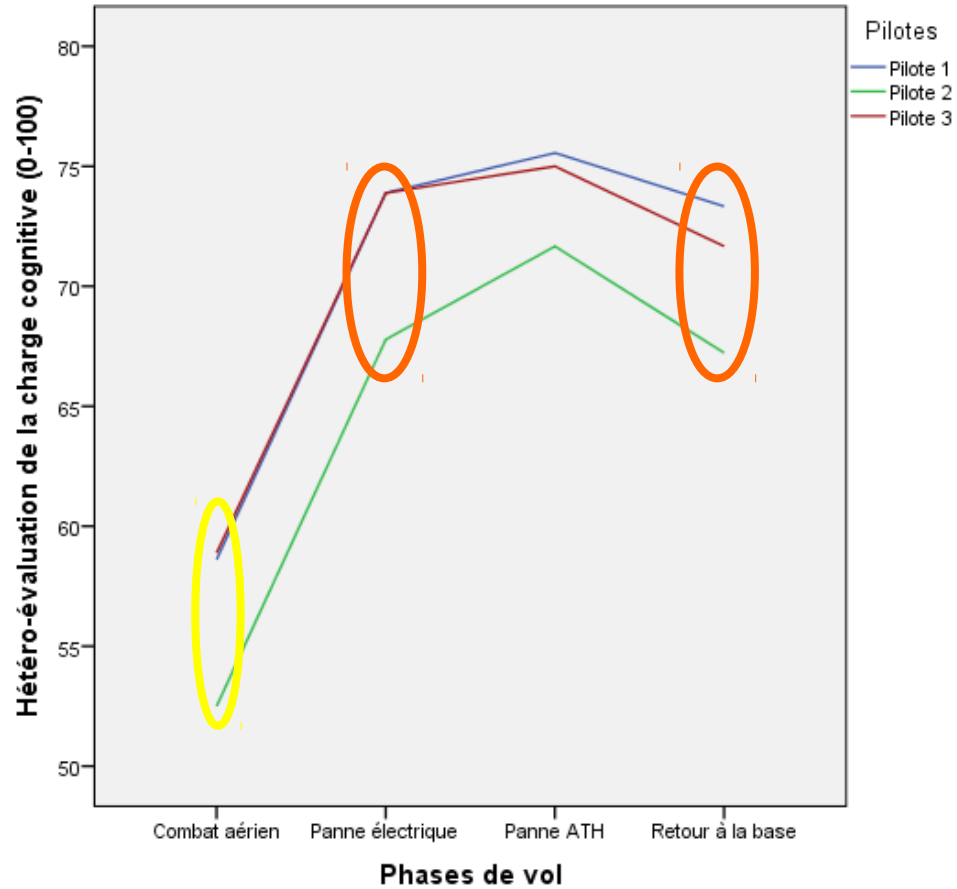
Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori



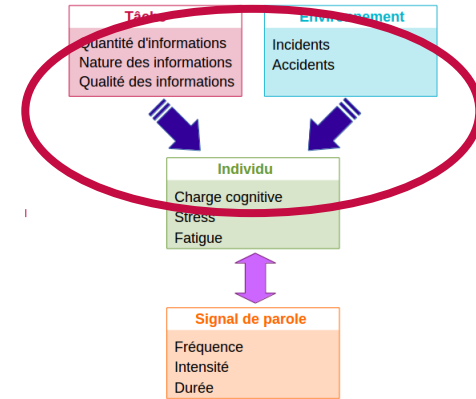
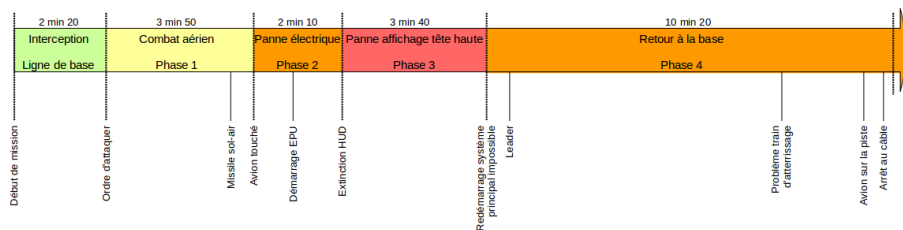
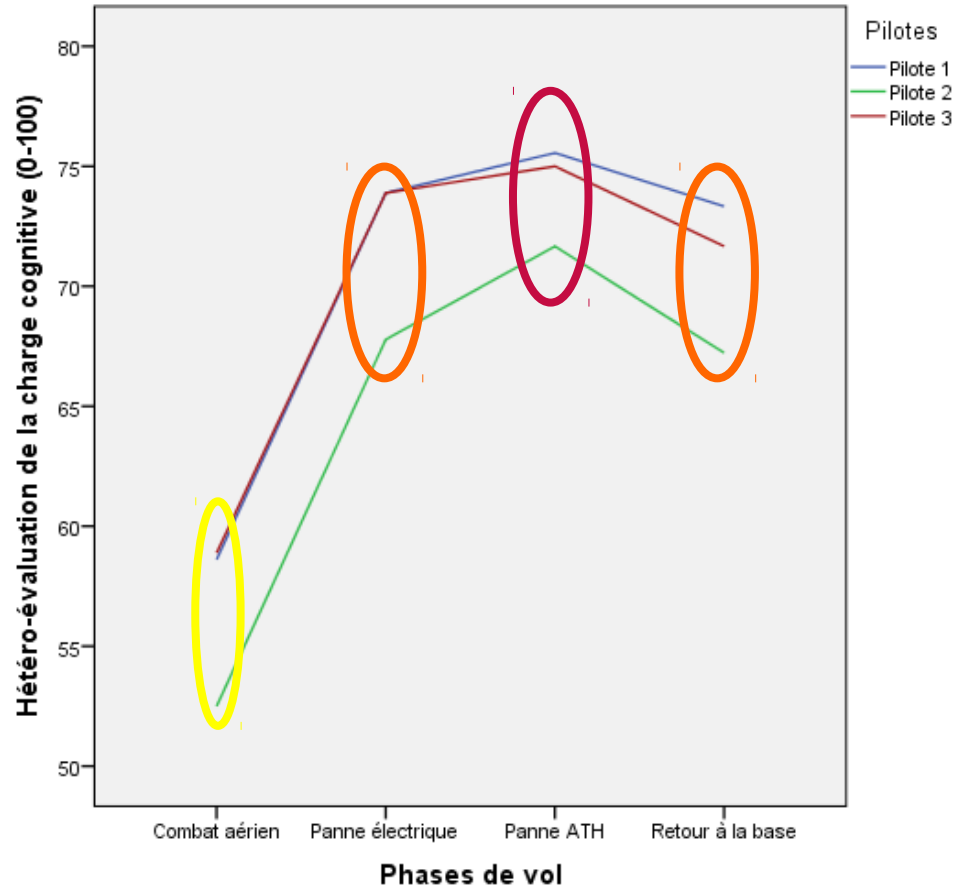
Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori



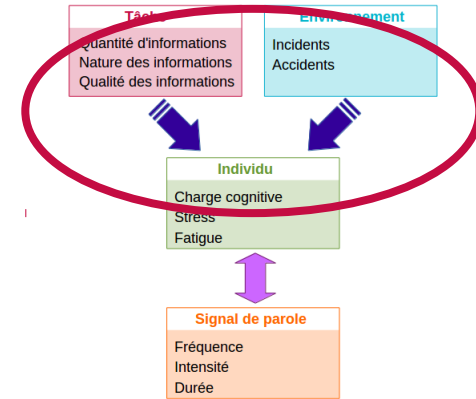
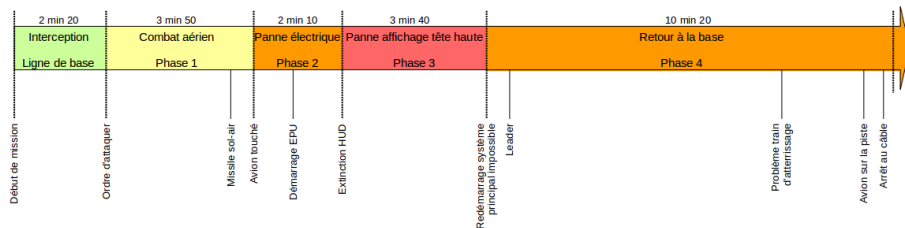
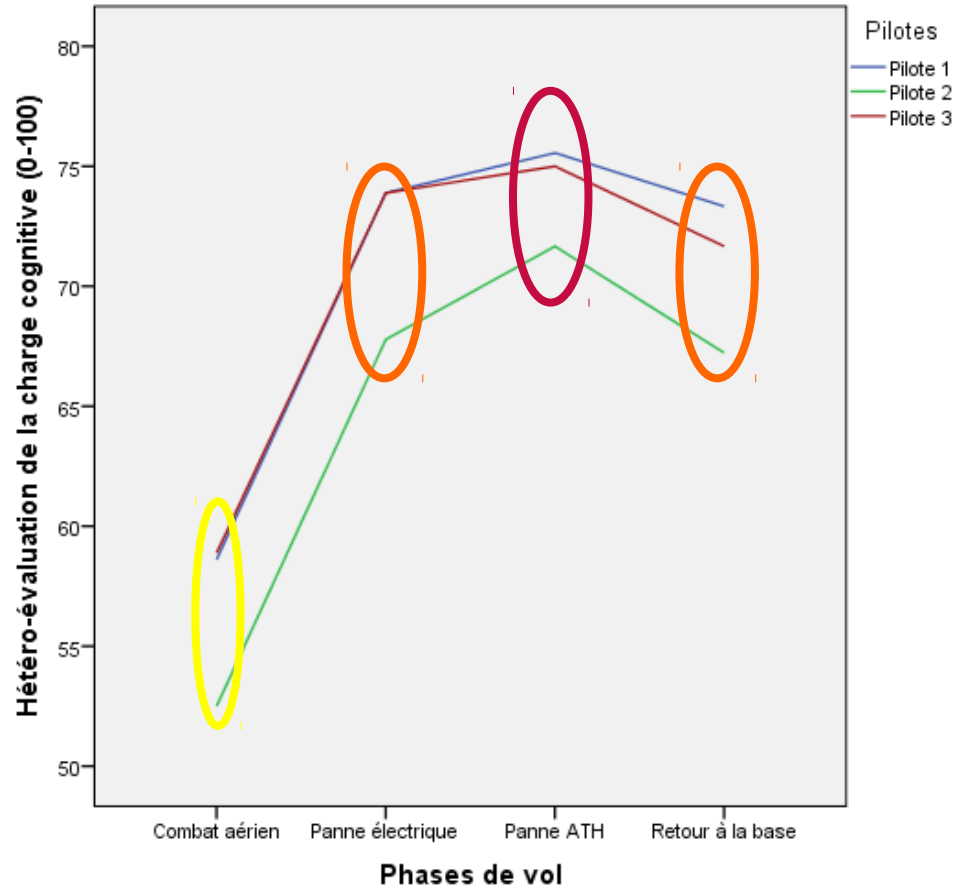
Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori

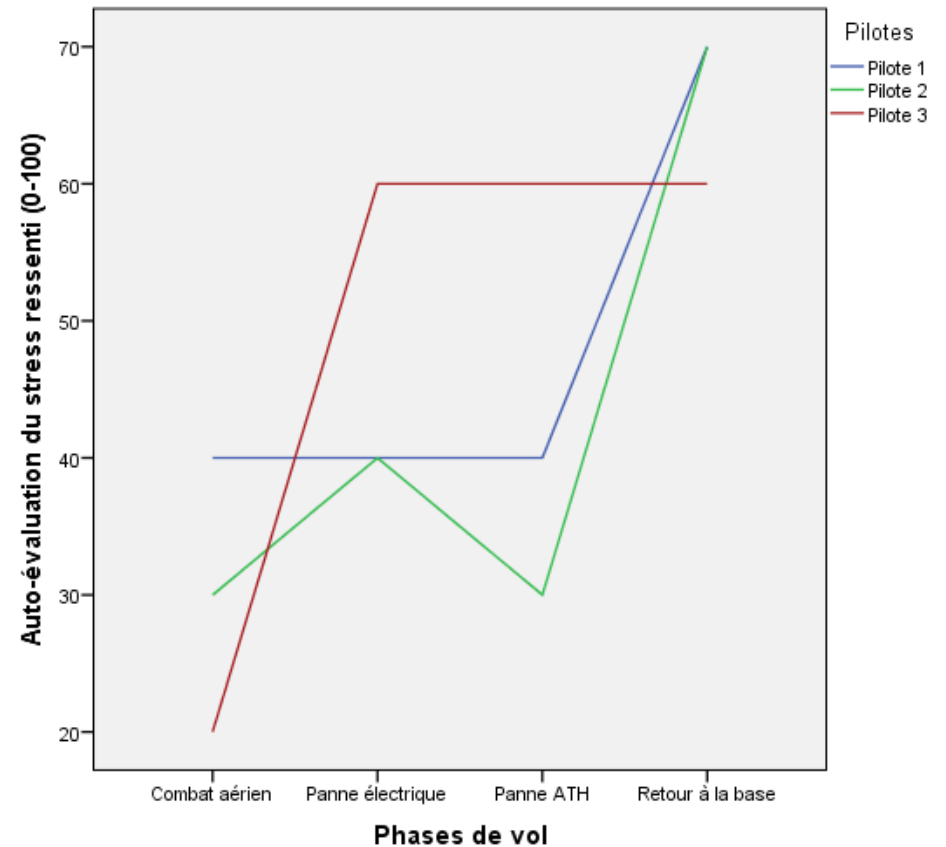


Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori

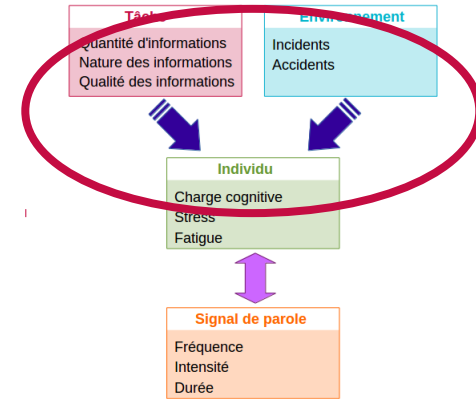
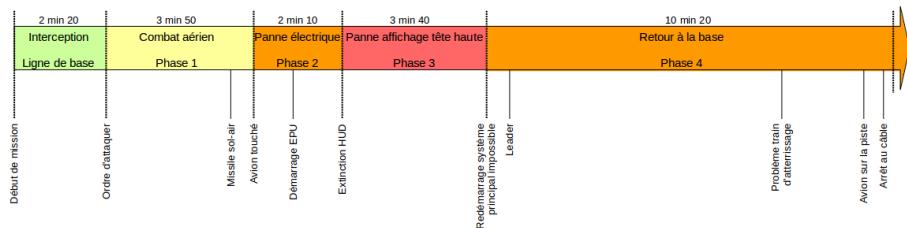
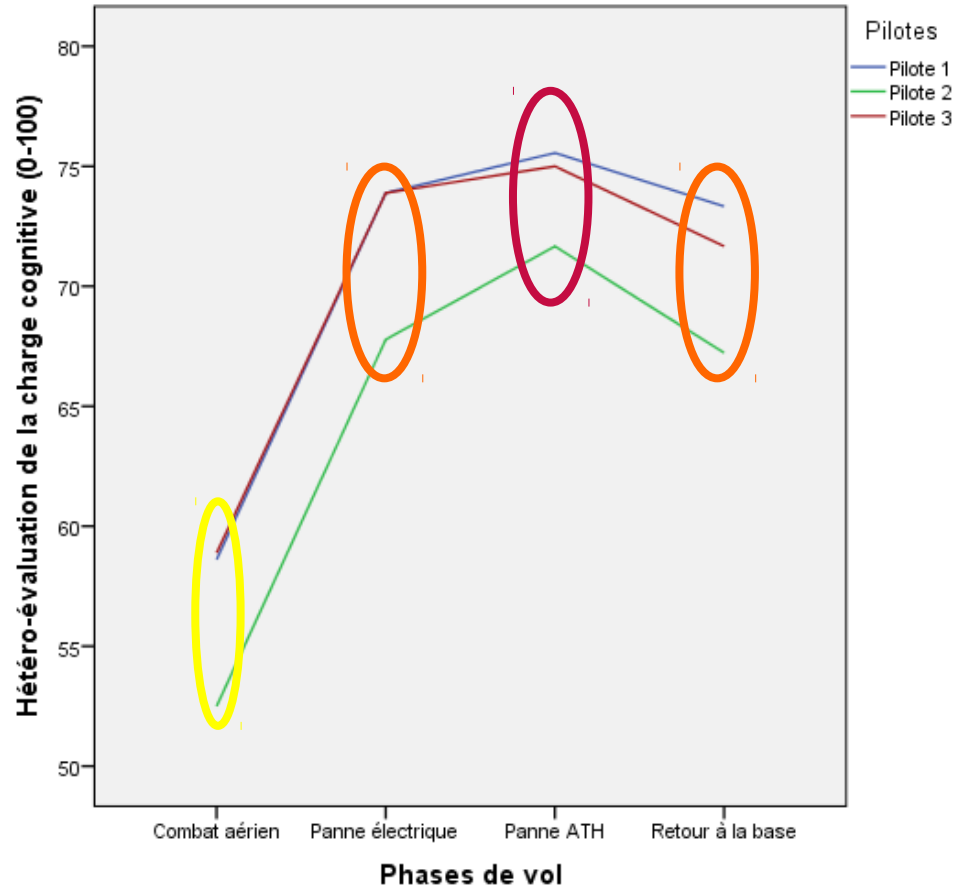


Auto-évaluation du stress ressenti

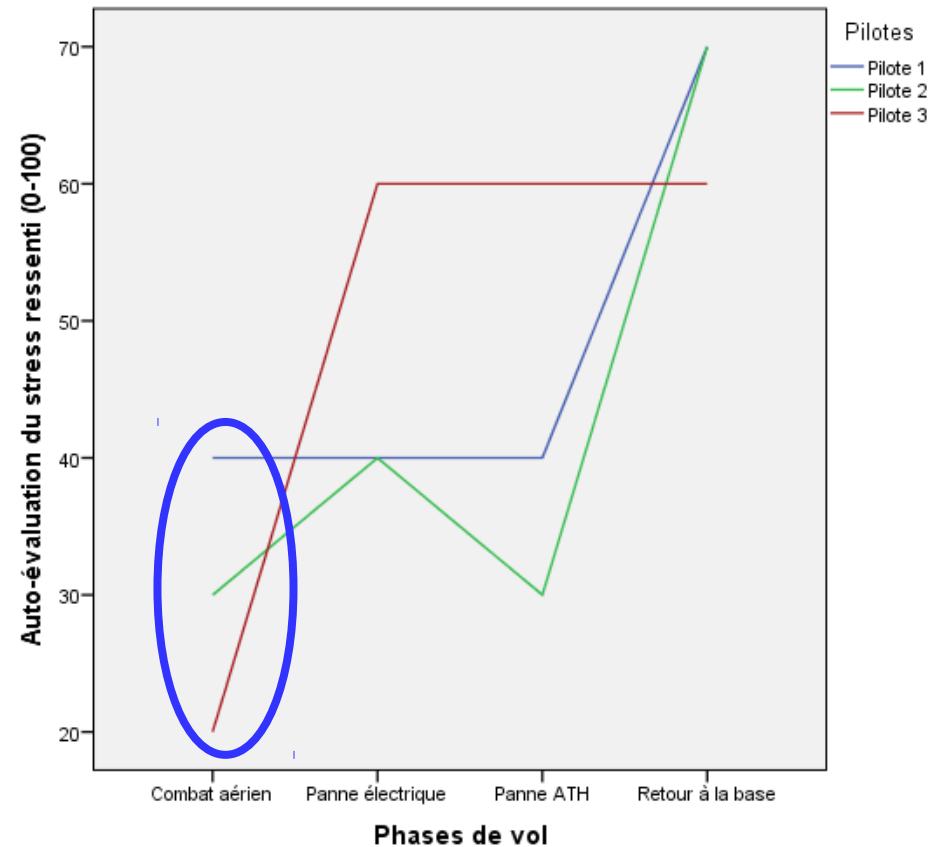


Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori

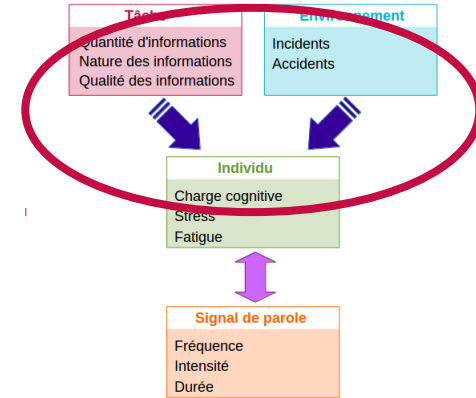
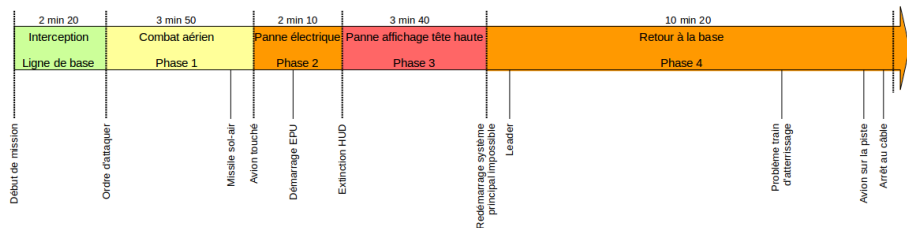
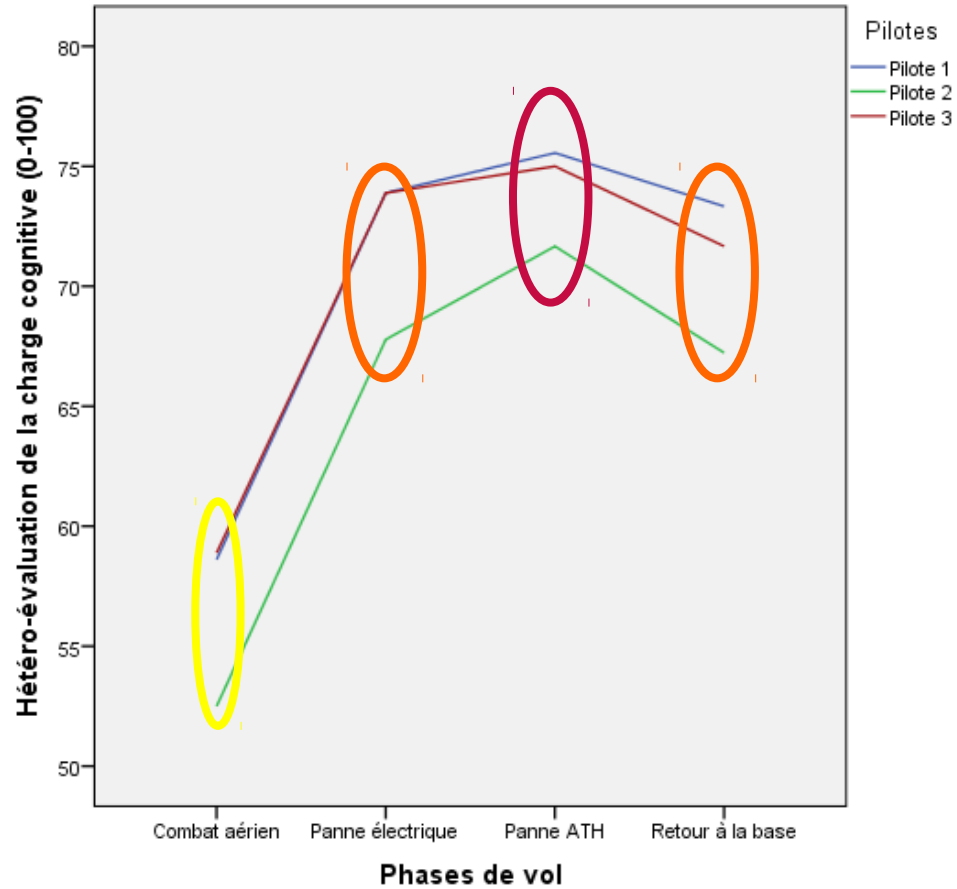


Auto-évaluation du stress ressenti

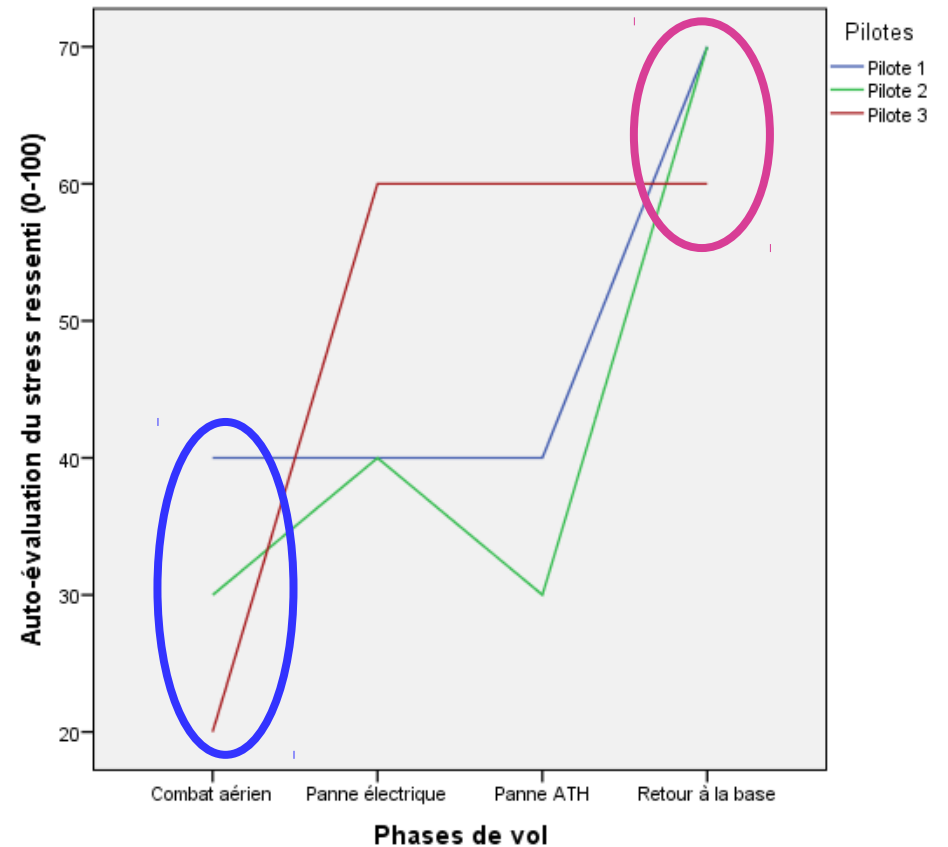


Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori

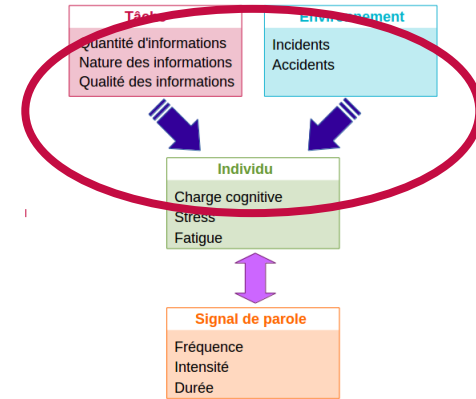
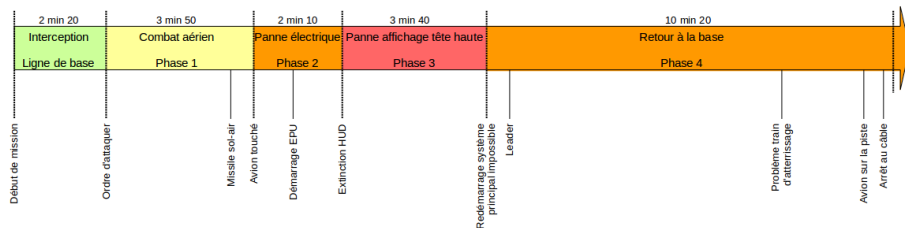
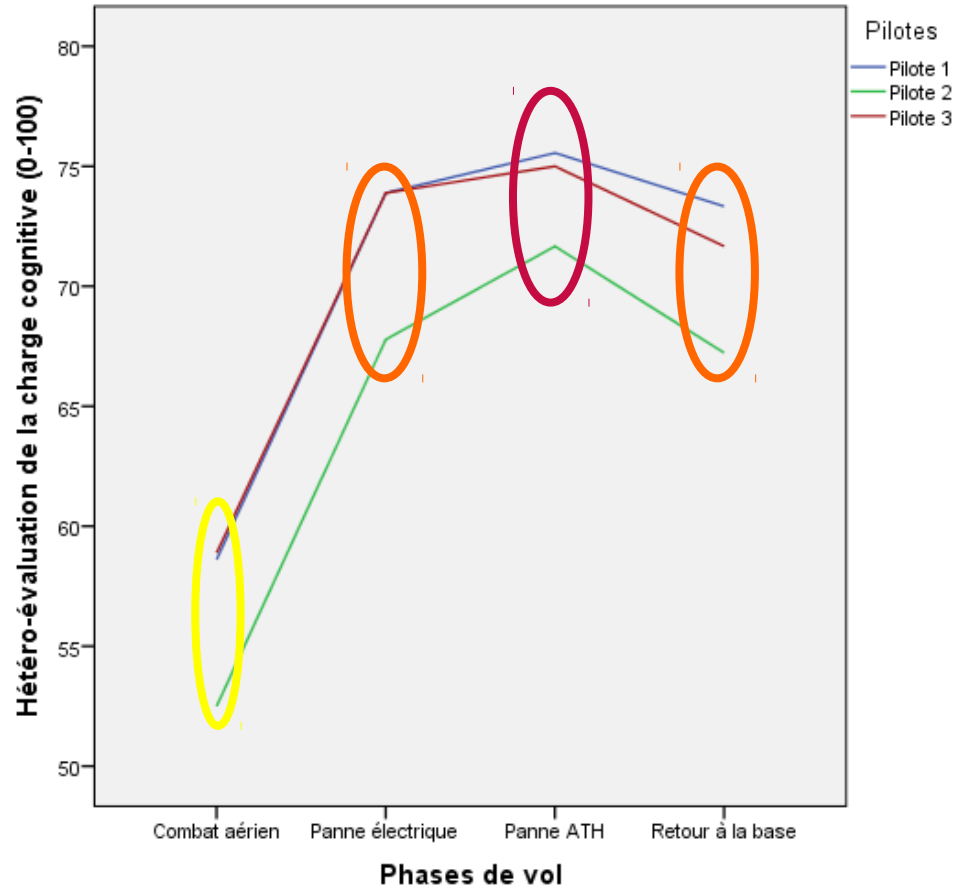


Auto-évaluation du stress ressenti

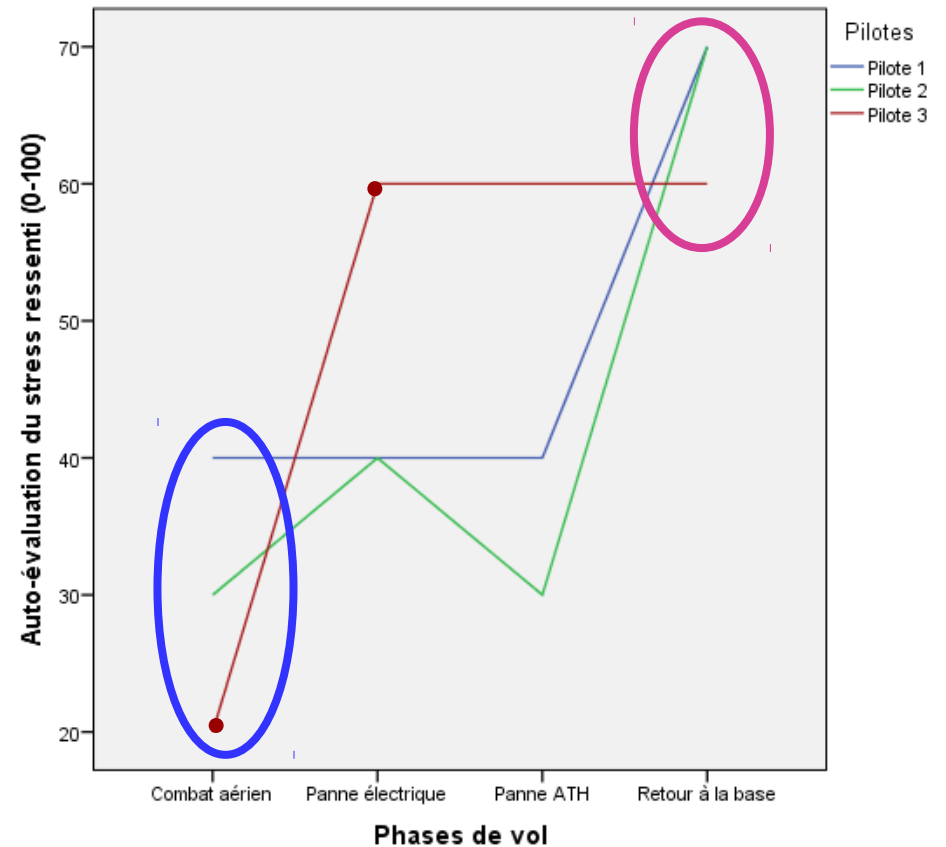


Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori

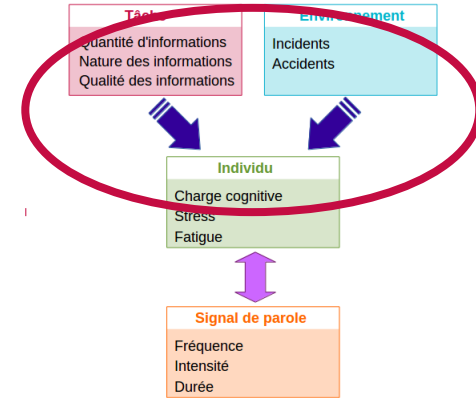
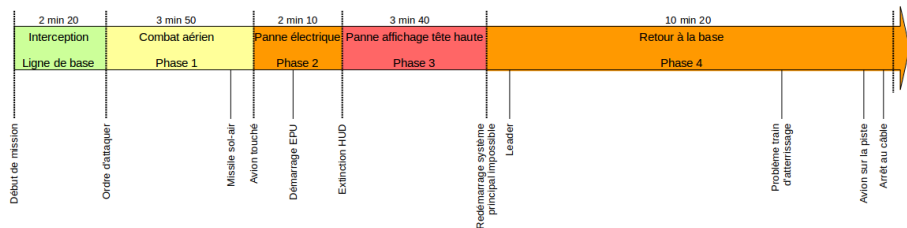
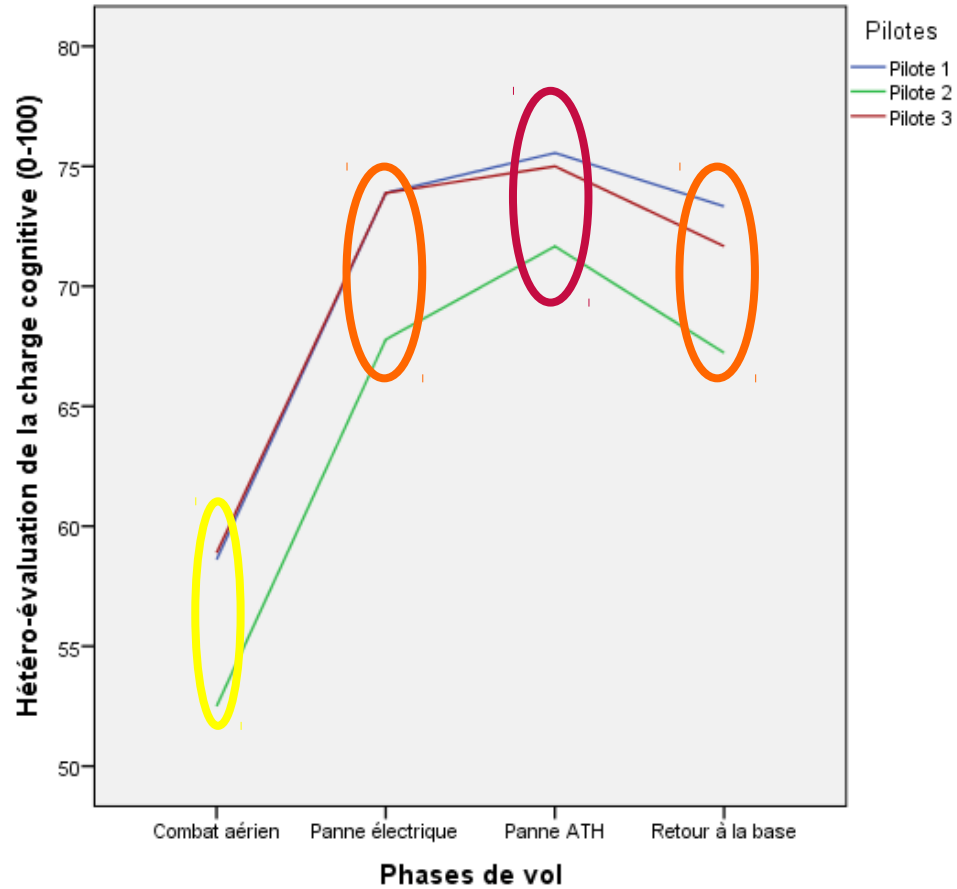


Auto-évaluation du stress ressenti

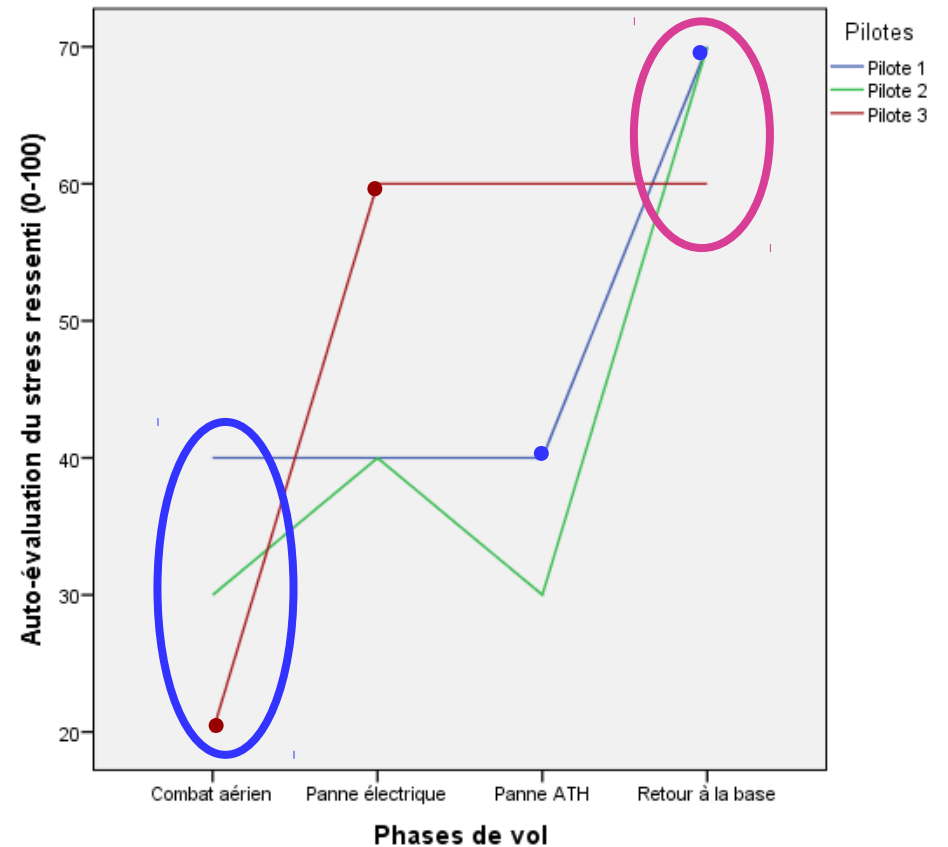


Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori

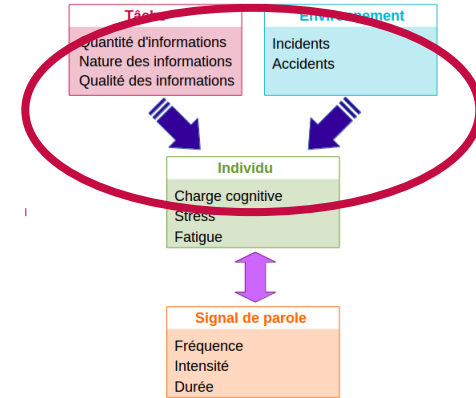
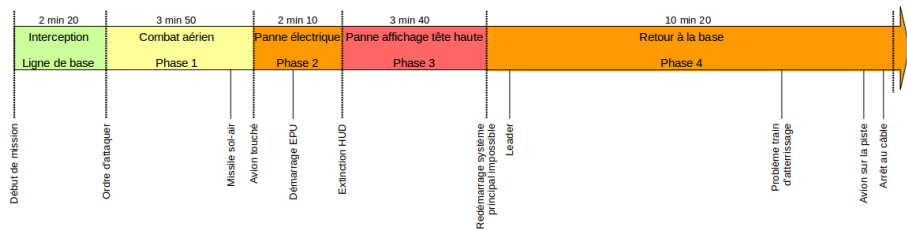
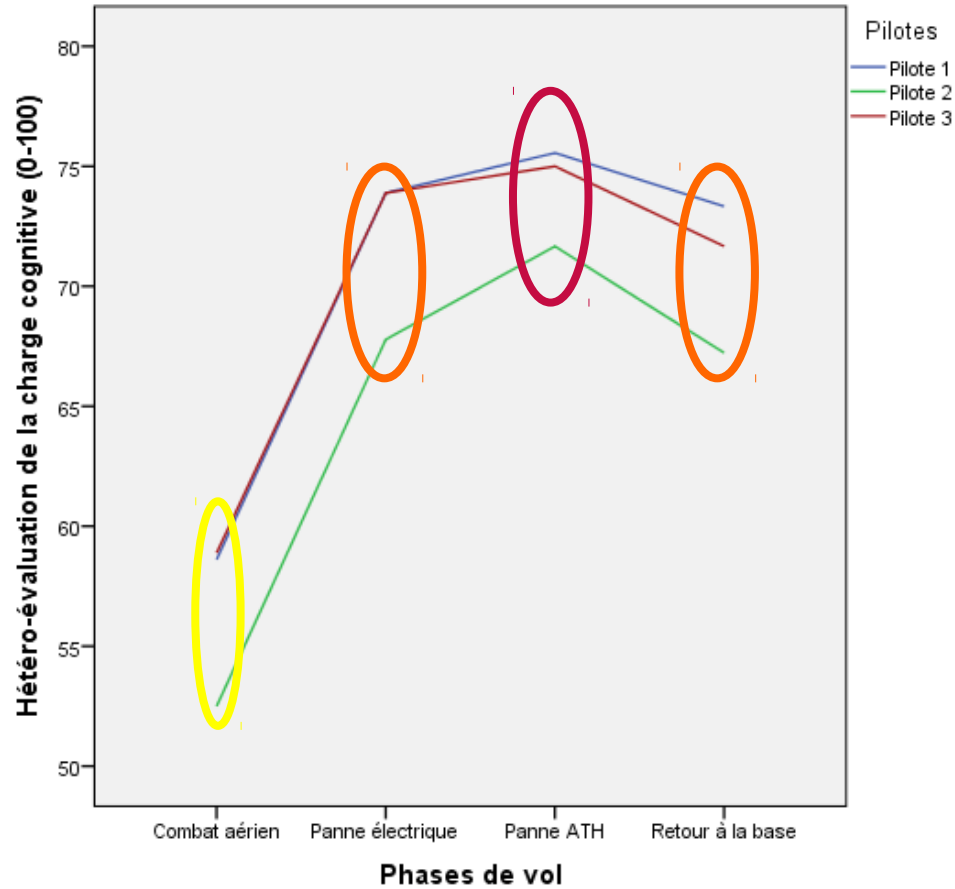


Auto-évaluation du stress ressenti

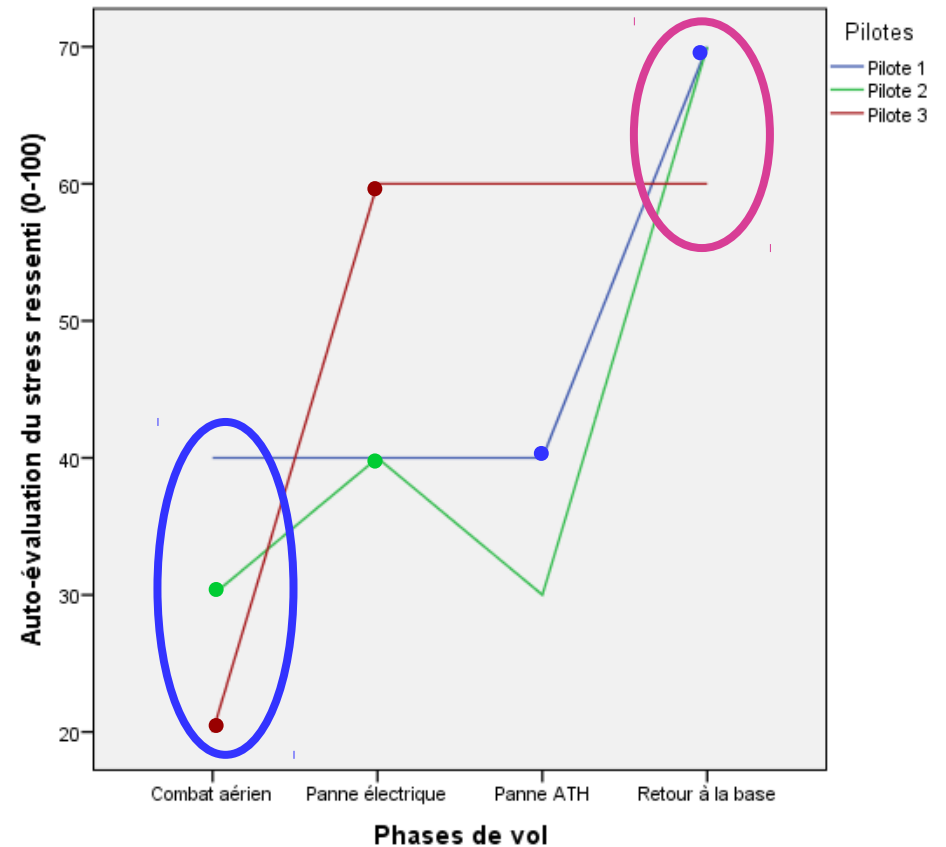


Résultats

Evaluation de la charge cognitive a posteriori

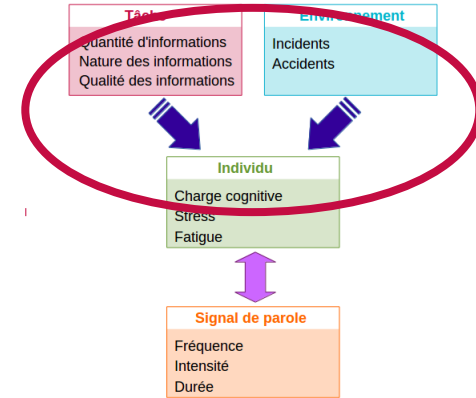
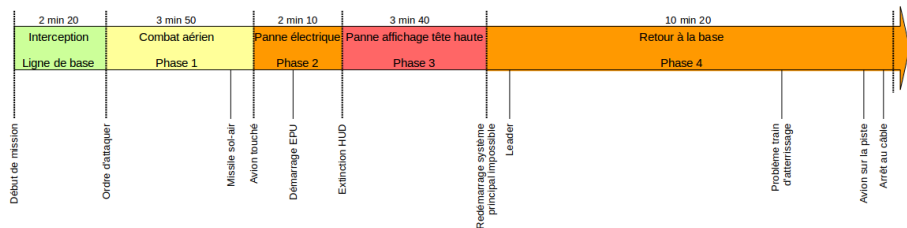
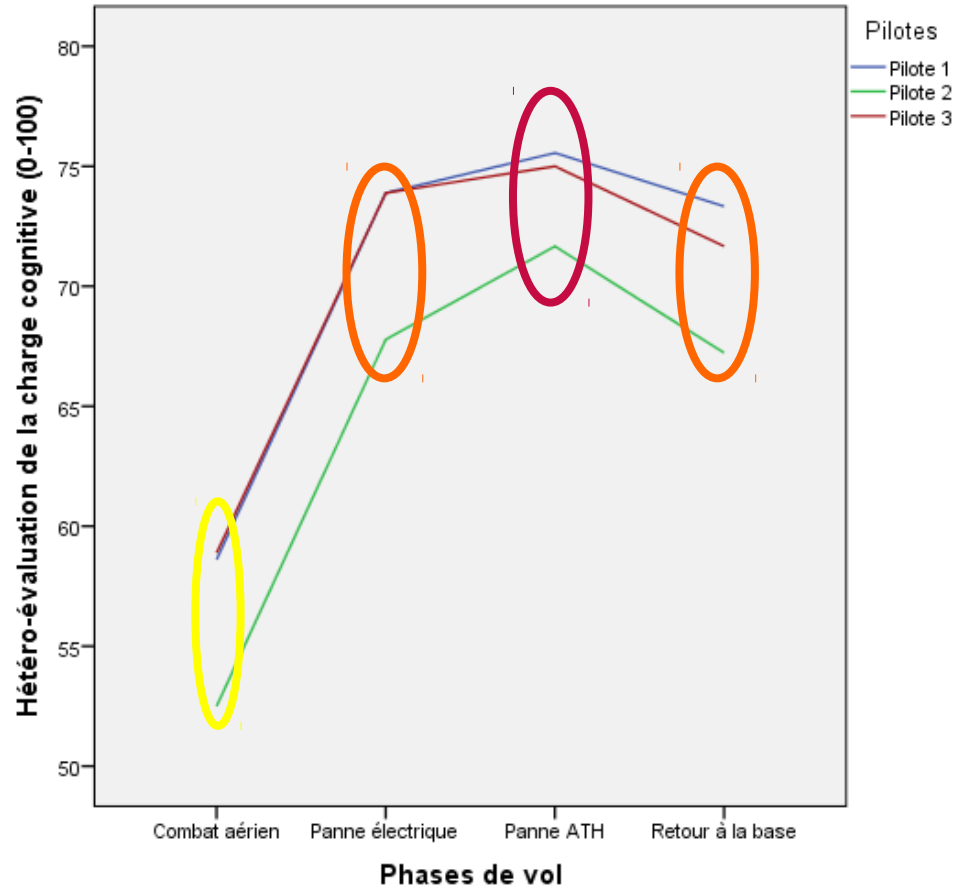


Auto-évaluation du stress ressenti

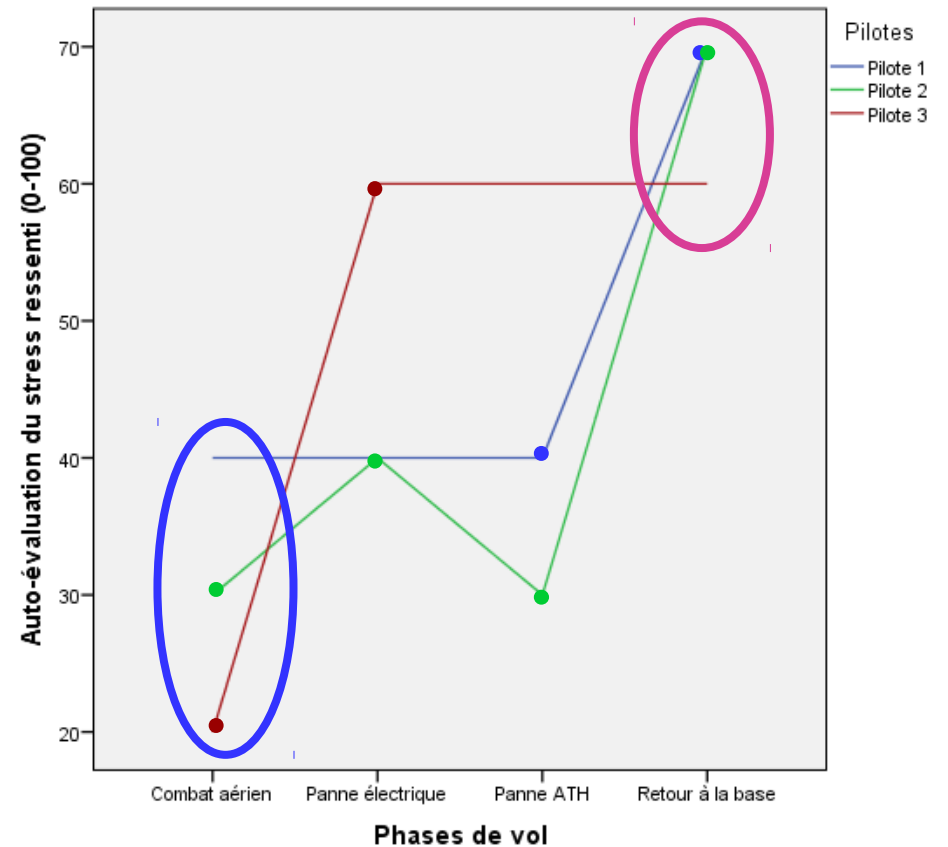


Résultats

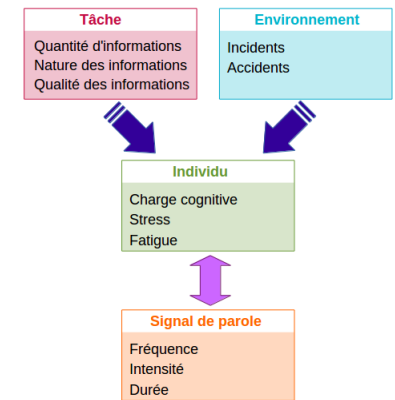
Evaluation de la charge cognitive a posteriori



Auto-évaluation du stress ressenti



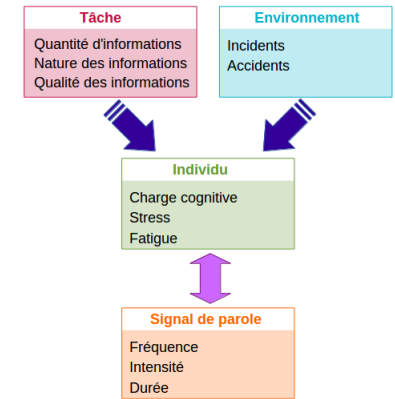
Discussion



Discussion

Conclusions

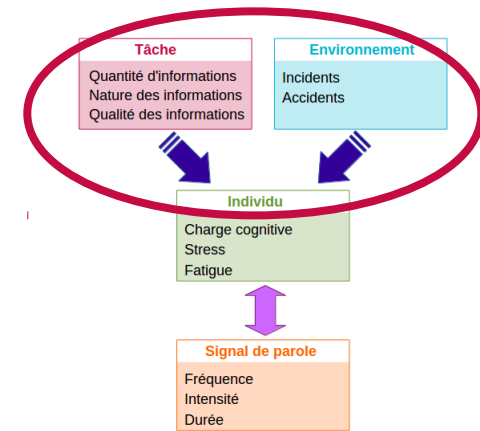
Simulation réaliste



Discussion

Conclusions

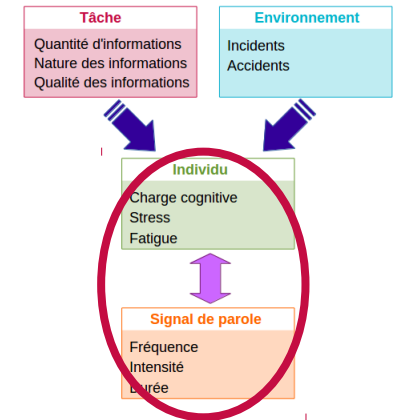
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive



Discussion

Conclusions

Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0



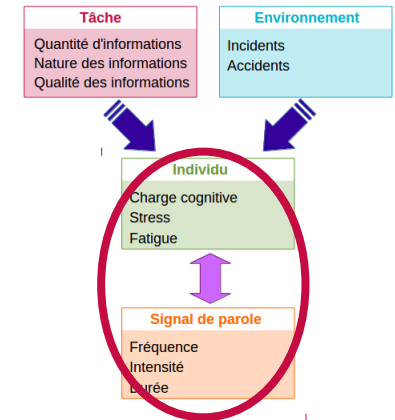
Discussion

Conclusions

Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

Découpage en phase



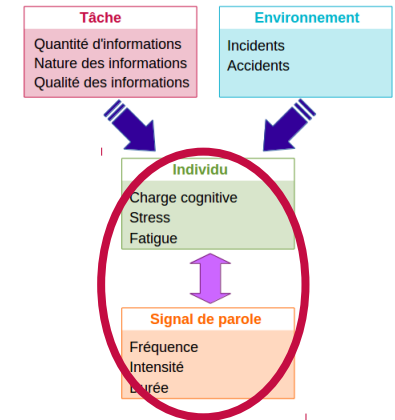
Discussion

Conclusions

Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

Découpage en phase
Parole spontanée



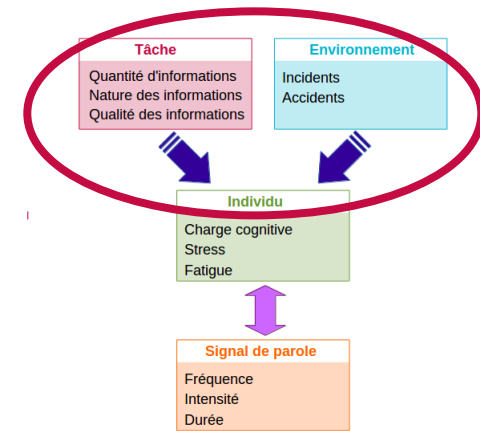
Discussion

Conclusions

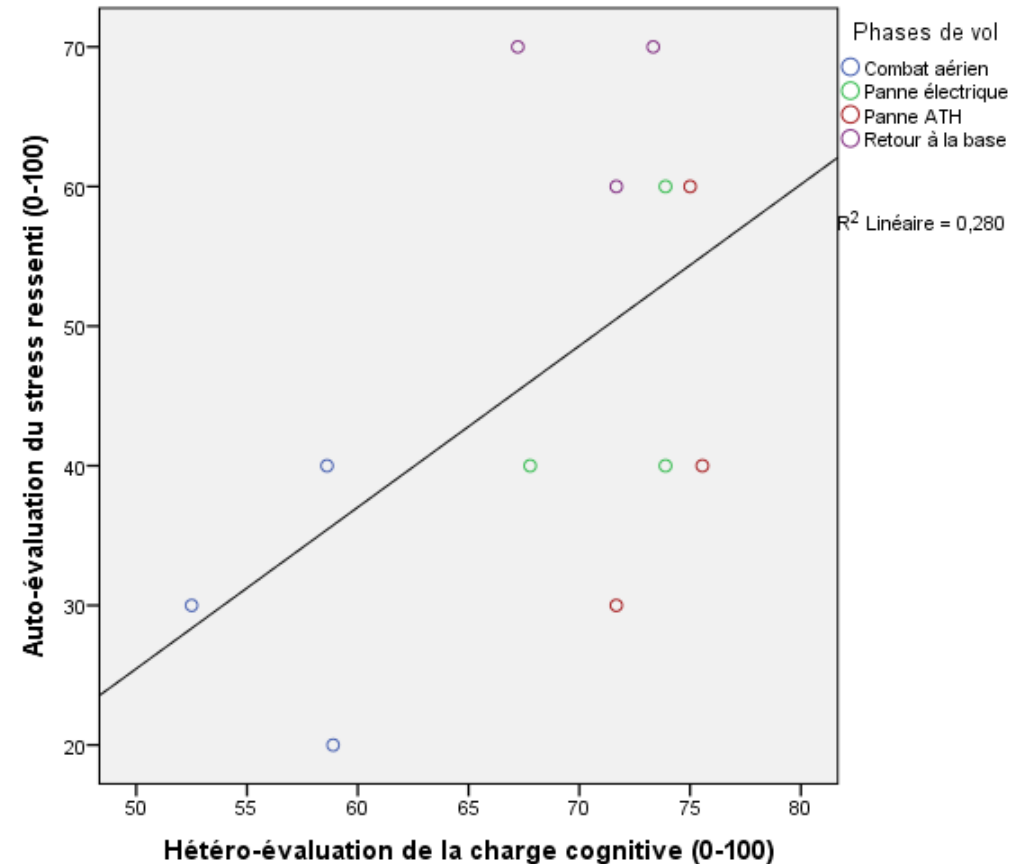
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

Découpage en phase
Parole spontanée
Phénomènes ?



Corrélation entre les 2 évaluations



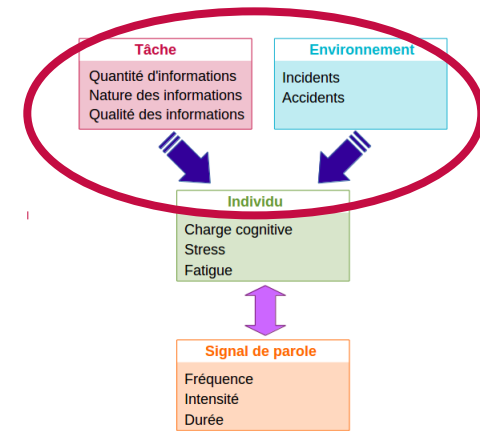
Discussion

Conclusions

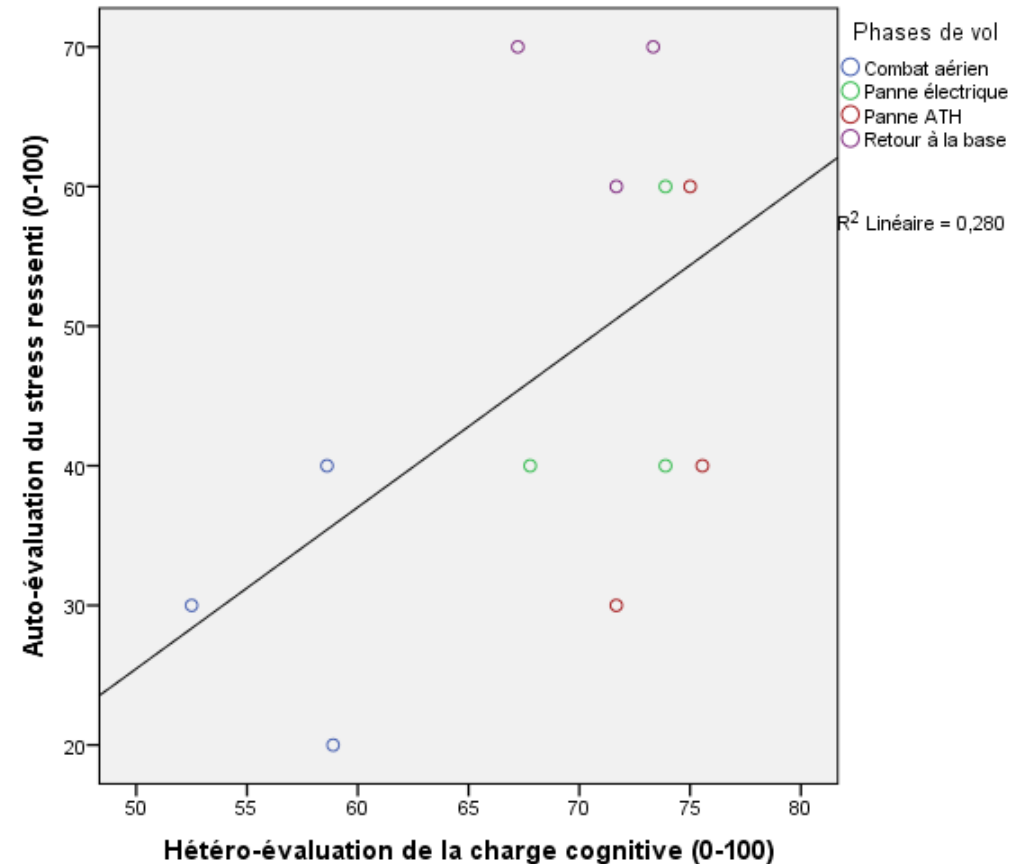
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

Découpage en phase
Parole spontanée
Phénomènes ?
Effet cumulatif ?



Corrélation entre les 2 évaluations



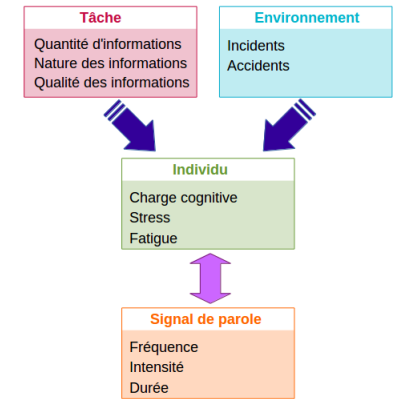
Discussion

Conclusions

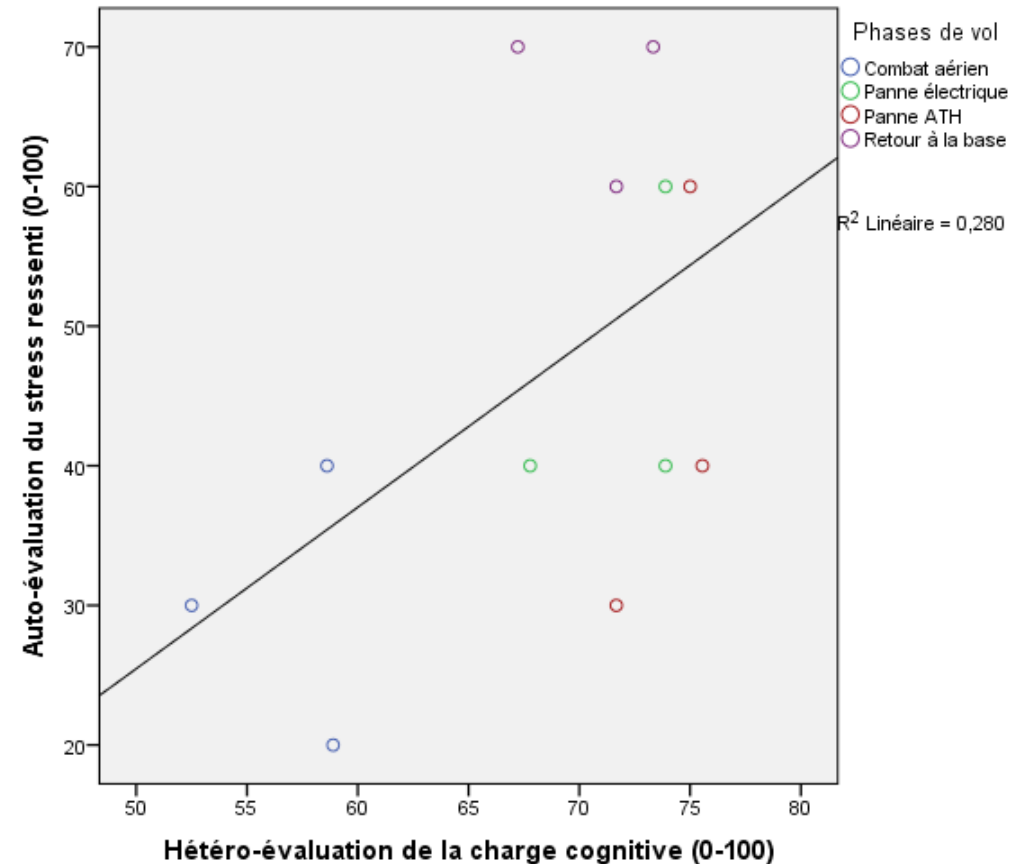
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

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



Corrélation entre les 2 évaluations



Discussion

Conclusions

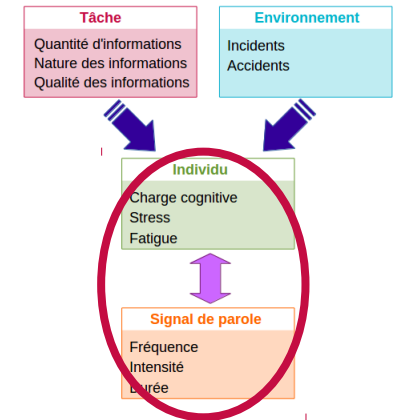
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

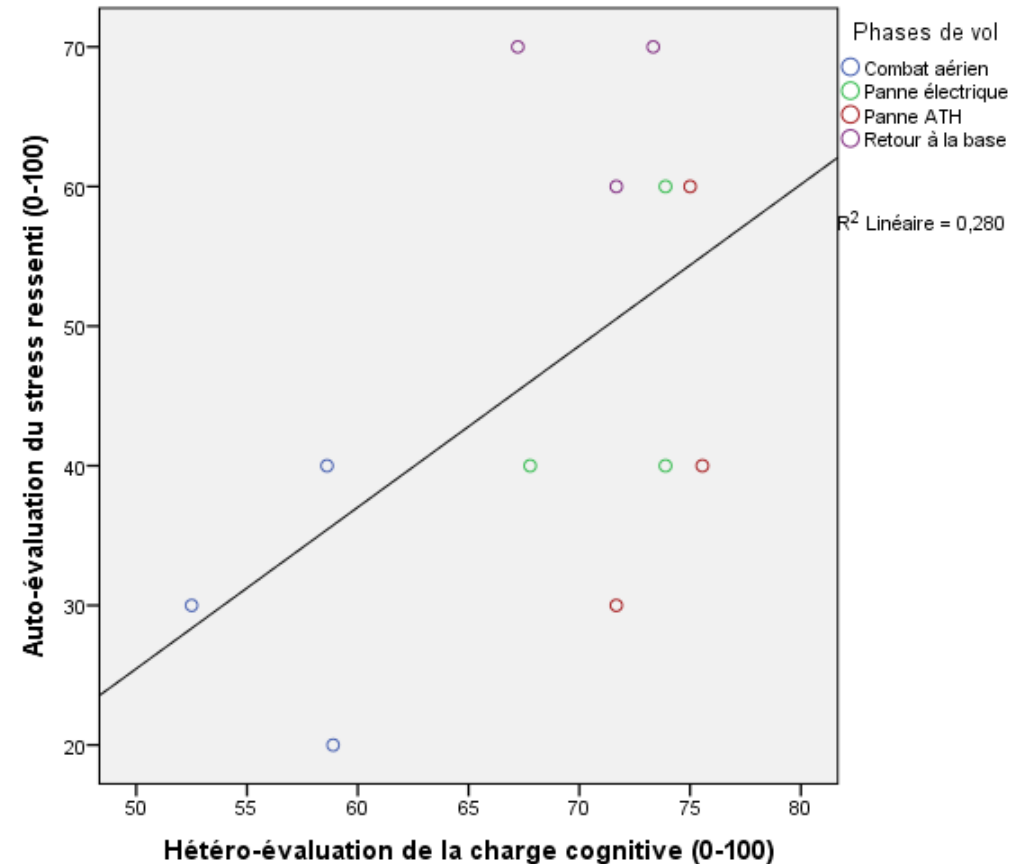
Découpage en phase
Parole spontanée
Phénomènes ?
Effet cumulatif ?
Petite étude

Perspectives

Analyses spectrales



Corrélation entre les 2 évaluations



Discussion

Conclusions

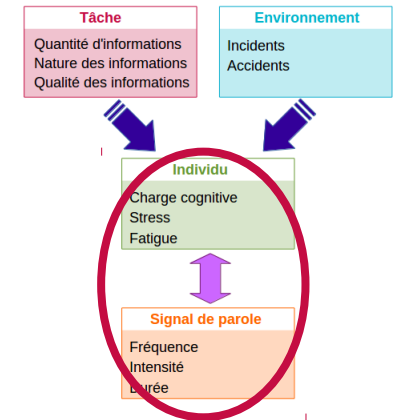
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

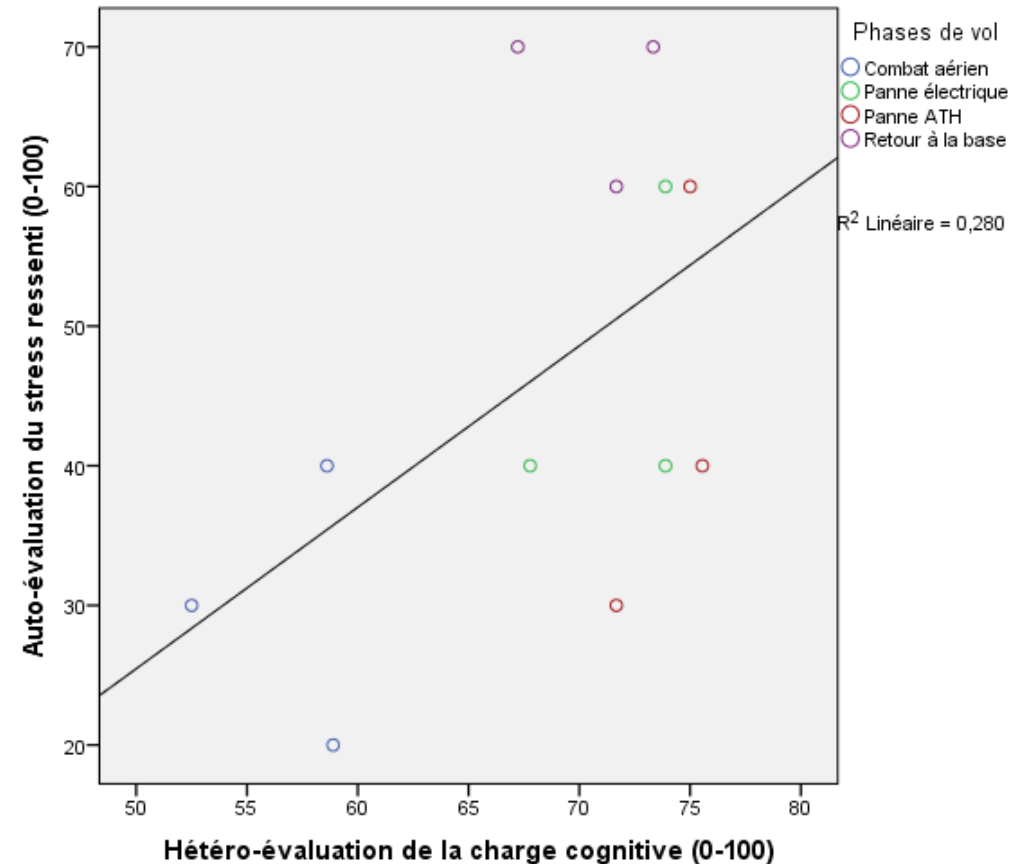
Découpage en phase
Parole spontanée
Phénomènes ?
Effet cumulatif ?
Petite étude

Perspectives

Analyses spectrales
Analyse « socio-phonétique »



Corrélation entre les 2 évaluations



Discussion

Conclusions

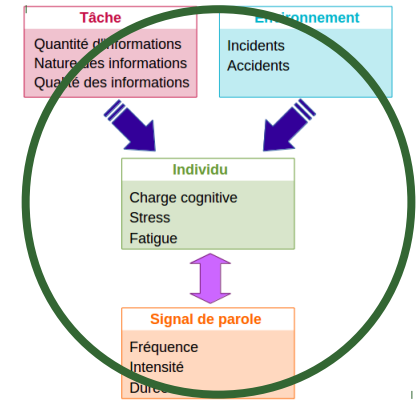
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

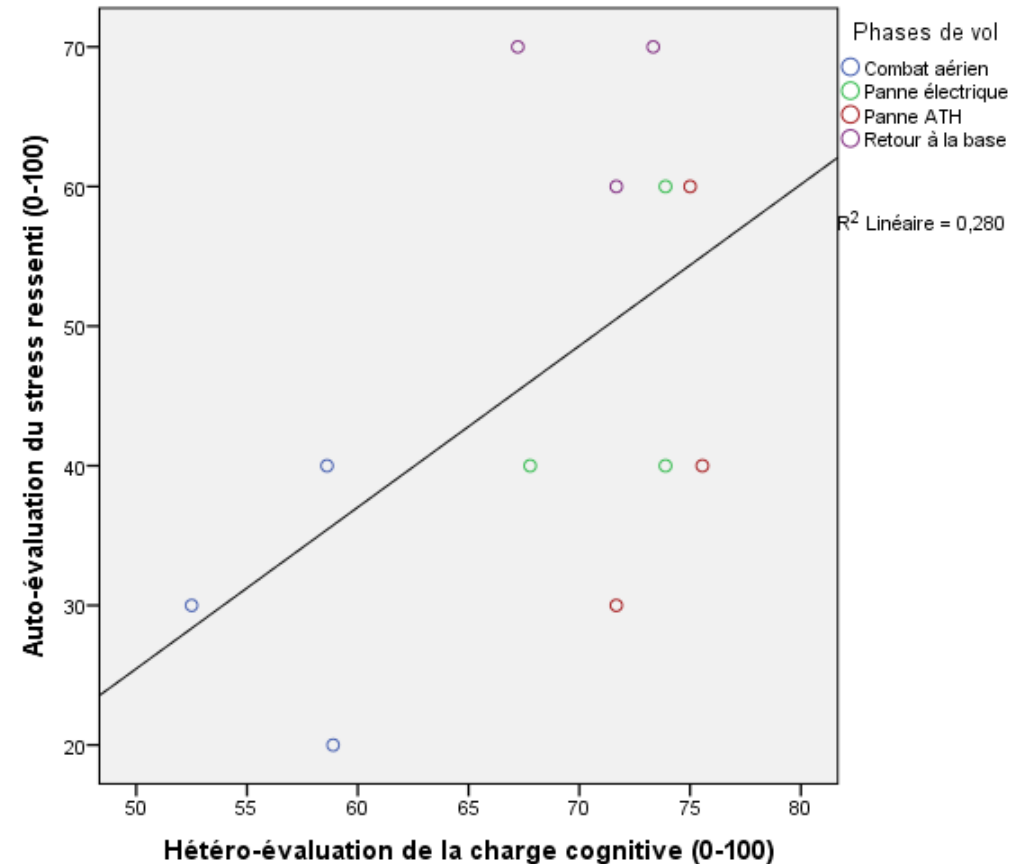
Découpage en phase
Parole spontanée
Phénomènes ?
Effet cumulatif ?
Petite étude

Perspectives

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



Corrélation entre les 2 évaluations



Discussion

Conclusions

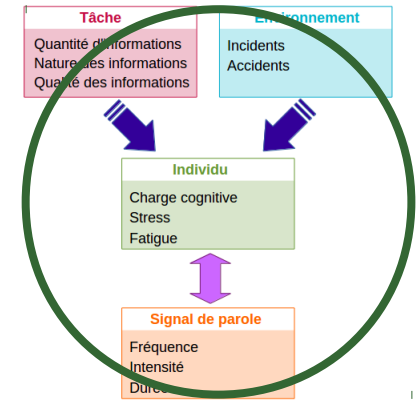
Simulation réaliste
Variation de la charge cognitive
Sensibilité de F0

Limites

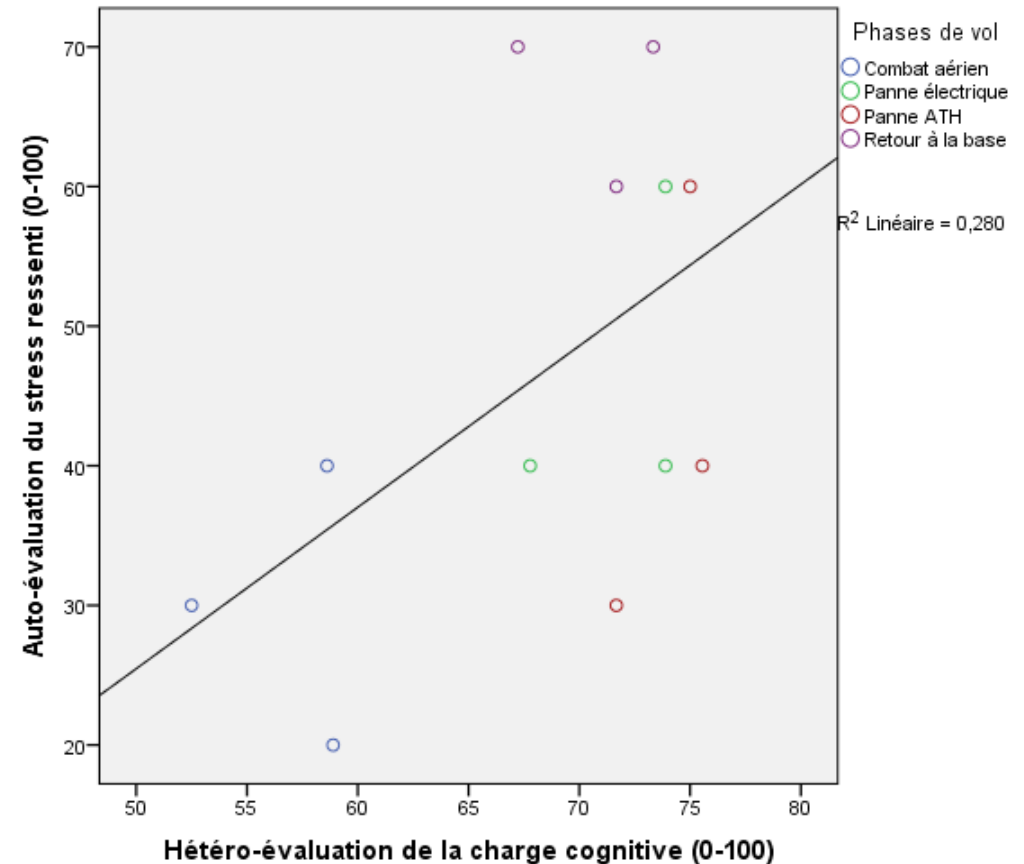
Découpage en phase
Parole spontanée
Phénomènes ?
Effet cumulatif ?
Petite étude

Perspectives

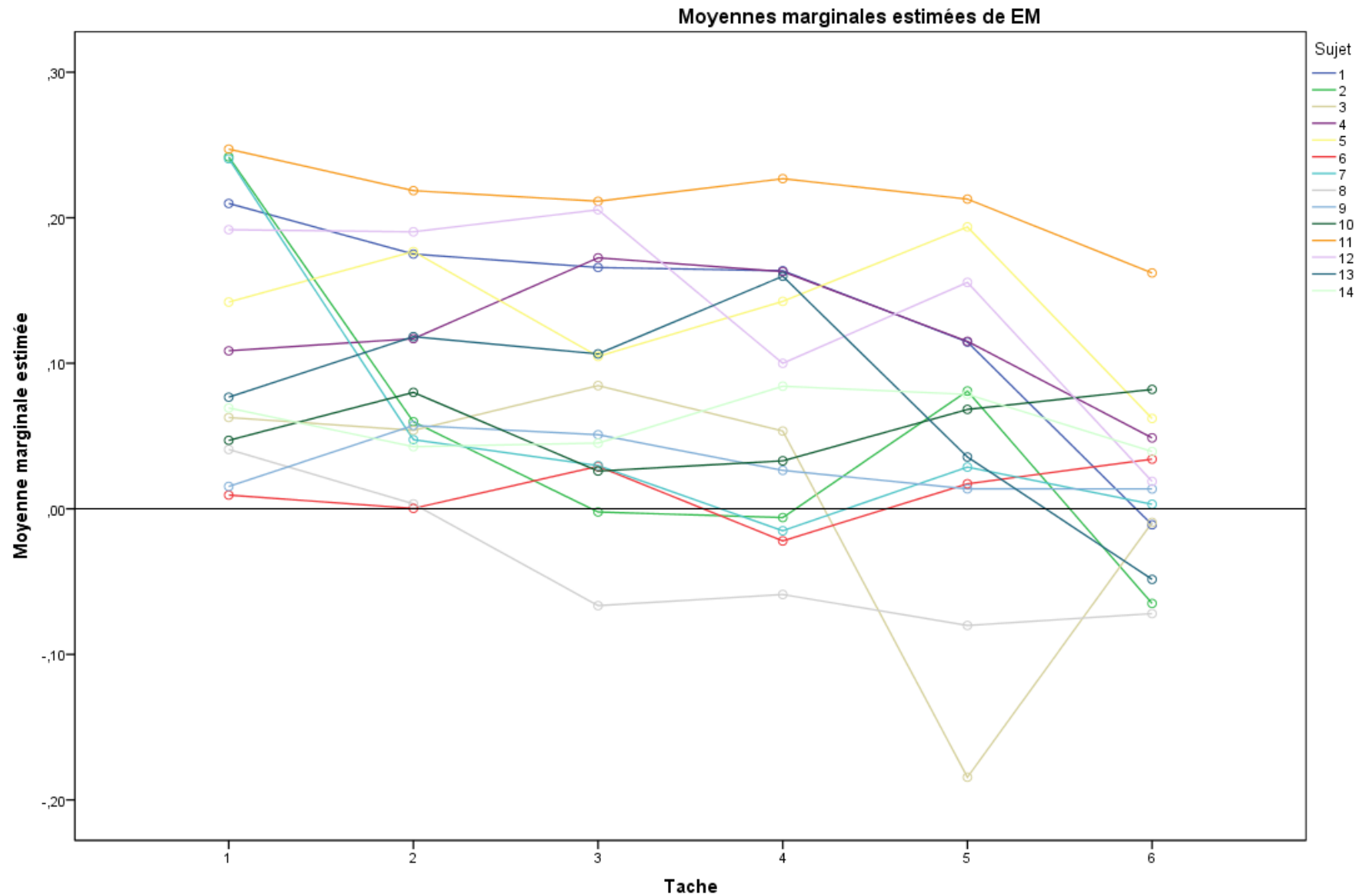
Analyses spectrales
Analyse « socio-phonétique »
Prise en compte d'autres facteurs
Mesures biologiques



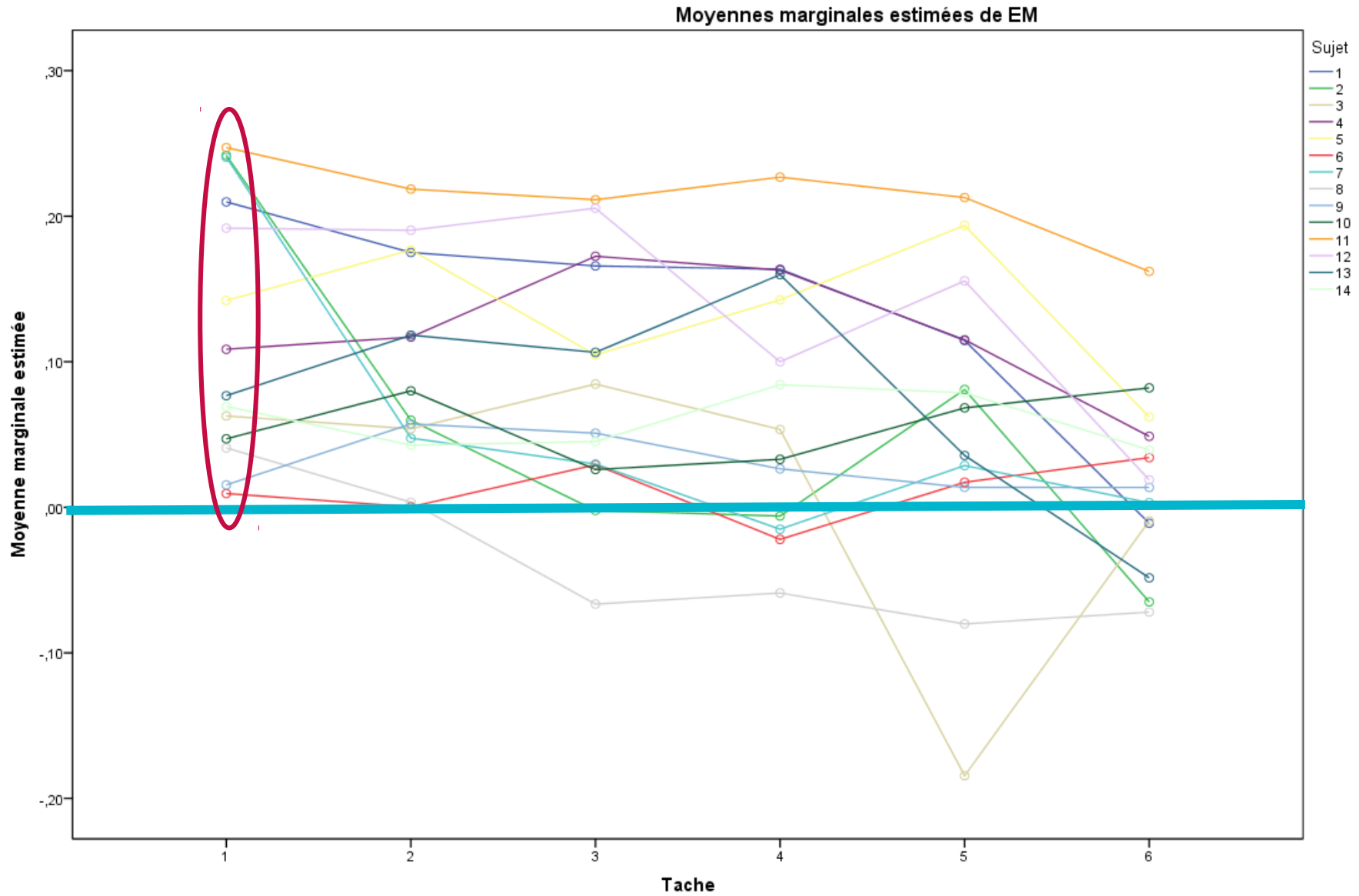
Corrélation entre les 2 évaluations



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