



HAL
open science

Influence des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique : un effet positif de l'induction d'un stéréotype négatif?

Maxime Deshayes

► To cite this version:

Maxime Deshayes. Influence des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique : un effet positif de l'induction d'un stéréotype négatif?. Education. CO-MUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019), 2019. Français. NNT : 2019AZUR4108 . tel-02885253

HAL Id: tel-02885253

<https://theses.hal.science/tel-02885253>

Submitted on 30 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE DE DOCTORAT

Influence des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique : Un effet positif de l'induction d'un stéréotype négatif ?

Maxime DESHAYES

Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé – EA 6312

**Présentée en vue de l'obtention
du grade de docteur en Science du Mouvement
Humain
de l'Université Côte d'Azur**

Dirigée par : Raphaël Zory
Co-dirigée par : Corentin Clément-Guillotin

Soutenue le : 9 Décembre 2019

Devant le jury, composé de :

Isabelle Régner, Professeure, Aix-Marseille
Université, Rapportrice

Marc Jubeau, MCF-HDR, Université de Nantes,
Rapporteur

Aïna Chalabaev, Professeure, Université Grenoble
Alpes, Examinatrice

Stéphane Perrey, Professeur, Université de
Montpellier, Examineur

Raphaël Zory, Professeur, Université Côte d'Azur,
Directeur

Corentin Clément-Guillotin, MCF, Université Côte
d'Azur, Co-directeur

REMERCIEMENTS

Ce travail doctoral est né d'une réunion dans un bureau entre trois personnes : un étudiant en master, un docteur en psychologie sociale et un docteur en physiologie de l'exercice. Le mélange surprenant mais d'autant plus intéressant de ces disciplines a été le cœur de ma thèse. Ces trois années furent intenses et j'en garderai que des bons souvenirs. De nombreuses personnes ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail, personnes que je souhaiterais chaleureusement remercier.

Mes premiers remerciements vont à mes co-directeurs de thèse, sans qui toute cette belle aventure n'aurait pu être vécue, le Professeur Raphaël Zory et Corentin Clément-Guillotin. Raphaël, *aka* Dieu, je n'aurais jamais assez de mots pour vous exprimer ma gratitude. Vous avez été omniprésent durant cette thèse, toujours prêt à m'écouter, me conseiller, me guider, m'aider. Vous représentez pour moi l'excellence, la connaissance, l'envie de toujours se surpasser et d'aller au-delà de sa zone de confort et je serais ravi si j'arrive à atteindre la moitié de ce que vous avez déjà accompli. Vous êtes bien plus qu'un simple directeur de thèse, vous êtes un modèle. Les moments passés dans votre bureau à discuter de football, de nos chiens, de nos vies ou encore d'hypothèses ;) vont me manquer. J'espère qu'on continuera à travailler ensemble dans l'avenir. Encore une fois, Merci !

Corentin, *aka* Dieu 2, votre implication a également été un atout majeur dans la réalisation de cette thèse. Vous avez toujours été disponible, patient, franc ; tout ce dont a besoin un doctorant pour progresser. De prof à directeur, j'ai appris à vous découvrir, vous êtes une superbe personne, bienveillante, brillante et passionnée. Votre exigence au quotidien et votre perfectionnisme m'ont permis de toujours vouloir m'améliorer et de me surpasser. Je me rends compte à quel point vous avez eu un rôle majeur dans le bon déroulement de cette thèse, notamment dans la publication de nos trois articles. Vos remarques étaient toujours pertinentes,

justifiées et avaient pour seul but de m'épauler dans ce long périple. J'espère sincèrement que nous pourrons continuer à travailler ensemble à l'avenir. Merci pour tout !

J'adresse tous mes remerciements au Professeure Isabelle Régner et au Docteur Marc Jubeau, qui m'ont fait l'honneur d'être les rapporteurs de cette thèse. Merci également aux Professeur.e.s Aïna Chalabaev et Stéphane Perrey d'avoir accepté d'être les examinateurs de ce travail. Aïna, un merci tout particulier pour vos précieux conseils durant cette thèse, d'avoir toujours été bienveillante à mon égard et de m'avoir aiguillé dans l'approche des stéréotypes.

Je tiens également à remercier tous les membres du LAMHESS qui m'ont beaucoup apporté et soutenu. Merci notamment à la directrice du laboratoire Fabienne d'Arripe-Longueville, qui s'est toujours intéressée à l'avancement de mes travaux. Merci également à Rémi Radel, répondant toujours présent lorsqu'il était question de sciences et de statistiques. Merci enfin à Florian Monjo, Pauline Gêrus, Jean-Benoit Morin, Serge Colson, et Grégory Blain pour l'ensemble de vos précieux conseils.

Un merci tout particulier à l'ensemble des doctorants du LAMHESS avec qui j'ai partagé de super moments, que ce soit autour de discussions scientifiques ou bien autour d'une bonne raclette dans le bureau le jour de mon anniversaire. Merci à Marion, Hiba, Lisa, Meggy, Stacey, Sabine, Antoine et Tony. Un merci spécial à Guillaume qui a été le premier à me former sur la fatigue neuromusculaire, et qui représente bien plus qu'un collègue. Un grand merci à mon amie Laura, avec qui j'ai eu la chance de collaborer durant cette thèse et avec qui j'ai passé d'excellents moments, que ce soit à la fac ou en dehors. Johan, merci pour ton positivisme incessant et ta gentillesse. Enfin, merci à Gauthier, mon collègue de bureau de ces dernières années et avec qui j'ai partagé de très bons moments, que ce soit pour parler de football, du cortex préfrontal ou de nos envies de collaborations futures. Merci d'être toujours présent, que ce soit pour fêter des articles ou me soutenir lors des moments difficiles.

Ma famille a également joué un rôle majeur dans l'aboutissement de cette thèse. Merci principalement à ma mère, mon père et mes sœurs. Vous avez été d'un soutien sans faille durant ces trois ans, toujours là à me questionner quant à l'avancement de mes travaux de recherche et de mes publications. Votre soutien et votre amour m'auront permis de toujours croire en ce que je faisais et d'y apporter une importance.

Enfin, je souhaite remercier du plus profond de mon cœur la personne la plus importante de ma vie, ma fiancée Laura. Tu représentes pour moi un modèle de force, d'abnégation et de courage. Désolé de t'avoir fait endurer toutes mes craintes, mes doutes, et ce chaque soir durant trois ans. Tu as réussi à me faire garder foi en ce que je faisais et je n'aurais jamais réussi cette thèse sans ton aide et ta présence. Je t'en serais éternellement reconnaissant.

LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Publications en premier auteur :

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., & Zory, R. (2019). “Men are better than women!”: the positive effect of a negative stereotype toward women on a self-paced cycling exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *41*, 242-250. <https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0213>

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (*in press*). Can the stereotype threat theory and the stereotype lift phenomenon be applicable to a muscular endurance task? *Research Quarterly for Exercise and Sport*.

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (2019). Can stereotype threat increase women’s performance? The case of a fatiguing task. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. <http://dx.doi.org/10.1037/spy0000190>

Publication en co-auteur :

Clément-Guillotin, C., Rohmer, O., Forestier, C., Guillotin, P., **Deshayes, M.**, d’Arripe-Longueville, F. (2018). Implicit and explicit stereotype content associated with people with physical disability: Does sport change anything? *Psychology of Sport & Exercise*, *38*, 192-201. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.014>

Articles soumis :

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., Bredin, J., Denis, G., Radel, R., & Zory, R. Effect of a sex stereotype on cortical activity during a self-paced exercise: A motor-related cortical potential approach. *Soumis (Psychophysiology)*

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., Chorin, F., & Zory, R. Can aging stereotypes influence older adults’ performance? The case of a muscular endurance task. *Soumis (Journal of Gerontology: Series B)*

Deshayes, M., Zory, R., Radel, R., & Clément-Guillotin, C. Does the effect of stereotypes in older people depend upon task intensity? *Soumis (Sport, Exercise, and Performance Psychology)*

Gray, L., d’Arripe-Longueville, **Deshayes, M.**, & Colson, S. S. Can self-efficacy temper or enhance the effect of stereotype threat on performance in a fatiguing task in less active people living with HIV (PLHIV)? *Soumis (Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports)*

Gray, L., **Deshayes, M.**, Colson, S. S., d’Arripe-Longueville, & Clément-Guillotin, C. Performance on a fatiguing task in exercisers and nonexercisers: effects of the nonexerciser stereotype. *Soumis (European Journal of Sport Science)*

Article en préparation :

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., Saint-Léger, A., Mathonat, L., & Seitchik, A. E. Does the mere effort account be applicable in the physical domain ? The case of a soccer-dribbling task.

Communications orales

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., Bredin, J., Denis, G., Radel, R., & Zory, R. (2019). Effect of a sex stereotype on cortical activity during a self-paced exercise: A motor-related cortical potential approach. 15^{ème} journée de l'Ecole Doctorale Sciences du Mouvement Humain, Marseille, France, Juin. **Prix de l'Innovation**

Deshayes, M., Zory, R., Radel, R., & Clément-Guillotin, C. (2018). Les stéréotypes peuvent-ils modifier la force sous-maximale des seniors à différentes intensités perçues ? In : Session 10 « APA et vieillissement », *XIX^{èmes} journées d'étude de l'Association Francophone en Activités Physiques Adaptée*. Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives de Toulon, La Garde, 23 au 25 mai 2018. **Prix Jeune Chercheur**

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (2018). Can the stereotype threat model be applicable to fatiguing tasks? In: *Congrès international de la Société Française de Psychologie du Sport*. Lausanne, Suisse, 2018. **4^{ème} Prix Jeune Chercheur**

Gray, L., **Deshayes, M.,** Zory, R., Colson, S. S., d'Arripe Longueville, F., & Clément Guillotin, C. (2018). Performance on a fatiguing task in exercisers and nonexercisers: effet of the nonexerciser stereotype. *Congrès international de la Société Française de Psychologie du Sport*. Lausanne, Suisse, 2018.

Poster

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (2018). "Men are better than women !" : The positive effect of stereotype threat on self-paced cycling exercise. 14^{ème} journée de l'Ecole Doctorale Sciences du Mouvement Humain, Marseille, France, Juin. **2^{ème} Prix poster**

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1. Récapitulatif des participant.e.s des différentes études réalisées.....	159
Figure 1. Montage photo des finales du 100m masculin et féminin aux championnats du monde des États-Unis (2004) (réalisé par Ian Hunter).....	19
Figure 2. Performance des femmes et des hommes sur un test d'endurance en fonction de l'âge (Olds, Tomkinson, Léger, & Cazorla, 2006).....	21
Figure 3. Prédications des performances des gagnants et gagnantes à l'épreuve du 100m jusqu'en 2252 (Tatem, Guerra, Atkinson, et Hay, 2004)	23
Figure 4. Voies d'influence des stéréotypes (Chalabaev, Sarrazin, Fontayne, Boiché, & Clément-Guillotin, 2013).....	25
Figure 5. Performance des étudiant.e.s sur un test d'intelligence standardisé, en fonction des conditions expérimentales (Steele & Aronson, 1995).....	33
Figure 6. Modèle des processus intégrés (Schmader, Johns, & Forbes, 2008).....	53
Figure 7. Illustration schématique du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007)...	61
Figure 8. Illustration du protocole d'anti-saccades (Jamieson & Harkins, 2007).....	66
Figure 9. Illustration du protocole de rebonds (Huber, Seitchik, Brown, Sternad, et Harkins, 2015).....	91
Figure 10. Modélisation de la performance selon Weineck (1983).....	102
Figure 11. Principales échelles de perception d'effort utilisées dans la littérature scientifique	108
Figure 12. Réduction de la force musculaire : un indicateur d'un niveau de fatigue.....	114
Figure 13. Processus centraux et périphériques pouvant contribuer au phénomène de fatigue (Bigland-Ritchie, Furbush, & Woods, 1986).....	116
Figure 14. Réponse de force via stimulation surimposée et stimulation au repos.....	126
Figure 15. Position des électrodes de surface lors d'un protocole de fatigue.....	130

Figure 16. Développement de l'activité des potentiels corticaux moteurs avant l'exécution du mouvement et à son initiation.....	135
Figure 17. Schématisation du protocole de l'étude 1.....	170
Figure 18. Schématisation du protocole de l'étude 2.....	171
Figure 19. Schématisation du protocole de l'étude 3.....	172
Figure 20. Schématisation du protocole de l'étude 4.....	174
Figure 21. Schématisation du protocole de l'étude 5.....	175
Figure 22. Schématisation du protocole de l'étude 6.....	176
Figure 23. Schématisation de la séance de familiarisation de l'étude 2.....	180
Figure 24. Schématisation de la séance de familiarisation de l'étude 4.....	181

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	14
CHAPITRE 1 : CADRE THEORIQUE	30
1. LA MENACE DU STEREOTYPE (STEELE, 1997).....	31
1.1. DESCRIPTION DU PHENOMENE ET ETUDE PRINCEPS	31
1.2. GENERALISATION DES EFFETS DE MENACE DU STEREOTYPE SUR LA PERFORMANCE	34
1.2.1. Généralisation des effets de menace du stéréotype chez les femmes dans divers domaines.....	34
1.2.2. La menace du stéréotype, un effet intergénérationnel	37
1.2.3. Réplication des effets sur d'autres populations stéréotypées.....	41
1.2.4. La menace du stéréotype : un effet généralisable aux populations moins stéréotypées	43
1.3. CONDITIONS D'APPARITION DE LA MENACE DU STEREOTYPE	44
1.3.1. Facteurs situationnels.....	44
1.3.2. Facteurs individuels	46
2. LES MECANISMES DE LA MENACE DU STEREOTYPE	49
2.1. LES DIFFERENTS MECANISMES INVESTIGUES.....	49
2.2. THE INTEGRATED PROCESS MODEL (SCHMADER, JOHNS, & FORBES, 2008).....	52
2.2.1. Les réponses neurophysiologiques	53
2.2.2. Une surveillance accrue	55
2.2.3. Les pensées et émotions négatives.....	56
2.2.4. La mémoire de travail	57
2.3. THE MERE EFFORT ACCOUNT (JAMIESON & HARKINS, 2007).....	60
2.3.1. Description du modèle	60
2.3.2. Application du mere effort account à la menace du stéréotype	61
2.4. DES MODELES COMPLEMENTAIRES OU A DISSOCIER ?	64
2.4.1. The mere effort account vs. the integrated process model.....	65
2.4.2. Une réinterprétation possible des précédentes études en faveur du mere effort account ?.....	70
2.4.3. Vers une complémentarité des modèles ?.....	72
3. SPECIFICITE ET APPLICABILITE DES MODELES EXPLICATIFS DANS L'INVESTIGATION DES STEREOTYPES SEXUES ET DES STEREOTYPES LIES A L'AGE DANS LE DOMAINE PHYSIQUE ET SPORTIF.....	75
3.1. METHODES D'INVESTIGATION DE LA MENACE DU STEREOTYPE DANS LE DOMAINE PHYSIQUE ET SPORTIF ...	75
3.1.1. Modes d'induction des stéréotypes négatifs dans le domaine physique et sportif	76
3.1.2. Les différentes conditions expérimentales.....	78
3.2. GENERALISATION DES EFFETS DE MENACE DU STEREOTYPE DANS LE DOMAINE PHYSIQUE ET SPORTIF ?	79
3.2.1. Stéréotypes sexués et performance physique et sportive.....	79
3.2.1.1. <i>Une généralisation importante des effets des stéréotypes sexués sur la performance physique et sportive des femmes</i>	<i>79</i>
3.2.1.2. <i>Des effets contre-intuitifs ?</i>	<i>81</i>
3.2.1.3. <i>L'effet ascenseur du stéréotype (Walton & Cohen, 2003) : une amélioration de la performance physique et sportive des hommes.....</i>	<i>82</i>
3.2.2. Stéréotypes liés à l'âge et performance physique et sportive	84
3.3. MECANISMES EXPLICATIFS : LES LIMITES DU MODELE DES PROCESSUS INTEGRES ET L'APPORT DU MODELE DU SIMPLE EFFORT	86
3.3.1. Mécanismes et stéréotypes sexués.....	86
3.3.1.1. <i>L'hypothèse de la surveillance explicite du mouvement (Schmader et al., 2008)</i>	<i>87</i>
3.3.1.2. <i>Les limites de la surveillance explicite du mouvement</i>	<i>89</i>
3.3.1.3. <i>L'apport du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007)</i>	<i>90</i>
3.3.1.4. <i>Les limites du modèle du simple effort.....</i>	<i>95</i>
3.3.2. Mécanismes et stéréotypes liés à l'âge	97
3.3.2.1. <i>Les limites du modèle des processus intégrés</i>	<i>98</i>
3.3.2.2. <i>Un apport du modèle du simple effort ?.....</i>	<i>99</i>
4. L'ENDURANCE : UN MOYEN D'INVESTIGUER LES TACHES NON-TECHNIQUES	101
4.1. L'ENDURANCE : UN FACTEUR DETERMINANT DE LA PERFORMANCE SPORTIVE ET DE LA SANTE.....	103
4.1.1. L'endurance	103
4.1.2. Les tâches fatigantes : un moyen d'investiguer l'endurance	103
4.1.2.1. <i>Les tâches régulièrement utilisées pour investiguer l'endurance.....</i>	<i>103</i>

4.1.2.2.	<i>Les tâches d'endurance à perception d'effort constante</i>	106
4.1.2.2.1.	<i>La perception de l'effort</i>	106
4.1.2.2.2.	<i>L'évolution de la perception de l'effort lors de tâches fatigantes</i>	109
4.1.2.2.3.	<i>Les tâches à intensité perçue constante</i>	109
4.2.	LA FATIGUE NEUROMUSCULAIRE	112
4.2.1.	Définitions et investigation macroscopique de la fatigue neuromusculaire	112
4.2.2.	Mécanismes de la fatigue neuromusculaire	117
4.2.2.1.	<i>La fatigue périphérique</i>	117
4.2.2.1.1.	<i>Les mécanismes périphériques</i>	117
4.2.2.1.2.	<i>Méthodes d'investigation de la fatigue périphérique</i>	119
4.2.2.2.	<i>La fatigue centrale</i>	122
4.2.2.2.1.	<i>Les mécanismes centraux</i>	122
4.2.2.2.2.	<i>Méthodes d'investigation de la fatigue centrale</i>	124
4.2.2.3.	<i>L'électroencéphalographie : un outil d'investigation des mécanismes centraux ?</i>	133
4.2.2.4.	<i>Lien entre fatigue périphérique et fatigue centrale</i>	139
4.3.	ROLE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET PSYCHOSOCIAUX DANS LA PERFORMANCE D'ENDURANCE	143
PROBLEMATIQUE & PROGRAMME DE RECHERCHE		150
CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE GENERALE		158
1.	PARTICIPANT.E.S ET PLANS EXPERIMENTAUX	159
1.1.	LES PARTICIPANT.E.S	159
1.2.	LES PLANS EXPERIMENTAUX UTILISES	161
2.	LES MANIPULATIONS DE STEREOTYPES	164
2.1.	INDUCTION DES STEREOTYPES SEXUES	164
2.2.	INDUCTION DES STEREOTYPES LIES A L'AGE	167
3.	TACHES D'ENDURANCE, ETUDES PILOTES ET SEANCES DE FAMILIARISATION	169
3.1.	LES TACHES D'ENDURANCE NON-TECHNIQUES	169
3.2.	LES ETUDES PILOTES	177
3.3.	LES SEANCES DE FAMILIARISATION	178
4.	LES VARIABLES DEPENDANTES INVESTIGUEES	182
4.1.	LA PERFORMANCE	182
4.2.	LES MECANISMES NEUROPHYSIOLOGIQUES	183
4.2.1.	Fatigue centrale et fatigue périphérique	183
4.2.2.	L'activité électromyographique	184
4.2.3.	Potentiels corticaux moteurs (i.e., motor-related cortical potential, MRCP)	185
4.2.4.	La fréquence cardiaque	187
4.3.	LES MECANISMES PSYCHOLOGIQUES	189
4.3.1.	Défi et menace	189
4.3.2.	Le sentiment d'auto-efficacité	189
4.3.3.	La motivation	190
5.	LES ANALYSES STATISTIQUES	192
CHAPITRE 3 : CONTRIBUTIONS PERSONNELLES		196
ETUDE 1		198
ETUDE 2		210
ETUDE 3		224
ETUDE 4		242
ETUDE 5		276
ETUDE 6		298

CHAPITRE 4 : DISCUSSION GENERALE	328
1. INFLUENCE DES STEREOTYPES SEXUES ET DES STEREOTYPES LIES A L'AGE SUR LA PERFORMANCE D'ENDURANCE NON-TECHNIQUE : UN EFFET TACHE-DEPENDANT ?	331
1.1. TACHES TECHNIQUES VS. TACHES NON-TECHNIQUES	331
1.2. TACHES MAXIMALES VS. TACHES SOUS-MAXIMALES	337
2. L'INFLUENCE DES STEREOTYPES SEXUES ET DES STEREOTYPES LIES A L'AGE SUR LA PERFORMANCE D'ENDURANCE NON-TECHNIQUE : UN EFFET GROUPE-DEPENDANT ?.....	334
4	
2.1. FEMMES VS SENIORS : DES EFFETS DIVERGEANTS ?	344
2.2. UNE GENERALISATION DU PHENOMENE D'ASCENSEUR DU STEREOTYPE ?	348
3. QUELS SONT LES MECANISMES RESPONSABLES DES EFFETS OBSERVES ?	351
3.1. LES MECANISMES PSYCHOLOGIQUES LIES A L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DES FEMMES APRES L'INDUCTION D'UN STEREOTYPE SEXUE.....	351
3.2. LES MECANISMES NEUROPHYSIOLOGIQUES LIES A L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DES FEMMES APRES L'INDUCTION D'UN STEREOTYPE SEXUE.....	354
3.3. L'APPORT DES MODELES PHYSIOLOGIQUES DANS L'EXPLICATION DES EFFETS OBSERVES	361
3.4. LES MECANISMES LIES A L'AMELIORATION DES HOMMES APRES L'INDUCTION D'UN STEREOTYPE SEXUE..	362
4. LIMITES.....	365
CHAPITRE 5 : PERSPECTIVES & APPLICATIONS	370
1. PERSPECTIVES DE RECHERCHE.....	371
1.1. GENERALISATION DES EFFETS POSITIFS LORS DE TACHES NON-TECHNIQUES.....	371
1.2. POURSUIVRE L'INVESTIGATION DES STEREOTYPES LIES A L'AGE SUR LA PERFORMANCE PHYSIQUE ET SPORTIVE DES SENIORS.....	374
1.3. INVESTIGUER LE CARACTERE SYSTEMATIQUE DE LA MENACE DU STEREOTYPE.....	376
2. APPLICATION & PORTEE GENERALE DE NOS RESULTATS	378
CHAPITRE 6 : CONCLUSION.....	382
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	386

INTRODUCTION GENERALE

Un des fondements de la République française repose sur le principe d'égalité où tous les individu.e.s sont censé.e.s être égaux/ales. Toutefois, dans les faits, ce principe n'est pas toujours respecté. Certains groupes sociaux font, en effet, face à de nombreuses inégalités. Les femmes et les seniors sont notamment touché.e.s par ces inégalités, et ceci dans de nombreux domaines comme le monde du travail ou de l'éducation (voir par exemple Guillemard, 2007 ; Régner, Thinus-Blanc, Netter, Schmader, & Huguet, 2019 ; Zebrowitz & Montepare, 2000). Les études scientifiques sur le sujet ont, par exemple, montré qu'il pouvait exister des biais de recrutement en défaveur des femmes dans les commissions de recrutement des enseignant.e.s-chercheurs/euses (Régner et al., 2019). Cette dernière étude visait à comprendre la sous-représentation des femmes dans les domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques. Le domaine physique et sportif ne déroge pas à cette règle. Les femmes sont notamment sous-représentées dans les instances dirigeantes des fédérations sportives. Par exemple, seulement une femme préside une fédération olympique (i.e., Isabelle Spennato-Lamour, fédération d'escrime). Comme mentionné, les seniors subissent également des inégalités dans de nombreuses sphères de la vie quotidienne. Il a, par exemple, été montré que l'avancée en âge représente le premier facteur de discrimination à l'embauche, selon la 9^{ème} édition du Baromètre du Défenseur des Droits et de l'Organisation Internationale du Travail (2016) (voir aussi Guillemard, 2007). De plus, l'accès à la pratique des seniors est limité (pour une revue, voir Baert, Gorus, Mets, Geerts, & Bautmans, 2011) entraînant, entre autres, un taux de participation à des activités physiques et sportives inférieur à celui des jeunes adultes (pour une revue, voir Milanovic et al., 2013). Connaissant les multiples bienfaits de la pratique régulière d'activités physiques chez les seniors (pour une revue, voir Vogel et al., 2009), cette plus faible pratique apparaît comme une inégalité envers cette population.

Réduire ces inégalités est alors devenu un enjeu majeur de société. Certaines lois/actions ont été votées/entreprises ces dernières années dans le but de les combattre. Par exemple, la loi n° 2014-873 pour l'égalité réelle entre les femmes et les hommes représente, d'après Najat Vallaud-Belkacem, « *le premier texte de loi à aborder l'égalité entre les femmes et les hommes dans toutes ses dimensions* »¹. Dans le même sens, le 28 février 2019, l'Académie française s'est prononcée en faveur de la féminisation des noms des métiers, fonctions, titres et grades afin de revaloriser le statut des femmes et placer chaque individu.e sur un même pied d'égalité. Enfin, l'État a lancé une campagne de sensibilisation en 2016 pour lutter contre les discriminations dans le monde du travail, visant, entre autres, à favoriser l'emploi des seniors et des femmes. Dans le domaine physique et sportif, des actions ont également été mises en place. Par exemple, l'article 202 de la loi n° 2017-86 précise que « *l'égal accès des hommes et des femmes aux activités sportives, sous toutes leurs formes, est d'intérêt général* ». Certaines villes sont également à l'initiative de projets promouvant le développement physique et sportif des seniors. A titre d'exemple, la ville de Nice a aménagé en 2012 un parcours de marche urbain, sécurisé et adapté aux besoins des seniors, pour les inciter à marcher et à augmenter leur pratique d'activités physiques.

Cependant, les différentes mesures proposées ne permettent pas de réduire à néant ces inégalités et celles-ci restent omniprésentes. Par exemple, depuis la rentrée 2016-2017, une nouvelle matière a été intégrée dans les programmes de collèges et lycées : *l'enseignement moral et civique*. Les valeurs de la citoyenneté (e.g., respect des règles, respect de l'autre) y sont notamment enseignées. Cependant, une étude réalisée par le Centre Hubertine-Auclert (2018) a montré « *un déséquilibre général entre les femmes et les hommes* » dans les manuels d'éducation (p. 13). Par exemple, les occurrences masculines (e.g., personnages masculins présents dans les manuels) occupent 57% du nombre total d'occurrences recensées alors que

¹ Najat Vallaud-Belkacem, première ministre au moment des faits, avait proclamé ce discours lors de la présentation de cette loi au conseil des ministres en juillet 2013.

les occurrences féminines (e.g., personnages féminins) s'élèvent uniquement à 15%². De plus, dans ces manuels, les femmes sont davantage associées à la sphère domestique qu'à la sphère professionnelle, révélant toujours des inégalités entre les femmes et les hommes, même dans les manuels d'éducation visant à promouvoir l'égalité pour tous. Concernant plus précisément le domaine physique et sportif, l'Équipe, journal sportif le plus lu en France, a publié la liste des 50 sportifs français les mieux payés sur l'année 2017 et aucune femme n'y figurait (15^{ème} édition du numéro spécial consacré aux salaires des sportifs/ives français.es, 2018). L'aspect économique et médiatique est souvent mis en avant pour expliquer ces différences salariales³. Cependant, dans les faits, ces différences salariales ne peuvent se justifier. Les audiences télévisuelles montrent que le sport féminin est souvent tout aussi regardé que le sport masculin. Par exemple, 12,5 millions de téléspectateurs ont regardé le match France-Argentine, huitième de finale de la coupe du monde de football masculine de 2018. A titre de comparaison, lors du huitième de finale de la coupe du monde féminine 2019 opposant la France au Brésil, le nombre de téléspectateurs s'élevait à 12 millions. L'écart de salaire entre les femmes et les hommes dans le monde sportif apparaît donc comme inégalitaire. En effet, même si les audiences peuvent être similaires entre sport masculin et sport féminin, les femmes sont largement moins médiatisées que les hommes. Par exemple, sur les 364 Unes de L'Équipe en 2017, seulement 4 mettaient à l'honneur uniquement des femmes (Le Monde, 2 janvier 2018).

Enfin, ces inégalités entre les femmes et les hommes se matérialisent également par des discours sexistes, creusant toujours plus ce fossé entre femmes et hommes dans le monde du sport. Par exemple, Bernard Lacombe, ex-conseiller du président de l'Olympique Lyonnais, proclamait à la Radio Monte-Carlo en 2013 : « Je ne discute pas avec les femmes de football

² Les 28% restants dans cette étude comprenaient les expressions et groupes mixtes, les épiciènes, les expressions bisexuées.

³ Le sport masculin engendrerait davantage de revenus dus à une plus grande médiatisation, ce qui augmenterait le nombre de partenariats, entraînant par conséquent un salaire plus élevé en faveur des hommes.

(...) Qu'elles s'occupent de leurs casseroles et ça ira mieux ». Bien plus récemment, lors de la remise du Ballon d'or féminin (2018), Martin Solveig, *disc-jockey* français, a été invité à poser une question à la lauréate, qui n'était autre que : « Est-ce que tu sais *twerker* ? ». Comparativement, Luka Modric, sacré Ballon d'or masculin le même jour, a dû répondre à des questions telles que « Comment vous sentez-vous ? » ou encore « Est-ce un rêve devenu réalité ? ».

Ces inégalités restent également omniprésentes chez les seniors. Comme mentionné, leur niveau de pratique est inférieur à celui des adultes plus jeunes (e.g., Milanovic et al., 2013), pouvant, entre autres, résulter d'un accès limité à la pratique sportive (Baert et al., 2011). Aussi, à l'instar des femmes, la médiatisation des seniors dans le domaine physique et sportif est faible. Par exemple, les *European Masters Games* sont un événement international de compétition multisports, qui a lieu tous les quatre ans. Il s'agit en quelque sorte des Jeux Olympiques des seniors. C'est un événement important, regroupant de nombreux/ses participant.e.s (e.g., plus de 6500 participant.e.s aux jeux de Nice en 2015). Cependant, la médiatisation de ces jeux a été minime ; la majorité des épreuves retransmises était uniquement diffusée en *streaming* sur le site de l'évènement.

La question qu'il est alors légitime de se poser est la suivante : pourquoi les inégalités, notamment dans le monde sportif, restent persistantes voire omniprésentes malgré la mise en place de lois ou d'actions visant à les réduire ? L'une des raisons majeures repose sur l'explication essentialiste : « les femmes ont naturellement des capacités physiques inférieures aux hommes » et « les seniors ont naturellement des capacités physiques inférieures aux jeunes adultes ». En effet, de nombreuses études ont révélé qu'il existait, dans le domaine physique et sportif, de larges différences de performance entre les sexes en faveur des hommes (pour une revue, voir Hyde, 2005 ; pour des méta-analyses, voir Olds, Tomkinson, Léger, & Cazorla, 2006 ; Thomas & French, 1985), et également de grande différences de performance entre les

jeunes adultes et les seniors en faveur des jeunes adultes (en comparaison des seniors) (e.g., Cruz-Jentoft et al., 2014 ; Lauretani et al., 2013). Par exemple, Olds et al. (2006) ont montré que de l'enfance à l'âge adulte, les garçons obtiennent de meilleurs résultats que les filles sur une tâche d'endurance. Ces différences peuvent également être observées chez les sportifs/ives professionnel.le.s, illustrées au travers du montage photo ci-dessous réalisé par le biomécanicien Ian Hunter (Figure 1). On peut noter sur ce montage qu'au même moment de la course, les hommes ont parcouru une plus grande distance que les femmes. Cet auteur a conclu que la différence de performance observée était essentiellement due à une longueur de pas plus longue pour les hommes, du fait d'une masse musculaire plus développée⁴. Il a également été montré qu'avec l'avancée en âge, la force maximale qu'est capable de développer chaque individu est réduite, que ce soit pour des muscles du membre supérieur comme inférieur (e.g., Cruz-Jentoft et al., 2014 ; Lauretani et al., 2013). L'explication essentialiste semble donc être une hypothèse envisageable pour expliquer les différences de performance observées entre les femmes et les hommes, et entre les seniors et les jeunes adultes.



Figure 1 : Montage photo des finales du 100m masculin et féminin aux championnats du monde des États-Unis (2004) (réalisé par Ian Hunter)

Sur ce montage photo, réalisé par Iain Hunter et tiré de <http://vazel.blog.lemonde.fr/2014/06/28/une-guerre-des-sexes-virtuelle-sur-100-m/>, on peut observer qu'au même moment de la course, les hommes ont parcouru une plus grande distance que les femmes lors de la finale du 100m. Cette meilleure performance a été expliquée par des longueurs de pas supérieures, causées par des muscles plus développés.

⁴ Différents paramètres ont été analysés tels que la longueur de pas, le temps de réaction ou encore la fréquence de foulées. Aucune différence n'était observée entre les femmes et les hommes concernant le temps de réaction ou la fréquence de foulées, mais il existait une différence liée à la longueur des pas, plus grande chez les hommes.

Cependant, sans nier ces constats, la pensée essentialiste ne semble pas être l'unique explication des différences de performance observées entre les sexes et celles obtenues entre les seniors et les jeunes adultes. D'autres facteurs, notamment psychosociaux, se doivent d'être pris en compte. Tout d'abord, concernant les femmes, malgré une augmentation de leur taux de pratique sportive (e.g., Dufur & Lindford, 2010 ; Riemer & Visio, 2003 ; Zimmerman, 2011 ; voir également le rapport du baromètre national des pratiques sportives, 2018), les hommes restent beaucoup plus nombreux à pratiquer une activité physique (e.g., Cheval, Chalabaev, & Chanal, 2015 ; Papaioannou, Karastogiannidou, & Theodorakis, 2005 ; Telford, Telford, Olive, Cochrane, & Davey, 2016) et à atteindre les recommandations journalières (e.g., Knisel, Opitz, Wossmann, & Keteihuf, 2009 ; Telford et al., 2016). Cheval et al. (2015) ont notamment observé que, lors d'un enseignement d'Éducation Physique et Sportive en classe élémentaire, les filles étaient moins actives que les garçons malgré les mêmes pratiques proposées (i.e., niveau d'activité mesuré par accélérométrie). En plus de moins s'investir dans la pratique d'activités physiques et sportives, les femmes se perçoivent moins compétentes que les hommes (e.g., Seabra et al., 2013 ; Telford et al., 2016), prennent moins de plaisir à pratiquer (e.g., Cairney et al., 2012), sont moins intéressées par ces pratiques (e.g., Chen & Darst, 2002) ou encore se désengagent plus tôt (e.g., pour une revue, voir Shahidul & Zehadul Karim, 2015). Par exemple, l'abandon sportif des filles survient dans de nombreux cas durant l'adolescence (e.g., Sarrazin & Guillet, 2001) et, comme illustré sur la Figure ci-dessous, les différences de performance entre les femmes et les hommes s'accroissent de manière drastique durant cette période (Figure 2). Tout comme les femmes, certaines explications pourraient être apportées pour expliquer cette différence de performance entre les seniors et les jeunes adultes. En plus du niveau de pratique lié à l'avancée en âge déjà mentionné à maintes reprises, les seniors ressentent moins d'intérêt à pratiquer (e.g., Moschny, Platen, Klaaben-Mielke, Trampisch, & Hinrichs, 2011), prennent moins de plaisir (e.g., Hoare, Stavreski, Jennings, & Kingwell, 2017)

ou encore ont une perception de leur compétence physique réduite (e.g., Sales, Levinger, & Polma, 2017).

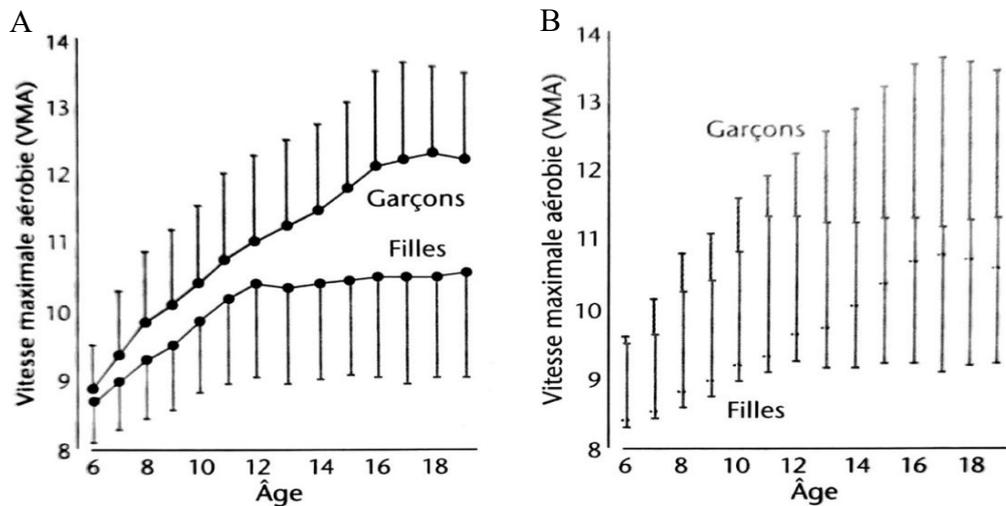


Figure 2 : Performance des femmes et des hommes sur un test d'endurance en fonction de l'âge (Olds, Tomkinson, Léger, & Cazorla, 2006)

Cette figure est tirée de l'ouvrage *Les stéréotypes* (Fontayne & Chalabaev, 2016). Le graphique de gauche, tiré de l'étude de Olds et al. (2006) révèle qu'à tout âge, les garçons obtiennent de meilleurs résultats sur un test d'endurance que les filles. Le mode de présentation des écarts-types (i.e., uniquement positifs pour les hommes et négatifs pour les femmes) accentue cet écart entre garçons et filles et suggère que tous les hommes sont meilleurs que toutes les femmes. Dans leur ouvrage, plutôt que de représenter les moyennes pour chaque âge, Fontayne et Chalabaev (2016) ont représenté la variabilité des sujets. L'interprétation est totalement différente. Sans nier qu'en moyenne les hommes obtiennent de meilleurs résultats, ce graphique révèle que certaines filles sont meilleures que certains garçons.

Ces études suggèrent, en plus de l'explication essentialiste, que les perceptions des individu.e.s vont influencer leurs choix et leurs comportements (e.g., engagement dans la pratique sportive), ce qui pourrait également expliquer la différence de performance générale entre les femmes et les hommes, et celle entre les seniors et les jeunes adultes. Ces perceptions des individu.e.s sont de surcroît influencées par des croyances socioculturelles (e.g., le sport est plus adapté aux garçons qu'aux filles), représentant des stéréotypes sociaux. Ils peuvent se définir comme des « *croyances partagées concernant les caractéristiques personnelles, généralement des traits de personnalité, mais souvent aussi des comportements, d'un groupe de personnes* » (Leyens, Yzerbyt, & Schadron, 1996, p. 24).

L'explication essentialiste renforce ces stéréotypes. Elle interprète, en effet, une moyenne (i.e., les femmes ont des capacités plus faibles que les hommes ; les seniors ont des capacités inférieures aux jeunes adultes) comme une généralité : « tous les hommes ont des capacités supérieures à toutes les femmes » ou encore « tous les jeunes adultes ont des capacités supérieures aux seniors ». Est-ce vrai pour autant ? Certain.e.s femmes/seniors ne sont-elles/ils pas meilleur.e.s que certains hommes/jeunes adultes ? En reprenant l'étude de Olds et collaborateurs (2006) visant à évaluer les performances des garçons et des filles, les garçons obtiennent en moyenne des résultats supérieurs aux filles (Figure 2A).

Cependant, dans l'ouvrage « *Les stéréotypes* », Chalabaev et Sarrazin (2016, chapitre 2) ont modifié ce graphique en représentant uniquement les écart-types positifs et négatifs et donc la variabilité des sujets (Figure 2B). On peut observer que ces écarts-types se chevauchent fortement, révélant que certaines femmes sont meilleures que certains hommes. De nombreux exemples de ce type ont pu être recensés, et ce même dans le sport de haut niveau. C'est le cas, par exemple, d'Alissa St Laurent qui a remporté, en moins de 14 heures, la 15^{ème} édition de la *Canadian Death Race*, un ultra-marathon de 125 km (2015). Le second arrivant, un homme, a terminé la course 90 minutes après elle. En 2017, en Espagne, une équipe de football régionale composée uniquement de filles a remporté un championnat devant treize autres équipes composées majoritairement de garçons. Enfin, en traçant les temps gagnants des finales olympiques masculines et féminines du 100 mètres sur le dernier siècle et en extrapolant ces lignes de régression, Tatem, Guerra, Atkinson, et Hay (2004) ont prédit qu'aux Jeux Olympiques de 2156, la gagnante du 100 mètres obtiendrait un temps inférieur à celui du gagnant masculin (Figure 3).

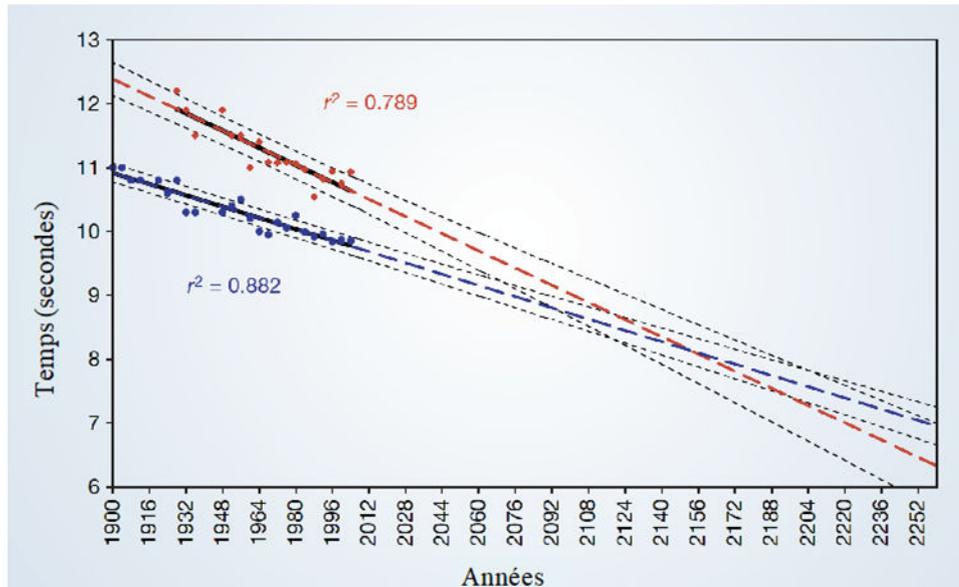


Figure 3 : Prédications des performances des gagnants et gagnantes à l'épreuve du 100m jusqu'en 2252 (Tatem, Guerra, Atkinson, et Hay, 2004)

Cette figure, tirée et traduite de l'article de Tatem et al. (2004), représente les prédictions des temps vainqueurs des hommes (tirets bleus) et des femmes (tirets rouges) en se basant sur les temps des précédentes années et en extrapolant les régressions linéaires. Le temps estimé de la gagnante aux Jeux Olympiques de 2156 serait alors inférieur à celui du gagnant, suggérant une meilleure performance de la part de la gagnante.

A l'instar des femmes surpassant les hommes, certain.e.s seniors ont également montré qu'ils/elles pouvaient être meilleur.e.s que leurs homologues plus jeunes. Par exemple, lors du marathon de Toronto en 2004, Ed Withlock, âgé de 74 ans, a terminé la course en moins de 3 heures (i.e., le temps moyen pour terminer l'épreuve étant de plus de 4 heures). En estimant sa VO_2max^5 à 80 ans, Lepers, Stapley, Catagni, Gremeaux, et Knechtle (2016) ont noté qu'elle avoisinerait les $50 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, valeur proche voire supérieure de celle de jeunes adultes (e.g., Ozaki, Loenneke, Thiebaud, & Abe, 2013). Dans la même lignée, de nombreuses études ont rapporté qu'en situation d'endurance musculaire (e.g., tâche maintenue jusqu'à épuisement), les seniors pouvaient être plus résistant.e.s à la fatigue, et par conséquent

⁵ La VO_2max est le débit maximal de production d'énergie par voie oxydative. Il correspond à la quantité maximale d'oxygène qu'un organisme peut utiliser par unité de temps au cours d'un exercice intense et de durée prolongée.

performeraient mieux (e.g., pour une revue, voir Allman & Rice, 2002) que les jeunes adultes. Ces exemples, recueillis parmi d'autres, suggèrent que des seniors peuvent être meilleur.e.s que des jeunes adultes.

Par conséquent, en affirmant « les hommes/jeunes adultes ont des capacités physiques supérieures aux femmes/seniors », un stéréotype s'appliquant à un niveau groupal mais pouvant être incorrect à un niveau individuel est pourtant largement appliqué au niveau individuel. Au cours des dix dernières années, de nombreuses études ont montré que ces stéréotypes négatifs envers les femmes et les seniors pouvaient directement influencer la performance des individu.e.s qui en étaient la cible. Il apparaît alors nécessaire d'investiguer les effets des stéréotypes sur la performance physique et sportive des femmes et des seniors (pour des revues et méta-analyses concernant les stéréotypes sexués, voir Chalabaev, Sarrazin, Fontayne, Boiché, & Clément-Guillotin, 2013 ; Gentile, Boca, Giammusso, 2018 ; Smith & Martiny, 2018 ; pour des revues et méta-analyses concernant les stéréotypes liés à l'âge, voir Lamont, Swift, & Abrams, 2015 ; Nguyen & Ryan, 2008). D'ailleurs, Chalabaev, Sarrazin et al. (2013) ont proposé un modèle résumant les différentes voies d'influence des stéréotypes (i.e., *multiple-route model of sex stereotypes influence in sport and exercise*). Les stéréotypes influenceraient les comportements au travers de deux « voies » d'influence : la voie d'internalisation des stéréotypes et la voie situationnelle des stéréotypes (Figure 4).

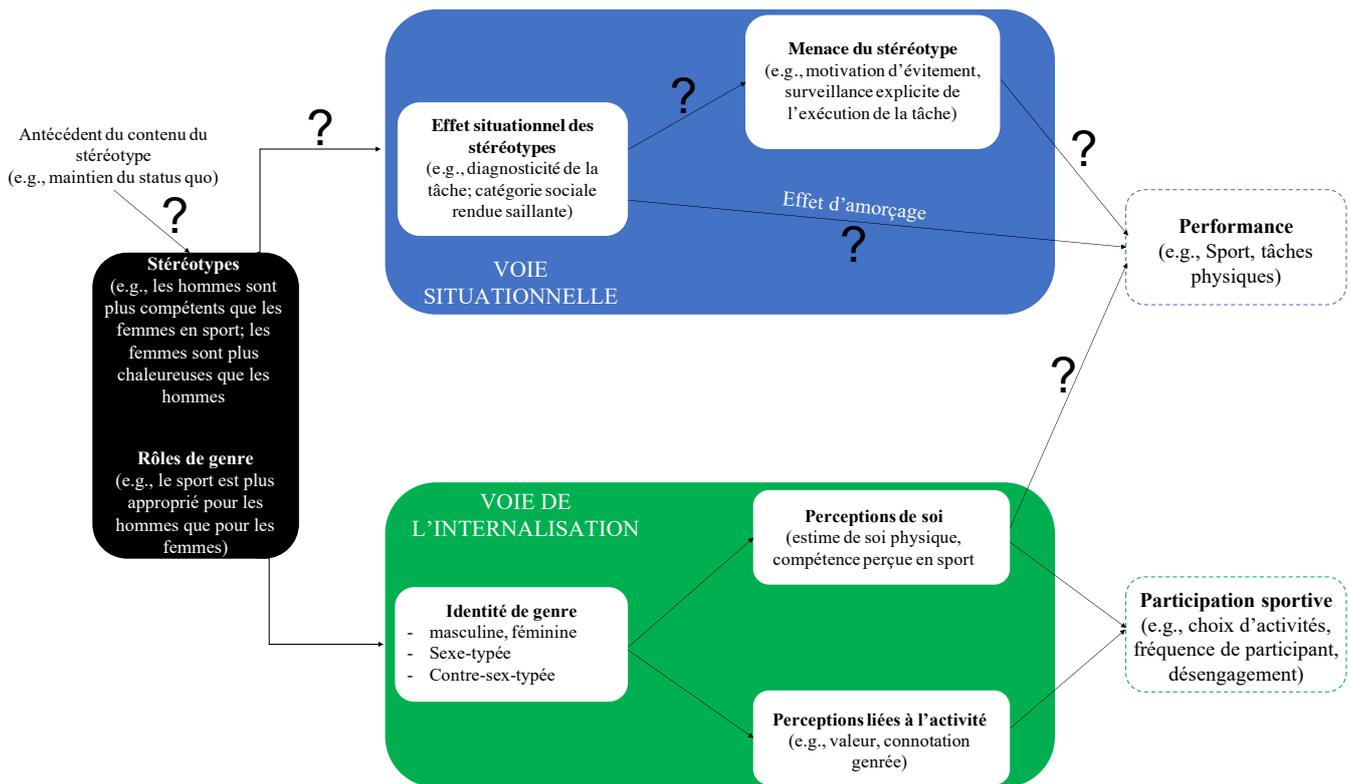


Figure 4 : Voies d'influence des stéréotypes (Chalabaev, Sarrazin, Fontayne, Boiché, & Clément-Guillotin, 2013)

Cette figure, tirée et traduite de la revue de Chalabaev, Sarrazin et al. (2013), nous montre les différentes voies d'influence des stéréotypes, avec notamment la voie de l'internalisation des stéréotypes et la voie situationnelle des stéréotypes (i.e., effet d'amorçage et de menace du stéréotype). Ces deux voies d'influence peuvent impacter les comportements de santé, la participation à des activités physiques et sportives ainsi que la performance. Les points d'interrogation représentent les pistes proposées par ces auteur.e.s, nécessitant une investigation plus approfondie avec notamment les études dans le cadre de la menace du stéréotype.

D'après la voie de l'internalisation des stéréotypes, les stéréotypes internalisés et les normes culturelles vont impacter les choix et les comportements des individus liés à la participation sportive. Eccles et ses collaborateurs ont, par exemple, observé que les filles se sentent moins capables de réussir et apportent une valeur moins importante au sport que les garçons, ce qui pourrait en partie expliquer pourquoi elles s'engagent moins dans la pratique physique et sportive (e.g., Eccles & Harold, 1991 ; Fredricks & Eccles, 2005). Les parents et les enseignant.e.s d'Éducation Physique et Sportive participent au développement des croyances et perceptions des enfants (e.g., Boiché, Plaza, Chalabaev, Guillet, & Sarrazin, 2014 ; Brunet, Gaudet, Wing & Bélanger, 2019 ; Chalabaev, Sarrazin, Trouilloud, & Jussim, 2009 ;

Eccles & Harold, 1991 ; Fredricks & Eccles, 2005 ; Jacobs & Eccles, 1992). Boiché et al. (2014) ont montré que plus les parents reportaient une forte association implicite entre « sport » et « masculinité », plus leurs enfants la reportaient également et déclaraient les garçons comme plus compétents que les filles en sport.

Chez les seniors, le phénomène d'internalisation se fait tout au long de la vie et aurait des effets à long terme sur la santé et les comportements des seniors (Levy, 2009). Par exemple, Levy, Slade, et Kasl (2002) ont conduit une étude longitudinale sur 20 ans visant à observer l'évolution de la santé fonctionnelle auto-rapportée des seniors (i.e., les tâches physiques qu'ils sont capables de réaliser), en fonction de leur perception du vieillissement. Ces auteur.e.s ont montré que la santé fonctionnelle des seniors ayant une conception positive du vieillissement (i.e., se percevant comme dynamiques, heureux ou encore utiles) était réduite, dans une moindre mesure, en comparaison de celle des seniors ayant une vision négative du vieillissement, c'est-à-dire se percevant comme peu dynamiques, moins heureux ou encore moins utiles qu'auparavant (voir aussi Levy & Myers, 2004 ; Levy, Slade, Kundel, & Kasl, 2002 ; Levy, Slade, Murphy, & Gill, 2012 ; Levy, Zonderman, Slade, & Ferrucci, 2009).

La deuxième voie d'influence, représentant la voie situationnelle des stéréotypes, affecte à court terme les comportements des participant.e.s. Elle repose sur deux mécanismes distincts : le phénomène d'amorçage du stéréotype et la théorie de la menace du stéréotype. Tout d'abord, l'amorçage fait référence à l'activation d'un stéréotype, impactant en retour les comportements des individus sans l'implication de processus conscients (e.g., Bargh, Chen, & Burrows, 1996 ; Dijksterhuis & Knippenberg, 1998 ; Follenfant, Légal, Dinard, & Meyer, 2005 ; Ginsberg, Röhmer, & Louvet, 2012 ; Peña et Kim, 2014). Follenfant et al. (2005) ont notamment montré que les participants amorcés avec le stéréotype des seniors voyaient leur performance en basket-ball diminuer alors que, lorsqu'ils étaient amorcés avec le stéréotype

des basketteurs, leur performance était améliorée⁶. Outre le phénomène d'amorçage, c'est le deuxième mécanisme de la voie situationnelle qui nous intéressera particulièrement dans cette thèse : l'effet de menace du stéréotype. D'après cette théorie, lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe est induit, une chute de la performance de ce groupe est attendue (Steele, 1997). Depuis 20 ans, ces effets ont été répliqués, notamment dans le domaine physique et sportif (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). Chalabaev, Sarrazin et al. (2013) ont révélé dans leur modèle certaines zones d'ombre dans l'effet des stéréotypes sur les comportements des individu.e.s qui nécessitent une investigation plus approfondie (matérialisées par les points d'interrogations dans la Figure 4). C'est notamment le cas des mécanismes explicatifs des effets de menace du stéréotype. Les effets de menace du stéréotype restent effectivement encore peu documentés, notamment dans le domaine physique et sportif. Deux modèles théoriques s'opposent pour tenter d'expliquer ces résultats : le modèle des processus intégrés (*integrated process model* ; Schmader, Johns, & Forbes, 2008) et le modèle du simple effort (*mere effort account* ; Jamieson & Harkins, 2007). Le modèle des processus intégrés représente, depuis plus de 10 ans, le modèle plus utilisé pour expliquer les effets de menace du stéréotype. Toutefois, il peut apparaître comme limité dans le domaine physique et sportif et non-généralisable à l'ensemble des tâches physiques et sportives. Le modèle du simple effort propose une alternative à ce modèle et remet également en question la théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997).

⁶ Pour amorcer leurs stéréotypes, Follenfant et al. (2005) ont demandé à leurs participants, après la réalisation d'une première tâche de basketball consistant en une répétition de lancers-francs (i.e., mesure de base), d'établir une liste de mots liés soit aux seniors, soit à des basketteurs professionnels. Les participants ont enfin réalisé une deuxième fois la tâche, identique à celle réalisée lors de la mesure de base, afin d'évaluer l'effet de l'activation des stéréotypes liés aux basketteurs et aux seniors. Comme attendu, la performance était réduite d'environ 3% pour les participants qui avaient établi la liste de mots caractérisant les seniors (i.e., activant implicitement le stéréotype de l'incompétence des seniors dans le domaine sportif) alors que la performance des participants caractérisant les basketteurs professionnels était augmentée de 6% entre la mesure de base et la mesure réalisée après la réalisation de la liste de mots.

L'objectif de ce travail doctoral est d'évaluer les effets des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge au travers du modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997) sur la performance d'endurance non-technique des femmes et des seniors. Cette investigation semble de première importance pour deux raisons majeures. Tout d'abord, l'endurance est un facteur déterminant de la performance sportive (e.g., Weineck, 1983) et son exploration permettrait d'élargir les connaissances quant aux effets des stéréotypes dans le domaine physique et sportif. De plus, certains aspects théoriques de la littérature scientifique suggèrent que, lors de ce type de tâche, les effets de l'induction d'un stéréotype négatif entraîneraient une amélioration de la performance du groupe menacé. La théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997) pourrait alors être remise en question.

Nous avons donc conduit un programme de recherche sur trois ans et réalisé six études expérimentales. Les études 1, 2, 3 et 4 ont évalué l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes sur la performance des femmes, et les études 5 et 6 l'influence de l'induction de stéréotypes liés à l'âge sur la performance des seniors. Cette thèse s'organisera de la manière suivante : le premier chapitre permettra un état des lieux de la recherche scientifique liée à la menace du stéréotype. Plus spécifiquement, ce chapitre mettra un accent particulier sur les effets de menace du stéréotype lors de tâches physiques et sportives, l'apport des modèles théoriques dans l'explication de ces résultats, et l'intérêt de s'intéresser aux potentiels effets lors de tâches d'endurance non-techniques. Dans le chapitre 2, nous présenterons la méthodologie générale des différentes expérimentations réalisées dans cette thèse. Nous poursuivrons par la présentation des six études expérimentales réalisées au cours de ces trois années de thèse. Enfin, dans les derniers chapitres, l'ensemble de nos résultats seront discutés et une conclusion de nos travaux ainsi que de nouvelles perspectives de recherche seront présentées.

CHAPITRE 1 : **CADRE THEORIQUE**

1. LA MENACE DU STEREOTYPE (STEELE, 1997)

1.1. DESCRIPTION DU PHENOMENE ET ETUDE PRINCEPS

La théorie de la menace du stéréotype vise à comprendre pourquoi, et surtout comment, la performance d'un.e individu.e en contexte évaluatif peut être impactée par la présence d'un stéréotype négatif à l'égard du groupe auquel il/elle appartient (Steele, 1997). Ainsi, pour Goff, Steele, et Davies (2008), « *stereotype threat is the sense of threat that can arise when one knows that he or she can possibly be judged or treated negatively on the basis of a negative stereotype about one's group* » (p. 92). Plus précisément, l'effet de menace du stéréotype est susceptible de s'appliquer lorsqu'un stéréotype négatif est rendu saillant dans un contexte évaluatif où ce stéréotype est susceptible de s'appliquer (Steele, 1997). Par exemple, il existe un stéréotype répandu selon lequel les filles sont moins compétentes que les garçons dans le domaine des mathématiques. Si lors d'une situation d'évaluation, un test de mathématiques est décrit comme mesurant les compétences en mathématiques, alors cela pourrait activer le stéréotype de l'infériorité des filles dans ce domaine et impacter en retour leurs performances. D'une manière générale, il a été montré que l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe entraînait une réduction de la performance de ce groupe (voir *sections 1.2.1., 1.2.2., 1.2.3., 1.2.4., 3.2.1.*).

Depuis plus de 20 ans, les effets situationnels des stéréotypes sont devenus l'un des sujets les plus investigués en psychologie sociale, visant de nombreux groupes sociaux, dans des domaines divers et variés (e.g., le domaine physique et sportif avec le stéréotype selon lequel les femmes ont de plus faibles capacités physiques que les hommes, le domaine cognitif avec, entre autres, le stéréotype visant les plus faibles capacités mnésiques des seniors en comparaison de leurs homologues plus jeunes, ou encore le domaine de l'interaction sociale

et notamment le stéréotype selon lequel les hommes homosexuels sont « dangereux » pour les jeunes enfants ; Gentile et al., 2018 ; Lamont et al., 2015 ; Bosson, Haymovitz, & Pinel, 2004, respectivement).

Ce phénomène de menace du stéréotype a été observé pour la première fois à l'université de Stanford par Steele et Aronson (1995). Ces chercheurs s'intéressaient aux causes de l'échec académique de certaines minorités ethniques. Plus précisément, ils se demandaient pourquoi les étudiant.e.s afro-américain.e.s obtenaient des résultats académiques plus faibles que leurs homologues caucasien.ne.s, et ce même dans des universités prestigieuses. Dans leur expérimentation, des étudiant.e.s afro-américain.e.s et caucasien.ne.s ont été réparti.e.s dans deux groupes, où seule la présentation de la tâche était différente, et ont ensuite réalisé un test d'intelligence verbale standardisé. Lorsque le test était décrit comme une mesure d'intelligence (i.e., condition diagnostique), les étudiant.e.s afro-américain.e.s réussissaient moins bien le test que les étudiant.e.s caucasien.ne.s. En revanche, lorsque le test était présenté comme étant une tâche de résolution de problème (i.e., condition non-diagnostique), aucune différence n'était observée entre la performance des afro-américain.e.s et celle des caucasien.ne.s (Figure 5). Aux États-Unis, il existe un stéréotype largement répandu selon lequel les afro-américain.e.s sont moins intelligent.e.s que les caucasien.ne.s. Pour ces chercheurs, présenter la tâche comme étant reliée à l'intelligence aurait activé ce stéréotype, ce qui aurait généré une menace évaluative sur le groupe des étudiant.e.s afro-américain.e.s, impactant en retour leur performance.

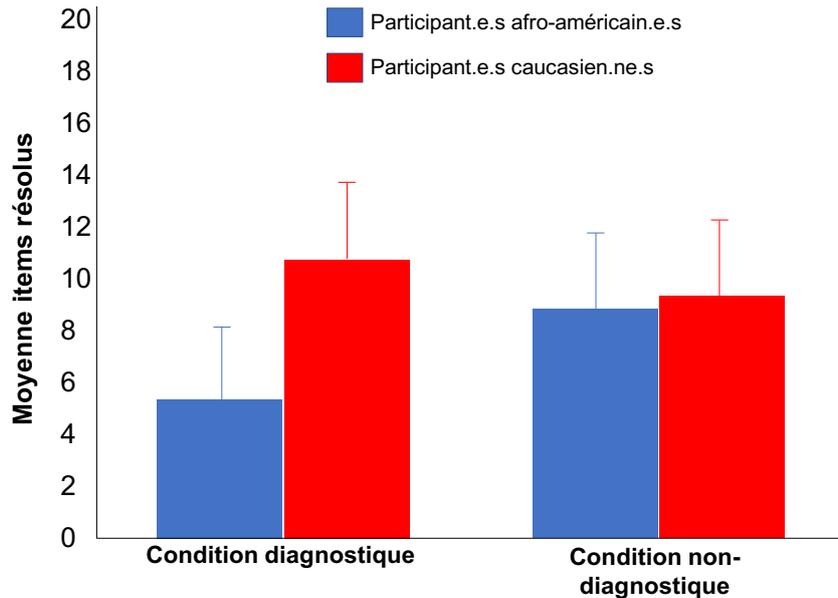


Figure 5 : Performance des étudiant.e.s sur un test d'intelligence standardisé, en fonction des conditions expérimentales

Sur ce graphique tiré et adapté de l'étude de Steele et Aronson (1995), la condition « diagnostique » représente la condition où le test était présenté comme étant une mesure d'intelligence, alors que la condition « non-diagnostique » représente la condition contrôle. On peut observer que lorsqu'aucun stéréotype n'était induit (i.e., condition non-diagnostique), les afro-américain.e.s et les caucasien.ne.s obtenaient des résultats similaires alors que, lorsque le test était présenté comme étant relié à l'intelligence, la performance des afro-américain.e.s s'effondrait, correspondant à un effet de menace du stéréotype.

Pour s'assurer que la chute de la performance observée était bien due à l'activation d'un stéréotype négatif, Steele et Aronson (1995, étude 3) ont demandé à leurs participant.e.s de compléter 80 fragments de mots. Cette tâche permettait la mesure du degré d'activation du stéréotype en mémoire. Certains mots pouvaient être complétés tout aussi bien par des mots courants que par des mots symboliques des stéréotypes afro-américains⁷. Selon les auteurs, si la présentation du test dans la condition diagnostique a bel et bien permis d'activer le stéréotype négatif à l'égard des afro-américain.e.s, alors ces dernier.e.s devraient compléter davantage de

⁷ Les mots à compléter se présentaient de la manière suivante : __ C E, L A __ ou encore __ O R. Les participant.e.s devaient alors compléter ces mots par l'intermédiaire de mots qui leur venaient à l'esprit. Pour le premier exemple, plusieurs mots communs pouvaient être trouvés comme *FACE* par exemple. Cependant, le mot *RACE* complétait également parfaitement le mot. Sur la base L A __, des mots communs pouvaient être obtenus (e.g., *LAKE*) comme des mots stéréotypiques représentant les afro-américain.e.s (e.g., *LAZY*). Enfin, pour l'exemple __ OR, les participant.e.s pouvaient deviner des mots communs comme *DOOR* mais aussi des mots stéréotypiques comme *POOR*.

mots liés aux stéréotypes afro-américains. Les résultats allaient dans le sens des hypothèses des auteurs : les participant.e.s menacé.e.s par le stéréotype trouvaient davantage de mots liés aux stéréotypes concernant les afro-américain.e.s que les participant.e.s assigné.e.s à la condition contrôle. Présenter une tâche comme étant diagnostique d'une compétence (i.e., intelligence) associée à un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe (i.e., afro-américain.e.s) entraînait une diminution de la performance de ce groupe en activant en mémoire ce stéréotype (i.e., les afro-américain.e.s sont moins intelligent.e.s que leurs homologues caucasien.ne.s).

A la suite de cette étude pionnière, de nombreuses études ont répliqué cet effet négatif de l'induction d'un stéréotype négatif sur la performance, principalement dans le domaine cognitif (voir *section 1.2.*), ou bien encore dans le domaine physique et sportif (voir *section 3.2.1.*). La généralisation des effets de menace du stéréotype sera abordée dans la prochaine partie.

1.2. GENERALISATION DES EFFETS DE MENACE DU STEREOTYPE SUR LA PERFORMANCE

1.2.1. Généralisation des effets de menace du stéréotype chez les femmes dans divers domaines

Un des domaines les plus investigués dans le cadre de la menace du stéréotype fait référence au domaine des mathématiques. En effet, les femmes étant sous-représentées dans la poursuite de carrières scientifiques (e.g., Gibney, 2016), certain.e.s chercheurs/euses se sont intéressé.e.s aux raisons, et notamment à l'impact du stéréotype répandu selon lequel les femmes ont des capacités inférieures aux hommes dans les champs scientifiques, comme les mathématiques. D'une manière générale, lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes concernant leurs plus faibles compétences en mathématiques était induit, une diminution de leur performance était observée (comparativement aux participantes du groupe contrôle) (e.g., Brodish & Devine, 2009 ; Brown & Josephs, 1999 ; Cadinu, Maass, Frigerio, Impagliazzo, &

Latinotti, 2003 ; Cadinu, Maass, Rosabianca, & Kiesner, 2005 ; Chalabaev, Major, Sarrazin, & Curry, 2012 ; Davies, Spencer, Quinn, & Gerhardstein, 2002 ; Inzlicht & Ben-Zeev, 2000 ; Johns, Schmader, & Martens, 2005 ; O'Brien & Crandall, 2003 ; Schmader, 2002 ; Schmader & Jones, 2003 ; Spencer, Steele, & Quinn, 1999 ; Thorson, Forbes, Magerman, & West, 2019 ; Walsh, Hickey, & Duffy, 1999). Par exemple, dans l'étude initiale de Spencer et al. (1999), lorsque le tâche était présentée comme révélant des différences entre les hommes et les femmes, les femmes obtenaient des résultats inférieurs à ceux des hommes. Cependant, lorsque la tâche était présentée comme révélant aucune différence entre les hommes et les femmes, aucune différence n'était observée entre les hommes et les femmes, mettant en évidence un effet de menace du stéréotype. Plus récemment, Thorson et al. (2019) ont montré qu'induire ce même stéréotype entraînait également moins d'interactions avec les hommes (i.e., groupe non-menacé par le stéréotype), tout en s'engageant de manière accrue avec d'autres femmes.

Même si cet effet de menace du stéréotype sur la performance mathématique des femmes apparaît comme robuste ($d = 0.29$, Doyle & Voyer, 2016 ; $d = 0.29$, Nguyen & Ryan, 2008 ; $d = 0.24$, Picho, Rodriguez, & Finnie, 2013)⁸, certaines études n'ont observé aucun effet des stéréotypes négatifs sur la performance mathématiques des femmes (Finnigan & Corker, 2016 ; Flore, Mulder, & Wicherts, 2019 ; Ganley et al., 2013 ; Gibson, Losee, & Vitiello, 2014 ; pour une méta-analyse, voir Stoet & Geary, 2012). Selon Stoet et Geary (2012), « *we [can] conclude that although stereotype threat may affect some women, the existing state of knowledge does not support the current level of enthusiasm for this as a mechanism underlying the gender gap in mathematics* » (p. 93). Cependant, cette méta-analyse se base sur un faible nombre d'études, intégrant uniquement les études répliquant la méthodologie utilisée par Spencer et al. (1999), limitant la portée de cette conclusion. Toutes ces études, que l'effet soit

⁸ Le d de Cohen correspond à la mesure de la taille d'effet d'un phénomène. Il est établi qu'un $d = 0.20$ représente un effet de petite taille, qu'un $d = 0.50$ caractérise un effet de taille moyenne, et qu'un $d = 0.80$ représente un effet de grande taille. Les effets cités dans ces exemples ont été calculés sur la base d'un grand nombre d'études et représentent ici un effet robuste de petite taille.

négatif ou nul, ont permis de définir un certain nombre de modérateurs de l'effet de menace du stéréotype, c'est-à-dire les conditions de son apparition (voir *section 1.3.*). Enfin, Inzlicht et Kang (2010) ont montré qu'après l'induction d'un stéréotype négatif lié aux faibles compétences des femmes en mathématiques, en plus d'impacter la performance, une augmentation des comportements agressifs et des comportements alimentaires déviants était observée (i.e., *stereotype threat spillover theory*). Cette dernière étude révèle que les stéréotypes, en plus d'influencer négativement la performance associée, peuvent également impacter d'autres sphères non-liées à l'induction de ces stéréotypes.

Outre le domaine des mathématiques, d'autres domaines ont observé l'effet négatif des stéréotypes sur la performance des femmes tels que la métacognition (Gajdos et al., 2019), les jeux vidéo (e.g., Kaye & Pennington, 2016 ; Vermeulen, Nunez Castellar, Janssen, Calvi, & Van Looy, 2016), le leadership (e.g., Davies, Spencer, & Steele, 2005), le monde du travail (e.g., Bergeron, Block, & Echtenkamp, 2006 ; Gupta, Goktan & Gunay, 2014 ; Gupta, Turban & Bhawe, 2008), la négociation (e.g., Kray, Thompson, & Galinsky, 2001), l'orientation spatiale (e.g., Allison, Redhead, & Chan, 2017 ; Shenouda & Danovitch, 2014) ou encore le domaine physique et sportif (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). La généralisation des effets de menace du stéréotype dans les tâches physiques et sportives sera abordée avec davantage de précisions dans la *section 3.1.2.*

Les femmes, groupe social sujet à de nombreux stéréotypes négatifs, ont donc été montrées comme étant vulnérables aux effets de menace du stéréotype, dans de nombreuses tâches où un stéréotype négatif à leur égard existe. Cet effet de menace du stéréotype n'a pas seulement été observé chez les femmes adultes (i.e., population majoritaire dans les études présentées dans cette section) mais a été répliqué aussi bien chez les enfants et adolescent.e.s que chez les seniors. Cette généralisation au travers des différentes générations sera abordée dans la prochaine section.

1.2.2. La menace du stéréotype, un effet intergénérationnel

En plus de répliquer les effets de menace du stéréotype (Steele, 1997) dans divers domaines, les auteur.e.s se sont également questionné.e.s sur cette généralisation chez les enfants et les seniors dans le but de répondre à la question suivante : à partir de quel âge peut-on être sujet.te à la menace du stéréotype, et jusqu'à quel âge ?

L'investigation des effets de menace du stéréotype chez des enfants permet, en plus de définir à partir de quel âge cet effet de menace du stéréotype émerge, d'investiguer cet effet dans un environnement plus écologique (e.g., en classe plutôt qu'en laboratoire) (pour des revues, voir Régner, Steele, Ambady, Thinus-Blanc, & Huguet, 2014 ; Régner, Steele, & Huguet, 2014 ; pour une méta-analyse, voir Flore & Wicherts, 2015). La première étude recensant des effets de menace du stéréotype chez des enfants a investigué l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif lié aux mathématiques sur la performance de filles américaines d'origine asiatique (Ambady, Shih, Kim, & Pittinsky, 2001). Cette étude montre que les filles âgées de 5 à 7 ans obtenaient des résultats inférieurs au test de mathématiques lorsque leur identité de genre était activée, comparativement à lorsque leur identité d'origine était activée et à la condition contrôle⁹. Une situation de menace du stéréotype peut alors émerger dès le plus jeune âge, et réduire la performance de ces enfants (voir aussi Neuville & Croizet, 2007), même

⁹ Il existe un stéréotype répandu selon lequel les individu.e.s d'origine asiatique sont intelligent.e.s (Aronson et al., 1999, p. 40). Il existe aussi comme nous venons de le voir *section 1.2.1.* un stéréotype négatif envers les femmes concernant leurs compétences en mathématiques. Les auteur.e.s se sont alors demandé.e.s comment la performance des filles américaines d'origine asiatique était affectée lorsqu'un stéréotype était induit. En effet, ce sont des filles (stéréotype négatif à leur égard concernant les mathématiques), mais elles sont d'origine asiatique (stéréotype positif à l'égard des individu.e.s asiatiques concernant l'intelligence). Par conséquent, lors d'une tâche de mathématiques, les auteur.e.s ont activé pour un groupe de filles de 5 à 7 ans leur identité de femmes (visant à induire le stéréotype lié à la plus faible intelligence des femmes) alors que pour l'autre groupe, leur identité asiatique était activée (visant à induire le stéréotype lié à l'intelligence élevée des individu.e.s asiatiques). Pour activer l'identité de femmes, les filles devaient colorier un dessin représentant une fille portant une robe alors que pour activer l'identité asiatique, les filles devaient colorier un dessin représentant deux enfants mangeant un bol de riz avec des baguettes.

pour ceux/celles n'endossant pas le stéréotype des plus faibles compétences des femmes par rapport aux hommes dans le domaine des mathématiques (e.g., Huguet & Régner, 2009).

Cet effet négatif sur la performance mathématique des filles a été répliqué dans de nombreuses études (e.g., Galdi, Cadinu, & Tomasetto, 2014 ; Huguet & Régner, 2007, 2009 ; Régner, Selimbegovic, Pansu, Monteil, & Huguet, 2016 ; Muzzatti & Agnoli, 2007 ; Smeding, Dumas, Loose, & Régner, 2013 ; Tomasetto, Alparone, & Cadinu, 2011), notamment en contexte écologique essayant de représenter au maximum le climat de classe (Huguet & Régner, 2007 ; Keller & Dauenheimer, 2003 ; Smeding et al., 2013). En plus des mathématiques, les effets de menace du stéréotype ont par exemple été observés chez des filles de 4 ans lors d'une tâche spatiale (i.e., tâche de reproduction de formes en utilisant des LEGO) (Shenouda & Danovitch, 2014). Un auteur a également montré que cet effet négatif sur la performance des enfants ou adolescent.e.s n'était pas uniquement observé dans les tâches cognitives mais également lors de tâches physiques et sportives chez des adolescentes de 14 à 18 ans (Laurin, 2013, 2017a). Flore et Wicherts (2015) ont établi que l'effet de menace du stéréotype chez les filles était stable et de petite taille (i.e., $d = 0,22$).

En plus des filles, les garçons peuvent également être impactés par une situation de menace du stéréotype lors de tâches de rotation mentale (Neuburger, Jansen, Heil, & Quaiser-Pohl, 2012) ou de lecture (Pansu et al., 2016). Par exemple, lors d'une tâche de lecture, les garçons performaient moins bien que les filles lorsqu'un stéréotype concernant leur faible capacité sur cette tâche était induit, comparativement à la condition contrôle où ils surpassaient les filles (Pansu et al., 2016). Enfin, les enfants avec des difficultés d'apprentissage (Berjot, Amoura, Bensalah, & Herbay, 2014) et les enfants de différentes origines ethniques (Martiny, Mok, Deaux, & Froehlich, 2014 ; Shelvin, Rivadeneyra, & Zimmerman, 2014 ; Steele, Bianchi, & Ambady, 2014) ou sociales (e.g., Désert, Préaux, & Jund, 2009) peuvent également être impactés par une situation de menace du stéréotype. L'effet de menace du stéréotype peut donc

survenir dès le plus jeune âge. Cet effet négatif pourrait de surcroît perdurer tout au long de la vie, notamment chez les seniors.

L'investigation des effets de menace du stéréotype chez les seniors, groupe social fortement stéréotypé dans notre société (e.g., Cuddy, Norton, & Fiske, 2005 ; Hummert, 1990 ; Kite, Stockdale, Whitley, & Johnson, 2005), a reçu un intérêt grandissant ces dix dernières années (e.g., pour des méta-analyses, voir Armstrong, Gallant, Li, Patel, & Wong, 2017 ; Horton, Baker, Pearce, & Deakin, 2008 ; Lamont et al., 2015 ; pour des revues, voir Barber, 2017 ; Barber & Mather, 2014 ; Chasteen, Kang, & Remedios, 2012 ; Popham & Hess, 2015). L'investigation du phénomène de la menace du stéréotype s'est principalement centrée sur des tâches de mémoire. Hess, Auman, Colcombe, et Rahhal (2003) ont été les premier.e.s à investiguer l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge sur la performance mnésique des seniors. Dans cette étude, les participant.e.s devaient retenir une liste de 30 mots et en retranscrire un maximum deux minutes plus tard. Les auteur.e.s ont montré que le groupe des seniors assigné au stéréotype négatif était capable de retranscrire un nombre de mots moins important que le groupe contrôle, mettant en lumière un effet de menace du stéréotype.

Par la suite, de nombreuses études ont répliqué cet effet négatif sur la mémoire des seniors (e.g., Andreoletti & Lachman, 2004 ; Barber & Mather, 2013 ; Chasteen, Bhattacharyya, Horhota, Tam, & Hasher, 2005, étude 3 ; Eich, Murayama, Castel, & Knowlton, 2014 ; Hess, Hinson, & Hodges, 2009 ; Hess, Hinson, & Statham, 2004 ; Kang & Chasteen, 2009 ; Krendl, Ambady, & Kensinger, 2015 ; Lemaire, Brun, & Régner, 2018 ; Mazerolle, Régner, Morisset, Rigalleau, & Huguet, 2012 ; Mazerolle, Régner, Rigalleau, & Huguet, 2015 ; Rahhal, Colcombe, & Hasher, 2001 ; Rossi-Arnaud, Spataro, & Geraci, 2018), tout en précisant la première étude de Hess et al. (2003). Par exemple, Krendl et al. (2015) ont montré que les effets de menace étaient plus prononcés quand le stéréotype était induit avant la phase de rappel,

comparativement à lorsqu'il était induit avant la phase d'encodage¹⁰. Autrement dit, la réduction de performance généralement observée serait en plus grande partie due à une incapacité à extraire les informations de notre mémoire plutôt qu'à une réduction de la capacité à acquérir les informations ; l'encodage semble tout de même impacté par une situation de menace du stéréotype (Chasteen et al., 2005 ; Hess et al., 2003). Enfin, il a également été montré que lors d'une tâche de rappel, les participant.e.s utilisaient moins les processus de remémoration consciente impliquant des traitements contrôlés et conscients mais davantage les processus de familiarité sur la base de traitements automatiques et inconscients¹¹ (Mazerolle et al., 2012).

Outre l'exploration des effets des stéréotypes liés à l'âge sur les performances mnésiques des seniors, les auteur.e.s ont également investigué et répliqué cet effet de menace du stéréotype sur des tâches cognitives¹² (pour une méta-analyse, voir Lamont et al., 2015, voir aussi Abrams et al., 2008 ; Abrams, Eller, & Bryant, 2006 ; Barber, Mather, & Gatz, 2015 ;

¹⁰ La phase d'encodage et la phase de rappel représentent différentes étapes du processus de mémorisation (pour une revue, voir Nadel & Hardt, 2011). L'encodage (i.e., *encoding*) correspond à la première étape et représente la capacité d'acquérir des informations en provenance de nos sens. Ces informations sont traitées pour être mises en mémoire. Le rappel (i.e., *retrieval*) représente la dernière étape et est un processus qui permet à une information d'être extraite de notre mémoire.

¹¹ Dans cette étude, les participant.e.s devaient dans un premier temps lire à haute voix une liste de 40 mots et les mémoriser. Ensuite, 80 débuts de mots étaient présentés aux participant.e.s (un à la fois) et les participant.e.s devaient les compléter pour obtenir soit un mot présenté précédemment (condition *inclusion*), soit un nouveau mot. (condition *exclusion*). Les mots étaient soit présentés en bleu, soit en rouge. Lorsque le mot était bleu (i.e., condition *inclusion*), les participant.e.s devaient recréer un mot sur la base de la liste de mots mémorisés et, le cas échéant, donner le mot qui leur venait directement à l'esprit. Lorsque le mot était rouge (i.e., condition *exclusion*), ils/elles devaient fournir un mot qui n'était pas présenté sur la liste à mémoriser. Cette méthode est basée sur la dissociation des processus (Jacoby, 1991 ; Payne, 2008). Selon cette théorie, le souvenir des informations repose sur deux processus : la remémoration consciente, censée refléter les traitements contrôlés et conscients, et la familiarité, se basant sur le traitement automatique et inconscient. Typiquement, dans la condition d'inclusion, les participant.e.s pouvaient tout aussi bien compléter le début des mots avec un mot mémorisé (i.e., remémoration consciente) que donner le premier mot qui leur venait à l'esprit (i.e., familiarité). La condition d'exclusion, quant à elle, permettait de mettre en opposition les deux processus. En effet, les participant.e.s devaient uniquement fournir des mots qui n'étaient pas dans la liste (i.e., remémoration consciente). Cependant, si les participant.e.s fournissaient tout de même un mot de la liste, il était alors possible de suggérer que le processus automatique de familiarité avait été utilisé.

¹² Dans l'évaluation des effets de menace du stéréotype concernant les seniors, Lamont et al. (2015) ont notamment séparé l'effet de menace du stéréotype sur les tâches de mémoire et les effets de menace du stéréotype sur les autres tâches cognitives regroupant entre autres les tâches de mathématiques (e.g., Abrams et al., 2008), des casse-têtes (e.g., Swift, Abrams, & Marques, 2013) ou encore des tests cliniques (e.g., Haslam et al., 2012 ; Mazerolle et al., 2012).

Gaillard, Desmette, & Keller, 2011 ; Haslam et al., 2012 ; Hehman, Bugental, & Blunt, 2013 ; Mazerolle et al., 2016 ; Swift et al., 2013). L'effet de menace du stéréotype apparaît comme robuste, comme en témoignent les tailles d'effets observées sur les performances cognitives (i.e., effet modéré à large $d = 0.68$, Lamont et al., 2015) et mnésiques (i.e., effet de petite taille $d = 0.25$ et $d = 0.21$, Armstrong et al., 2017 ; Lamont et al., 2015, respectivement). Certaines études n'ont néanmoins pas observé d'effet sur les performances des seniors à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif à leur rencontre (e.g., Fritzsche, DeRouin & Salas, 2009 ; Hess & Hinson, 2006 ; Horton, Baker, Pearce, & Deakin, 2010 ; O'Brien & Hummert, 2006) permettant, à l'instar des femmes, de définir certains modérateurs de l'effet de menace du stéréotype (voir *section 1.3.*). Toutefois, ces résultats contre-intuitifs permettent également de questionner la théorie de la menace du stéréotype (Steele, 1997). Il apparaît nécessaire de poursuivre son investigation afin de définir pourquoi ces résultats sont différents ou, au contraire, pour déterminer dans quelles circonstances les effets de menace du stéréotype seraient différents des prédictions initiales de la théorie.

1.2.3. Réplication des effets sur d'autres populations stéréotypées

Même si les femmes et les seniors représentent les groupes sociaux les plus investigués dans la menace du stéréotype (pour des revues, voir par exemple Armstrong et al., 2017 ; Doyle & Voyer, 2016 ; Horton et al., 2008 ; Lamont et al., 2015 ; Nguyen & Ryan, 2008 ; Picho et al., 2013), de nombreux autres groupes sociaux sont négativement stéréotypés dans notre société et peuvent également être impactés par ces stéréotypes négatifs à leur égard. Par exemple, de nombreuses études ont investigué l'influence de la menace du stéréotype sur la performance de populations ethniques différentes (pour une méta-analyse, voir Appel, Weber, Kronberger, 2015). Les effets négatifs liés à l'induction d'un stéréotype négatif ont, par exemple, été répliqués chez des étudiant.e.s afro-américain.e.s (e.g., Steele & Aronson, 1995),

des étudiant.e.s palestinien.ne.s d'Israël (e.g., Hakim, Kurman, & Eshel, 2017), des étudiant.e.s français.es d'origine maghrébine (e.g., Berjot, Girault-Lidvan, Gillet, & Scharnitzky, 2010 ; Chateigner, Dutrévis, Nugier, & Chekroun, 2009), des individu.e.s d'origines latines étudiant aux Etats-Unis (e.g., Gonzales, Blanton, & Williams, 2002), ou encore chez des individu.e.s d'origine subsaharienne habitant en Belgique (e.g., Klein, Pohl, & Ndagijimana, 2007).

En plus de l'origine ethnique, l'origine sociale des individu.e.s peut également induire des situations de menace du stéréotype (e.g., Croizet & Claire, 1998 ; Croizet & Dutrévis, 2004 ; Dutrévis & Croizet, 2005 ; Harrison, Stevens, Monty, & Coakley, 2006 ; John-Henderson, Rheinschmidt, Mendoza-Denton, & Francis, 2014 ; Spencer & Castano, 2007). Dutrévis et son collaborateur ont par exemple montré que les étudiant.e.s d'origine sociale défavorisée voyaient leur performance s'effondrer lorsqu'un stéréotype négatif à leur égard était induit lors de tâches d'intelligence non verbales (Croizet & Dutrévis, 2004) et de mémorisation (Dutrévis & Croizet, 2005).

Les étudiant.e.s-athlètes sont également sujet.te.s à des stéréotypes négatifs, étant notamment perçu.e.s comme stupides (Engstrom, Sedlacek, & McEwen, 1995 ; Simons, Bosworth, Fujita, & Jensen, 2007). En situation menaçante, ces étudiant.e.s-athlètes obtenaient des performances plus faibles lors d'une tâche de mathématiques, en comparaison de leurs homologues en situation contrôle (Riciputi & Erdal, 2017). Dans le même sens, les hommes homosexuels lors d'une tâche d'interaction sociale avec des enfants (Bosson et al., 2004), les personnes ayant subi une blessure à la tête (e.g., Kit, Mateer, Tuokko, & Spencer-Rodgers, 2014 ; Suhr & Gunstad, 2002), les consommateurs/trices d'alcool (Pennington, Qureshi, Monk, & Heim, 2016), ou encore les consommateurs/trices de cannabis (Looby & Earleywine, 2010) peuvent être affecté.e.s par l'induction d'un stéréotype négatif. En résumé, tout groupe social portant des stéréotypes négatifs à son égard peut subir les effets de menace du stéréotype.

1.2.4. La menace du stéréotype : un effet généralisable aux populations moins stéréotypées

L'effet de la menace du stéréotype ne se limite cependant pas aux groupes sociaux régulièrement stigmatisés dans la société. Il peut, au contraire, survenir chez quiconque, à partir du moment où l'individu.e est membre d'un groupe auquel un stéréotype négatif est associé. Les hommes caucasiens, ayant un statut social élevé dans notre société, peuvent par exemple être affectés par une situation de menace du stéréotype, que ce soit dans le domaine cognitif ou dans le domaine physique et sportif (e.g., Aronson et al., 1999 ; Beilock, Jellison, Rydell, McConnell, & Carr, 2006 ; Pansu et al., 2016 ; Stone, Lynch, Sjomeling, & Darley, 1999). Par exemple, lorsque l'expérimentateur renseignait les participants de l'étude que les asiatiques étaient meilleurs que les caucasiens en mathématiques, alors la performance des hommes caucasiens était réduite, comparativement à leurs homologues assignés au groupe contrôle où le test était simplement présenté comme étant un test de mathématiques (Aronson et al., 1999). Les femmes étant perçues comme plus sensibles que les hommes, l'induction de ce stéréotype lors d'une tâche dite de « sensibilité sociale »¹³ a entraîné une réduction de la performance des hommes, comparativement au groupe contrôle où aucun stéréotype n'était induit (Koenig & Eagly, 2005). Dans la même lignée, dans le domaine physique et sportif, lorsqu'une tâche de golf était présentée comme mesurant les capacités athlétiques des participant.e.s, mettant en relief le stéréotype selon lequel les caucasien.ne.s auraient des capacités athlétiques inférieures aux afro-américain.e.s, la performance des participant.e.s caucasien.ne.s était réduite (Stone et al., 1999). La menace du stéréotype (Steele, 1997) peut, par conséquent, s'appliquer à tous les groupes sociaux présentant des stéréotypes négatifs à leur égard. En raison du nombre important

¹³ La sensibilité sociale fait référence à la capacité à décoder les signaux non-verbaux. C'est un domaine où les femmes sont généralement mieux perçues que les hommes. Dans l'étude de Koenig et Eagly (2005), les participant.e.s devaient interpréter avec précision les comportements expressifs des autres au travers de quinze questions à choix multiples.

d'études réalisées dans l'objectif de répliquer et généraliser ces effets de menace du stéréotype, certains modérateurs ont pu être identifiés, permettant de définir dans quelles conditions les effets de menace du stéréotype sont susceptibles de s'appliquer.

1.3. CONDITIONS D'APPARITION DE LA MENACE DU STEREOTYPE

De nombreuses méta-analyses ont été conduites en ayant pour objectif de définir les conditions d'occurrence d'une situation de menace du stéréotype concernant les différentes populations investiguées (voir Appel et al., 2015 ; Doyle & Voyer, 2016 ; Flore & Wicherts, 2015 ; Gentile et al., 2018 ; Horton et al., 2008 ; Lamont et al., 2015 ; Nadler & Clark, 2011 ; Nguyen & Ryan, 2008 ; Picho et al., 2013). Certains modérateurs ont été identifiés et semblent indispensables à l'apparition d'un phénomène de menace du stéréotype. Ces modérateurs peuvent être regroupés en deux catégories : les facteurs situationnels et les facteurs individuels.

1.3.1. Facteurs situationnels

L'un des premiers facteurs repose sur l'induction d'un stéréotype lors d'une tâche où ce stéréotype est susceptible de s'appliquer. En d'autres termes, il faut que la tâche à réaliser soit en lien avec le stéréotype. Par exemple, induire un stéréotype lié aux plus faibles compétences des femmes en mathématiques avant la réalisation d'une tâche de mathématiques entraîne une réduction de la performance mathématique des femmes (pour des méta-analyses, voir Doyle & Voyer, 2016 ; Nguyen & Ryan, 2008 ; Picho et al., 2013). Dans le même sens, induire un stéréotype négatif quant aux compétences en équilibre des seniors entraîne une réduction de la performance d'équilibre des seniors (Chiviowski, Cardozo, & Chalabaev, 2018). Si le stéréotype induit n'est pas lié à la tâche à réaliser, alors la performance peut ne pas être affectée. Par exemple, Marquet et al. (2018) ont induit un stéréotype lié aux plus faibles compétences des seniors en équilibre et ont ensuite analysé la performance des seniors lors d'une tâche de

marche. Ils/elles n'ont observé aucun effet de l'induction du stéréotype sur la vitesse de marche des seniors. Même si quelques études ont montré que le stéréotype pouvait tout de même impacter la performance si la tâche n'était pas totalement reliée au stéréotype (e.g., Huber, Seitchik, Brown, Sternad, & Harkins, 2015, étude 2), il apparaît nécessaire d'observer la performance lors d'une tâche où le stéréotype induit puisse s'appliquer.

La difficulté de la tâche, fortement explorée dans la littérature, semble également être un modérateur important de l'effet de menace du stéréotype. Selon Steele, Spencer, et Aronson (2002), l'effet de menace du stéréotype se manifesterait uniquement lors de tâches difficiles, comparativement aux tâches simples. Selon ces auteurs, lorsqu'une tâche est considérée comme facile, les participant.e.s ne ressentent pas de frustration, ils/elles performant bien et en ont conscience. Au contraire, lors de tâches difficiles, les participant.e.s ressentent une plus grande frustration, ce qui pourrait aboutir à un effet de menace du stéréotype, et donc à une chute de leur performance en situation évaluative.

Certains travaux ont effectivement montré que lors d'une tâche facile, l'effet de menace du stéréotype n'était pas observé (e.g., Spencer et al., 1999, étude 1). D'autres auteur.e.s ont même démontré qu'induire un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe pouvait améliorer la performance de ce groupe si la tâche était facile à réaliser (e.g., Ben-Zeev, Fein, & Inzlicht, 2005 ; Forbes & Leitner, 2014 ; Neuville & Croizet, 2007 ; O'Brien & Crandall, 2003). Par conséquent, de nombreuses études ont directement investigué les effets de la menace du stéréotype sur des tâches considérées comme difficiles et ont observé une chute de la performance des participant.e.s menacé.e.s par le stéréotype (e.g., Aronson et al., 1999 ; Beilock, Kulp, Holt, & Carr, 2004, étude 1 ; Cardozo & Chiviawski, 2015 ; Hively & El-Alayli, 2014 ; Martiny et al., 2014 ; McIntyre, Paulson, Lord, 2003 ; Shih, Pittinsky, & Ambady, 1999 ; Spencer et al., 1999, études 2 et 3 ; Steele & Aronson, étude 4). De plus, la majorité des études n'observant pas d'effet de menace du stéréotype sur la performance ont

proposé comme explication majeure que la tâche était potentiellement trop facile pour en observer un effet des stéréotypes (e.g., Chalabaev, Stone, Sarrazin, & Croizet, 2008 ; Hively & El-Alayli, 2014 ; Laurin, 2013). Toutes ces études corroborent l'hypothèse selon laquelle l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe influence négativement la performance de ce groupe, essentiellement lorsque la tâche est difficile. Cependant, un nouveau modèle (*mere effort account*, modèle du simple effort), développé notamment par Jamieson et Harkins (2007), visant à expliquer les effets de la menace du stéréotype, remet en cause ce modérateur et suggère que les effets de menace du stéréotype pourraient émerger sur tout type de tâche (i.e., facile comme difficile) (voir *section 2.3.2.* pour plus de détails).

1.3.2. Facteurs individuels

Le facteur individuel le plus documenté dans la littérature sur la menace du stéréotype est, sans équivoque, l'identification au domaine. Il s'agit d'examiner dans quelle mesure les individu.e.s considèrent un domaine donné (e.g., les mathématiques, les activités physiques et sportives) comme désirable et important d'y réussir (Steele, 1997). D'après Roberson et Kulik (2007), il faut que les participant.e.s s'investissent personnellement dans la tâche pour subir les effets de menace du stéréotype. Les personnes faiblement identifiées au domaine évalué, étant moins investies, n'éprouveraient pas autant de pression que les personnes fortement identifiées. Un échec sur ce test ne menacerait pas un aspect important de leur concept de soi. Ces personnes faiblement identifiées ou non-identifiées sous-performeraient par rapport aux participant.e.s identifié.e.s, mais indépendamment de la menace du stéréotype (Steele, 1997). Par conséquent, de nombreux/ses auteur.e.s ont recruté uniquement des personnes identifiées au domaine évalué et stéréotypé (e.g., Beilock et al., 2006, étude 1 ; Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Chalabaev, Sarrazin, Stone, & Cury, 2008 ; Hermann & Vollmeyer, 2016 ; Hively & El-Alayli, 2014 ; Krendl, Gainsburg, Ambady, 2012 ; Martiny et al., 2015 ; Schmader & Johns, 2003 ;

Spencer et al., 1999 ; Steele & Aronson, 1995) pour montrer un effet de menace du stéréotype lorsqu'un stéréotype négatif à leur égard était induit. D'autres ont investigué le rôle modérateur de l'identification au domaine en situation de menace du stéréotype (e.g., Aronson et al., 1999 ; Keller, 2007 ; Laurin, 2017a ; Leyens, Désert, Croizet, & Darcis, 2000 ; Nguyen & Ryan, 2008 ; Saunders, 2016). En d'autres termes, certain.e.s auteur.e.s se sont demandé.e.s si une modification du niveau d'identification au domaine des participant.e.s modifiait l'effet de menace du stéréotype. Par exemple, Keller (2007) a montré que les femmes hautement-identifiées au domaine des mathématiques souffraient bien d'une diminution de leur performance mathématique lorsqu'un stéréotype négatif à leur égard était induit. Cependant, la performance des femmes faiblement-identifiées aux mathématiques n'était pas réduite en situation de menace du stéréotype. La majorité des études corroborent donc l'idée selon laquelle les participant.e.s identifié.e.s au domaine sont les plus vulnérables à l'effet de menace du stéréotype. Ce niveau d'identification au domaine est majoritairement mesuré par l'intermédiaire d'échelles de Likert (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Keller, 2007 ; Saunders, 2016).

Un second facteur repose sur la connaissance du stéréotype associé à son groupe d'appartenance (e.g., Brown & Pinel, 2003). En d'autres termes, si un.e individu.e n'a pas connaissance du stéréotype négatif à l'égard de son groupe, alors l'induction de ce stéréotype n'influencera pas sa performance. Par exemple, Deaux et al. (2007) ont montré qu'une première génération d'immigrant.e.s noir.e.s d'origine antillaise aux États-Unis était moins sensible aux effets de menace du stéréotype que leurs homologues de seconde génération, probablement car les immigrant.e.s de première génération étaient moins conscient.e.s des stéréotypes négatifs à l'encontre des afro-américain.e.s aux États-Unis. La simple connaissance du stéréotype suffit à l'activer, impactant en retour la performance. Adhérer au stéréotype n'est pas nécessaire pour en subir les conséquences (e.g., Ramsey, Betz, & Sekaquaptewa, 2013 ; Huguet & Regner,

2009), même si dans certains cas, cela peut en augmenter les effets (e.g., Laurin, 2017a ; Schmader, Johns, & Barquissau, 2004).

Ainsi, lorsque les différents modérateurs évoqués dans cette partie sont réunis, qu'ils soient situationnels ou individuels, un effet négatif de l'induction d'un stéréotype négatif est majoritairement observé pour le groupe menacé. Les mécanismes de cet effet de menace du stéréotype seront abordés dans le chapitre suivant.

Synthèse partie 1

D'après la théorie de la menace du stéréotype (Steele, 1997) lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe est induit (e.g., femmes), lors d'une situation d'évaluation où ce stéréotype est susceptible de s'appliquer (e.g., test de mathématiques), une diminution de la performance de ce groupe (e.g., femmes) est généralement observée. Cet effet de menace du stéréotype a été répliqué et généralisé auprès de nombreuses populations généralement négativement stéréotypées dans notre société, comme les femmes ou les seniors. Cependant, il a également été généralisé auprès d'autres populations moins stéréotypées et positivement perçues comme peuvent l'être les hommes. Cet effet peut donc s'appliquer à tous les groupes sociaux présentant des stéréotypes négatifs à leur égard.

Certaines conditions semblent nécessaires à l'application de ces effets de menace du stéréotype. Il est par exemple nécessaire que la tâche soit difficile, que les participant.e.s aient conscience du stéréotype négatif à leur égard ou encore que les participant.e.s soient identifié.e.s au domaine évalué (i.e., facteurs situationnels et individuels). Les différents mécanismes explicatifs de ces effets de menace du stéréotype seront abordés dans la partie suivante au travers de deux modèles : le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007).

2. LES MECANISMES DE LA MENACE DU STEREOTYPE

L'effet de menace du stéréotype (Steele, 1997), ayant été généralisé dans de nombreux domaines, auprès de nombreuses populations et lors de nombreuses tâches (pour des revues ou méta-analyses, voir par exemple Gentile et al., 2018 ; Lamont et al., 2015 ; Nguyen & Ryan, 2008), certaines études ont tenté de définir les mécanismes responsables de ces effets (pour une revue, voir Pennington, Heim, Levy, & Larkin, 2016). Pennington et al. (2016) ont synthétisé les principaux médiateurs investigués dans la littérature sur la menace du stéréotype. Certains mécanismes ont ensuite été regroupés dans le *integrated process model* (i.e., le modèle des processus intégrés : Schmader et al., 2008). Ce modèle est, depuis plus de 10 ans, le plus utilisé pour expliquer les effets de menace du stéréotype. Cependant, un autre modèle, nommé *mere effort account* (i.e., modèle du simple effort : Jamieson & Harkins, 2007), moins documenté, apporte une explication alternative aux effets de menace du stéréotype, tout en remettant en le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), et d'une manière plus générale la théorie de la menace du stéréotype (Steele, 1997).

2.1. LES DIFFERENTS MECANISMES INVESTIGUES

Depuis l'étude princeps de Steele et Aronson (1995), de nombreuses études ont tenté d'expliquer comment survenait cet effet de menace du stéréotype (pour une revue, voir Pennington et al., 2016). Cependant, ce phénomène est resté pendant de longues années inexpliqué. L'anxiété représente le médiateur le plus investigué dans la littérature sur la menace du stéréotype. Même si certaines études ont montré que l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe générait de l'anxiété auprès des participant.e.s menacé.e.s (e.g., Blascovich, Spencer, Quinn, & Steele, 2001 ; Bosson et al., 2004 ; Laurin, 2013 ; Osborne,

2001 ; Stone et al., 1999, étude 1), la majorité d'entre elles ont révélé que l'anxiété n'était pas un médiateur robuste des effets de menace du stéréotype (e.g., Aronson et al., 1999 ; Hess et al., 2003 ; Hess et al., 2009 ; Keller & Dauenheimer, 2003 ; Mayer & Hanges, 2003 ; McKown & Weinstein, 2003 ; Spencer et al., 1999, étude 3 ; Steele & Aronson, 1995, études 1 et 2 ; Stone, 2002 ; Stone et al., 1999, étude 2).

Les attentes de performance des individu.e.s, facteur déterminant de la performance (e.g., Bandura, 1997 ; Deci & Ryan, 2002), ont également été investiguées dans le but de définir leur rôle dans la chute de performance observée en situation de menace du stéréotype (pour une revue voir Pennington et al., 2016). Certain.e.s auteur.e.s ont montré que l'induction d'un stéréotype négatif entraînait une diminution de l'attente de performance des participant.e.s (e.g., Cadinu et al., 2003 ; Rosenthal, Crisp, & Suen, 2007, étude 2). Cadinu et al. (2003) ont par exemple observé, en plus d'un effet de menace du stéréotype sur la performance en mathématiques, que les attentes de performance avaient partiellement médié cette modification de la performance. Cependant, d'autres expérimentations n'ont pas répliqué ces résultats (e.g., Appel, Kronberger, & Aronson, 2011), les attentes de performance n'apparaissant alors pas comme un médiateur de l'effet de menace du stéréotype.

Enfin, d'autres médiateurs ont été testés tels que l'effort produit (e.g., Aronson et al., 1999, étude 1 ; Keller & Dauenheimer, 2003, étude 4 ; McKown & Weinstein, 2003), les stratégies d'auto-handicap (e.g., Keller & Dauenheimer, 2003 ; Shih et al., 1999, étude 1 ; Stone, 2002 ; Stone et al., 1999, étude 1), l'appréhension évaluative (e.g., Mayer & Hanges, 2003 ; O'Brien & Crandall, 2003 ; Spencer et al., 1999), l'endossement des stéréotypes (e.g., Leyens et al., 2000 ; Spencer et al., 1999 ; Steele & Aronson, 1995) ou encore le sentiment d'auto-efficacité (e.g., Chasteen et al., 2005 ; Mayer & Hanges, 2003 ; Spencer et al., 1999). Cependant, le rôle médiateur de ces différents facteurs n'a encore une fois pas été mis en évidence.

La majorité des études précédemment citées a principalement investigué ces médiateurs au travers de mesures auto-rapportées (pour une revue, voir Pennington et al., 2016). L'utilisation massive de ce type de mesures pourrait expliquer pourquoi l'effet de menace est resté pendant de longues années inexpliqué. En effet, Johns, Inzlicht, et Schmader (2008) ont montré que les femmes cherchaient à supprimer les émotions négatives qu'elles pouvaient ressentir en situation de menace du stéréotype. D'une manière générale, cela pourrait très bien impacter les réponses auto-rapportées des participant.e.s menacé.e.s. En accord avec cette hypothèse, Bosson et al. (2004) ont alors mesuré l'anxiété générée par l'induction d'un stéréotype au travers de mesures auto-rapportées mais également au travers d'une mesure comportementale¹⁴ lors d'une tâche d'interaction sociale chez des hommes homosexuels et des hommes hétérosexuels. Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas de différence d'anxiété auto-rapportée entre les participants menacés et les participants du groupe contrôle. Cependant, les auteur.e.s ont observé que les participants menacés présentaient davantage de comportements anxieux non-verbaux comparativement aux participants du groupe contrôle. Cette augmentation de l'anxiété non-verbale médiait de surcroit la moins bonne performance des participants menacés.

En lien avec cette dernière étude (Bosson et al., 2004), d'autres auteur.e.s ont tenté d'expliquer les effets de menace du stéréotype au travers de mesures indirectes (i.e., mesures physiologiques, comportementales, corticales) (e.g., Blascovich et al., 2001 ; Croizet et al., 2004 ; Murphy, Steele, & Gross, 2007). Ce type de mesure permet, entre autres, de dépasser les biais des mesures auto-rapportées. Ainsi, Schmader et ses collaborateurs (2008), en se basant sur une multitude d'études utilisant des mesures non-phénoménologiques (e.g., mesures

¹⁴ Pour mesurer l'anxiété comportementale dans cette étude, les auteur.e.s ont demandé à un juge de noter « *any behaviors that communicate discomfort, anxiety, awkwardness, or a similar emotion* » (p. 250). La tâche durait 5 minutes et le juge devait évaluer ces comportements et les retranscrire toutes les 30 secondes par l'intermédiaire d'une échelle de Likert allant de 1 « *no discomfort evident* » à 5 « *extreme discomfort evident* ».

cognitives, comportementales, physiologiques et corticales), ont établi le modèle le plus fourni et détaillé permettant d'expliquer les effets de menace du stéréotype sur la performance des participant.e.s menacé.e.s par un stéréotype : le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008).

2.2. THE INTEGRATED PROCESS MODEL (SCHMADER, JOHNS, & FORBES, 2008)

Le modèle des processus intégrés, développé par Schmader et collaborateurs (2008), synthétise de nombreux travaux pour expliquer les effets de menace du stéréotype. Selon ces auteur.e.s, l'altération de la performance majoritairement observée résulterait de trois processus distincts mais interdépendants : un stress physiologique qui altérerait directement le traitement préfrontal¹⁵ (i.e., chemin *b*, Figure 6), une surveillance accrue lors de l'exécution de la tâche (i.e., chemin *d*, Figure 6), ainsi qu'une mobilisation de ressources pour supprimer les pensées et émotions négatives.

¹⁵ Le cortex préfrontal est la partie antérieure du lobe frontal du cerveau, situé en avant des régions prémotrices. Il est notamment impliqué dans les fonctions exécutives (i.e, processus cognitifs de haut niveau : planification, organisation, élaboration de stratégies), le langage, le traitement émotionnel ou encore la sociabilité (pour une revue, voir Teffer & Semendeferi, 2012).

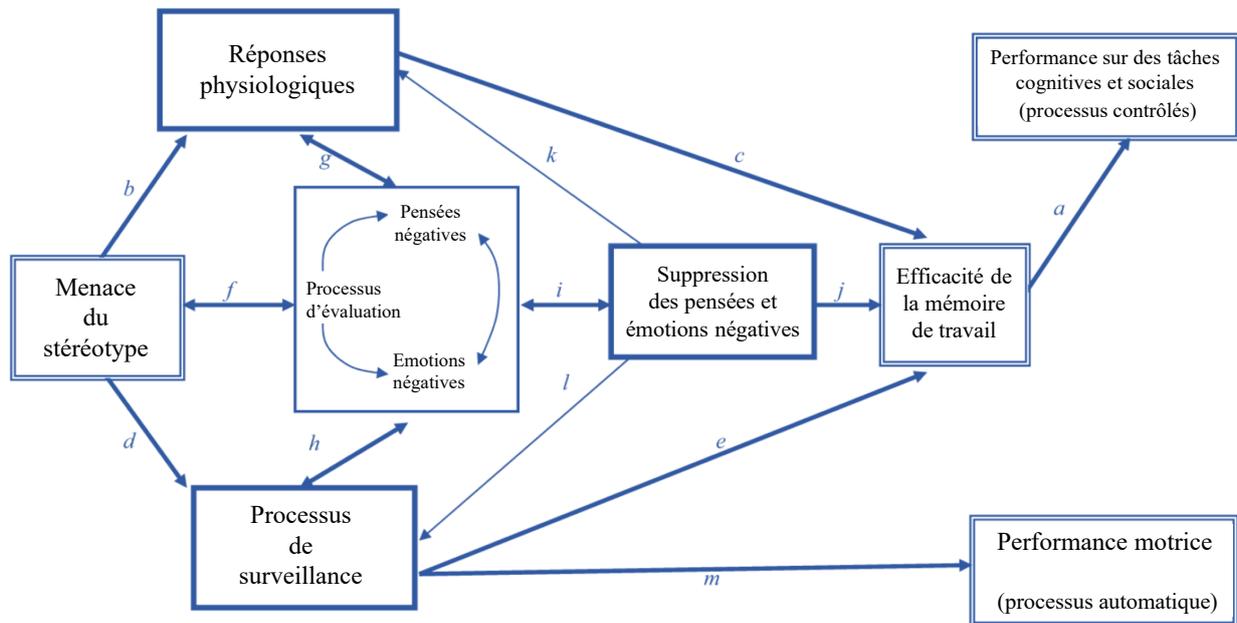


Figure 6 : Modèle des processus intégrés (Schmader, Johns, & Forbes, 2008)

Ce schéma, tiré et traduit de l'étude de Schmader et collaborateurs (2008), suggère que l'induction d'un stéréotype négatif va entraîner des réponses physiologiques (i.e., chemin *b*), une surveillance accrue (i.e., chemin *d*), ainsi que des émotions et pensées négatives (i.e., chemin *f*). L'effort fourni pour supprimer ces pensées et émotions négatives va diminuer les ressources liées à la mémoire de travail (i.e., chemin *j*), impactant en retour la performance lors de tâches cognitives ou d'interactions sociales (i.e., chemin *a*).

2.2.1. Les réponses neurophysiologiques

Tout d'abord, l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe va entraîner une multitude de réponses physiologiques (e.g., Auman, Bosworth, & Hess, 2005 ; Blascovich et al., 2001 ; Croizet et al., 2004 ; John-Henderson, Rheinschmidt, & Mendoza-Denton, 2015 ; John-Henderson et al., 2014 ; Mendes, Blascovich, Lickel, & Hunter, 2002 ; Murphy et al., 2007 ; Osborne, 2006, 2007 ; Thorson et al., 2019 ; Vick, Seery, Blascovich, & Weisbuch, 2008) (i.e., Figure 6, chemin *b*). Blascovich et al. (2001) ont par exemple montré une augmentation de la pression artérielle chez des participant.e.s afro-américain.e.s en situation de menace du stéréotype, attribuée à un état d'anxiété plus élevé, lui-même dû à l'activation d'un stéréotype négatif. Le système nerveux sympathique peut également être plus activé dans une

situation perçue comme menaçante (Murphy et al., 2007), reflétant un état de vigilance accrue. Enfin, Croizet et al. (2004) ont notamment montré, en plus d'une réduction de la performance du groupe menacé par un stéréotype négatif, une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque¹⁶. Cette dernière ayant été associée à une charge mentale accrue (pour une revue, voir Meshkati, 1988 ; voir aussi Delliaux, Delaforge, Deharo, & Chaumet, 2019), les auteur.e.s ont alors attribué ce résultat à une augmentation de la charge cognitive en situation de menace du stéréotype.

L'activité corticale semble également être impactée par l'induction d'une situation de menace du stéréotype (Forbes & Leitner, 2014 ; Inzlicht & Kang, 2010 ; Krendl, Richeson, Kelly, & Heatherton, 2008 ; Wraga, Helt, Jacobs, & Sullivan, 2007). Krendl et al. (2008) ont montré que lors d'une tâche de mathématiques, les participantes assignées à la condition contrôle (i.e., aucun stéréotype n'était induit) recrutaient des zones corticales associées à l'apprentissage des mathématiques. Or, lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre des faibles capacités des femmes en mathématiques était induit, les participantes recrutaient dans une moindre mesure ces régions, remplacées par une forte activation du cortex cingulaire antérieur¹⁷ (i.e., ACC), localisé dans le cortex préfrontal. Dans la même lignée, l'induction d'un stéréotype négatif, toujours à l'encontre des faibles compétences des femmes, en plus d'entraîner une baisse de performance, a déclenché l'activation de certaines régions associées au traitement émotionnel, notamment localisées dans le cortex préfrontal, lors d'une tâche de rotation mentale (Wraga et al., 2007). Le cortex préfrontal semble ainsi jouer un rôle majeur dans la

¹⁶ La variabilité de la fréquence cardiaque, représentant la variation du temps de la période entre deux battements cardiaques consécutifs, reflète notamment la capacité du cœur à s'adapter à différentes situations en réagissant à des stimuli imprévisibles (pour une revue, voir Acharya, Joseph, Kannathal, Lim, & Suri, 2006).

¹⁷ Le cortex cingulaire antérieur est la partie frontale du cortex cingulaire, et qui recouvre le corps calleux. Cette zone se situe donc au niveau du lobe frontal. Elle joue notamment un rôle dans de nombreuses fonctions cognitives, ou encore dans la régulation des émotions (pour une revue, voir Bush, Luu, & Posner, 2000).

modification de performance observée en situation de menace du stéréotype. En plus d'une multitude de réactions neurophysiologiques, les participant.e.s vont alors focaliser une attention trop importante sur la tâche (i.e., chemin *d*, Figure 6).

2.2.2. Une surveillance accrue

Lorsqu'un stéréotype négatif envers un groupe est induit, les participant.e.s de ce groupe vont alors focaliser leur attention sur eux-mêmes/elles-mêmes et sur leur performance. Les participant.e.s menacé.e.s vont par exemple se demander : « Est-ce que je vais bien performer ? ». Ces pensées sont liées à la crainte de confirmer le stéréotype, car le groupe auquel le/la participant.e appartient est négativement stéréotypé concernant la tâche à réaliser. De plus, il a été montré que l'individu.e est plus prudent.e en situation de menace du stéréotype, entraînant une exécution plus lente de la tâche mais plus précise, comparativement au groupe de la condition contrôle (e.g., Seibt & Förster, 2004). Il serait également plus attentif à sa performance (e.g., Beilock, Rydell, & McConnell, 2007) et plus vigilant aux signaux d'échec (e.g., Forbes, Schmader, & Allen, 2008). En croisant la théorie de la menace du stéréotype au modèle tridimensionnel des buts d'accomplissement (Elliot & Church, 1997), Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) ont montré qu'en situation de menace du stéréotype, les participantes menacées par un stéréotype adoptaient plus de buts performance-évitement (en comparaison aux buts performance-approche) que les participantes de la condition contrôle. Brodish et Devine (2009) ont, quant à eux, montré que les buts performance-évitement médiaient l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif sur la baisse de performance des femmes obtenue lors d'une tâche de mathématiques. Ces études renforcent l'idée selon laquelle les participant.e.s vont tenter d'éviter l'échec, c'est-à-dire éviter de faire moins bien que les autres, en portant une attention particulière sur la tâche. Cette attention accrue portée sur la tâche, couplée aux

réponses neurophysiologiques, va entraîner chez l'individu.e des pensées et émotions négatives (i.e., chemins *g* et *h*, Figure 6 ; voir aussi chemin *f*).

2.2.3. *Les pensées et émotions négatives*

De nombreuses études ont mis en exergue l'apparition de pensées et émotions négatives lorsqu'un stéréotype négatif est activé (e.g., Brodish & Devine, 2009 ; Cadinu et al., 2005 ; Schmader & Johns, 2003). D'après Steele et al. (2002), une situation de menace du stéréotype va s'accompagner de « *concerns about how one will be perceived, doubts about one's ability, thoughts about the stereotype* » (p. 392). Cela peut donc créer de la frustration chez les participant.e.s. Un conflit entre le stéréotype et les croyances de l'individu.e peut survenir. Le/la participant.e sait, de par la manipulation du stéréotype, que les personnes de son groupe ont tendance à échouer sur un test donné ; or, le/la participant.e se sent compétent.e sur le domaine évalué (voir *section 1.3.2.*). Cela va alors générer une incertitude sur sa propre performance. Schmader et Johns (2003) ont suggéré que la chute de performance observée en situation de menace du stéréotype pourrait résulter de l'intrusion de pensées négatives. Des mesures non-verbales ont par exemple montré une plus grande anxiété comportementale en situation de menace du stéréotype (e.g., Bosson et al., 2004). Dans l'étude de Cadinu et al. (2005), il était demandé aux participantes, en plus de réaliser un test de mathématiques, de lister leurs pensées et émotions à l'instant présent. En accord avec les prédictions de Schmader et Johns (2003), les résultats montraient que les femmes en situation de menace du stéréotype avaient listé un plus grand nombre de pensées négatives, en direction du test et des mathématiques en général, que les participantes assignées au groupe contrôle. Dans l'étude de Schmader et Johns (2003), ces pensées et émotions ont médié la chute de performance observée. Enfin, Brodish et Devine (2009) ont observé que les participantes menacées par un stéréotype ressentaient une plus grande inquiétude liée à la réussite de la tâche, comparativement aux femmes assignées à la

condition contrôle. Cette étude a montré que l'induction d'un stéréotype négatif entraînait l'adoption de buts « performance-évitement », qui en retour entraînait une plus grande inquiétude sur la tâche, diminuant finalement la performance lors d'une tâche de mathématiques. L'ensemble de ces études montre bien que l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe génère des pensées et émotions négatives.

Selon Schmader et al. (2008), les participant.e.s étant motivé.e.s à infirmer le stéréotype vont s'engager dans des efforts actifs pour supprimer ces pensées et émotions négatives (e.g., Carr & Steele, 2009, étude 1 ; Croizet et al., 2004 ; Logel, Iserman, Davies, Quinn, & Spencer, 2009 ; Steele & Aronson, 1995) (i.e., chemin *i*, Figure 6). Une tâche de décision lexicale a, par exemple, été régulièrement utilisée pour attester d'une suppression des pensées et émotions négatives (e.g., Carr & Spencer, 2009, étude 1 ; Logel et al., 2009, étude 2). Dans ce type de tâches, il est demandé aux participant.e.s de déterminer si une chaîne de lettres représente un vrai mot ou pas (certains mots étant liés à des stéréotypes comme « *illogical* » et « *failure* », d'autres à des mots neutres comme « *melon* » ou « *door* » ; Logel et al., 2009). Logel et al. (2009, étude 2) ont par exemple montré que les participantes menacées par un stéréotype mettaient davantage de temps à déterminer les mots stéréotypiques, comparativement aux participantes non-menacées, indiquant qu'elles faisaient des efforts pour supprimer le stéréotype en mémoire (voir Carr & Steele, 2009, étude 1 pour des résultats similaires). Cet effort accru pour supprimer les pensées et émotions négatives va entraîner une baisse de l'efficacité de la mémoire de travail, entraînant une diminution de la performance des individu.e.s menacé.e.s par un stéréotype (chemins *j* et *a*, Figure 6).

2.2.4. La mémoire de travail

De nombreux/ses auteur.e.s suggèrent que la chute de performance, majoritairement observée en situation de menace du stéréotype, résulterait d'une diminution de la mémoire de

travail (e.g., Beilock, 2008 ; Beilock et al., 2007 ; Schmader & Jones, 2003). La mémoire de travail peut être considérée comme un système de mémoire à court terme impliqué dans le contrôle, la régulation, et le maintien d'une quantité limitée d'informations importantes pour la tâche à accomplir (Miyake & Shah, 1999). Schmader et Jones (2003, étude 1) ont, dans un premier temps, montré que lors d'une tâche mesurant la mémoire de travail, les femmes menacées négativement quant à leurs faibles compétences en mathématiques montraient une réduction de l'efficacité de la mémoire de travail, comparativement aux femmes présentes dans le groupe contrôle. Ce résultat a été répliqué chez des personnes latines (i.e., négativement stéréotypées sur des tâches intellectuelles) durant un test cognitif (Schmader et Jones, 2003, étude 2). En plus de simplement impacter les capacités de mémoire de travail, ces mêmes auteur.e.s ont montré que la chute de performance observée chez les femmes lors d'un test de mathématiques, après l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard, était médiée par la réduction de la capacité de mémoire de travail (Schmader & Jones, 2003, étude 3). A la suite de ce travail, de nombreuses études ont confirmé l'idée qu'induire un stéréotype négatif envers un groupe pouvait entraîner une surcharge cognitive (e.g., Beilock et al., 2007 ; Croizet et al., 2004 ; Inzlicht, McKay, & Aronson, 2006 ; Rydell, Van Loo, & Boucher, 2014).

En allant plus loin et en utilisant le *multicomponent model of working memory* (Baddeley, 1986, 2000), Beilock et ses collaborateurs (2007) ont fourni le modèle le plus détaillé pour expliquer comment une situation de menace du stéréotype interférait avec la mémoire de travail. Selon ces auteur.e.s, les inquiétudes liées à la tâche vont majoritairement occuper la boucle phonologique. Cette boucle phonologique est un système de mémoire de travail ayant pour rôle le stockage et le traitement des informations verbales et symboliques (e.g., lettres, chiffres). Elle est notamment impliquée dans le calcul mental (e.g., Baddeley, 1996). Pour tester cette hypothèse, Beilock et al. (2007) ont assigné leurs participantes soit à une condition contrôle, soit à une condition où un stéréotype négatif envers les femmes était

induit. Dans chaque condition, la moitié des participantes devait réaliser une série de problèmes d'arithmétique modulaire¹⁸ présentés de manière horizontale (i.e., mettant fortement en jeu la boucle phonologique), et l'autre moitié devait réaliser les mêmes types de problèmes mais présentés de manière verticale (i.e., ne mettant pas en jeu la boucle phonologique). Les résultats montraient qu'en situation de menace du stéréotype, les participantes obtenaient de moins bons résultats que les participantes non menacées lors de la tâche, mettant en jeu la boucle phonologique. Comme également attendu, aucun effet n'était observé concernant les participantes assignées à la réalisation de problèmes verticaux en situation de menace du stéréotype, renforçant le rôle majeur de la mémoire de travail en situation de menace du stéréotype.

Le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), utilisé depuis plus de 10 ans pour expliquer les effets de menace du stéréotype, apparaît comme robuste. Cependant, un autre modèle, moins documenté, le remet en question, et notamment le rôle joué par la mémoire de travail : le modèle du simple effort (Harkins, 2006 ; Jamieson & Harkins, 2007). Ce modèle suggère, en effet, que la performance, après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe, pourrait être diminuée mais également améliorée. Ce résultat dépendrait de la qualité de la réponse dominante sur la tâche (Harkins, 2006 ; Jamieson & Harkins, 2007). Ce modèle sera expliqué dans la prochaine section.

¹⁸ L'arithmétique modulaire fait référence à un ensemble de méthodes permettant la résolution de problèmes sur les nombres entiers.

2.3. THE MERE EFFORT ACCOUNT (JAMIESON & HARKINS, 2007)

2.3.1. Description du modèle

Le modèle du simple effort a été développé dans le but d'apporter une alternative quant à l'explication des effets de l'induction d'un stéréotype sur la performance (Harkins, 2006 ; Jamieson & Harkins, 2007). Se basant sur les travaux liés à la facilitation sociale (Zajonc, 1965), ce modèle stipule qu'une situation évaluative motiverait les participant.e.s à mieux performer, ce qui activerait la réponse dominante (i.e., la réponse la plus fréquente dans une situation donnée). Si cette réponse dominante est incorrecte, que les participant.e.s n'identifient pas rapidement l'inexactitude de cette réponse, et qu'ils/elles n'ont pas la connaissance requise ou suffisamment de temps pour la modifier, alors la performance est altérée (Figure 7). En revanche, si la réponse dominante est immédiatement correcte, ou que les participant.e.s ont la connaissance et le temps pour modifier la réponse incorrecte, alors une augmentation de la performance est attendue pour les participant.e.s en situation évaluative. Par exemple, lors de la résolution d'anagrammes, la réponse dominante est de tenter une consonne en première lettre (Witte & Freund, 2001). McFall, Jamieson, et Harkins (2009, étude 1) ont montré qu'en situation d'évaluation (i.e., les expérimentateurs/trices avaient spécifié aux participant.e.s que leur performance serait évaluée), les participant.e.s obtenaient de meilleurs résultats que les participant.e.s qui n'étaient pas en situation évaluative (i.e., les expérimentateurs/trices avaient spécifié aux participant.e.s que leur performance individuelle ne serait pas évaluée) lorsque la réponse commençait par une consonne. Inversement, ils/elles performaient moins bien lorsque la première lettre du mot était une voyelle.

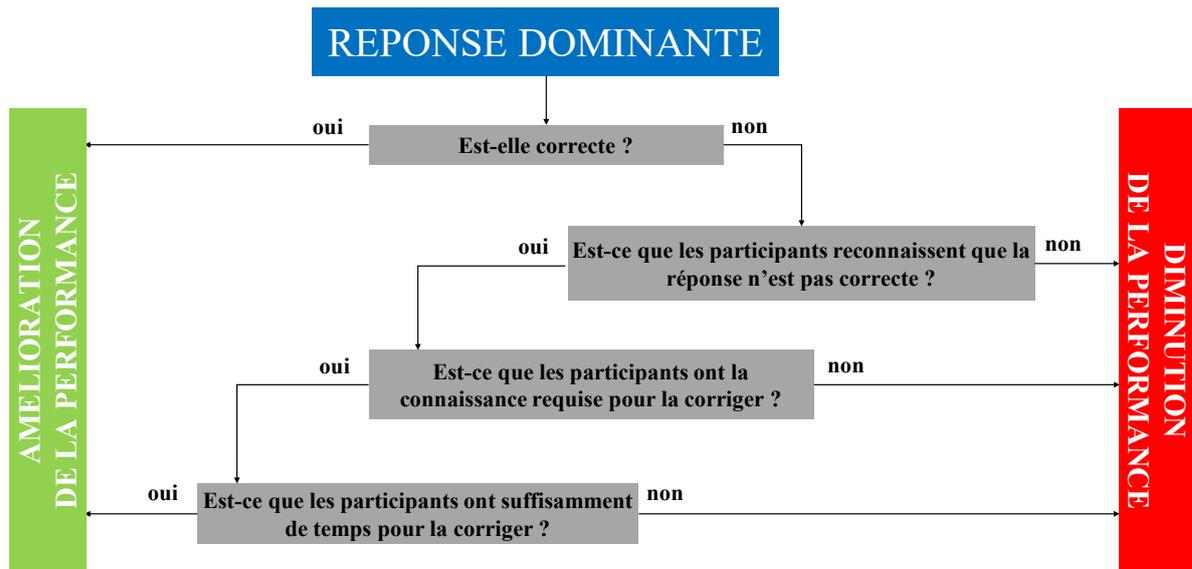


Figure 7 : Illustration schématique du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007)

Ce schéma, tiré et traduit de l'étude de Jamieson et Harkins (2007), nous montre que si la réponse dominante est correcte, alors la performance est améliorée pour les participant.e.s en situation de menace du stéréotype. Dans le cas où la réponse dominante est incorrecte et que les participant.e.s n'ont pas le temps ni la connaissance pour la modifier, la performance est altérée. Toutefois, s'ils/elles ont le temps et les capacités de la modifier, alors la performance est améliorée.

2.3.2. Application du mere effort account à la menace du stéréotype

Certain.e.s chercheurs/euses ont alors tenté d'appliquer ce modèle à un autre type de situation évaluative : la menace du stéréotype (e.g., Huber, Brown, & Sternad, 2016 ; Huber et al., 2015 ; Jamieson & Harkins, 2007, 2009, 2011 ; Seitchik & Harkins, 2015). Ces auteur.e.s partaient du postulat qu'une situation de menace du stéréotype entraînait une augmentation de la motivation des participant.e.s qui souhaiteraient infirmer le stéréotype, en produisant davantage d'efforts dans la tâche. Selon eux/elles, si la réponse dominante liée à la tâche est correcte alors la performance des participant.e.s menacé.e.s serait améliorée, contrairement aux prédictions du modèle initial de la menace du stéréotype (Steele, 1997). Or, si cette réponse est incorrecte, que les participant.e.s ne s'en aperçoivent pas, n'aient pas la motivation ou le temps pour la modifier, alors la performance serait altérée. Ce modèle du simple effort a, par exemple,

été testé lors de tâches d'anti-saccades¹⁹ (Jamieson & Harkins, 2007), de résolution de problèmes (Jamieson & Harkins, 2009), de *Stroop* (Jamieson & Harkins, 2011), d'arithmétiques (Seitchik & Harkins, 2015), mais également dans le domaine physique (Huber et al., 2015, 2016, voir *section 3.3.1.3*). Toutes ces études corroborent le modèle du simple effort en montrant des effets négatifs liés à l'induction d'un stéréotype négatif lorsque la réponse dominante n'est pas correcte (e.g., Huber et al., 2015, étude 2) ou que les participantes n'ont pas le temps de modifier leur réponse dominante incorrecte (e.g., Jamieson & Harkins, 2007, étude 1), mais une amélioration de la performance lorsque la réponse dominante est correcte (e.g., Huber et al., 2015, étude 3) ou que les participantes ont le temps et la motivation pour modifier leur réponse (e.g., Jamieson & Harkins, 2007, étude 2).

Par exemple, au travers de quatre études, Seitchik et Harkins (2015) ont renforcé les prédictions du modèle du simple effort lors d'une tâche d'arithmétique. Lors de la résolution de soustractions horizontales (e.g., $57 - 28 = \square \square$), il existerait deux méthodes d'approche pour les résoudre : la méthode par ajustement et la méthode traditionnelle (Trbovitch & Lefevre, 2003). La méthode par ajustement consiste à arrondir le deuxième nombre à la dizaine la plus proche, réaliser la soustraction, et enfin ajuster la valeur obtenue²⁰ ; le résultat est alors rentré de gauche à droite (i.e., dizaines puis unités). La méthode traditionnelle, quant à elle, nécessite de rentrer le résultat de droite à gauche. Pour réaliser l'opération $57 - 28$ par l'intermédiaire de cette méthode, il faut emprunter une dizaine au premier nombre, permettant de réaliser l'opération $17 - 8$. Le résultat obtenu (i.e., 9) est alors entré dans la case de droite. Enfin, il suffit de soustraire les dizaines restantes ($4 - 2$) et insérer le résultat (i.e., 2) dans la case de

¹⁹ Lors d'une tâche d'anti-saccades, les participant.e.s ont l'instruction de fixer une croix placée sur un écran. Puis, ils doivent répondre de la position d'une cible, placée de manière aléatoire d'un côté ou de l'autre de l'écran. Cependant, avant que la cible apparaisse, un distracteur est présenté sur le côté opposé de l'écran de la cible à deviner. Il est demandé aux participant.e.s de ne pas regarder ce distracteur mais plutôt de regarder le côté opposé où la bonne cible apparaîtra.

²⁰ Pour la soustraction $57 - 28$, la méthode de l'ajustement consiste à arrondir 28 à 30, puis réaliser la soustraction $57 - 30$ qui donne 27, pour enfin ajouter 2 à 27.

gauche. Dans la méthode traditionnelle, les unités sont alors notées en premier, suivies du chiffre des dizaines.

Pour tester les prédictions du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), les auteur.e.s ont alors, dans une première étude, défini la réponse dominante sur la tâche : les participantes utilisaient dans une plus grande mesure la méthode par ajustement que la méthode traditionnelle (i.e., aucune manipulation de stéréotypes réalisée dans cette étude) (Seitchik & Harkins, 2015, étude 1). Le modèle du simple effort suggère également qu'en situation de menace du stéréotype la réponse dominante serait activée dans une plus grande mesure (Jamieson & Harkins, 2007). En lien avec ces prédictions, Seitchik et Harkins (2015, étude 2) ont confirmé que l'induction d'un stéréotype négatif activait dans une plus grande mesure la réponse dominante : la méthode par ajustement. Dans l'étude 3, les auteurs ont alors testé l'hypothèse du modèle du simple effort avec une manipulation de stéréotypes. Pour cela, la moitié des participantes était assignée à une condition où un stéréotype sexué négatif était induit et l'autre moitié était assignée à une condition où une information contre-stéréotypique était induite. Ils ont ensuite pris part à des résolutions de problèmes : la moitié des participantes devant remplir la réponse de gauche à droite (i.e., dizaines puis unités) et l'autre moitié de droite à gauche (i.e., unités puis dizaines). Les auteur.e.s ont alors prédit, en accord avec les hypothèses du modèle du simple effort, une amélioration de la performance des participantes devant remplir la réponse de gauche à droite (i.e., la réponse censée être utilisée dans la méthode par ajustement). En accord avec cette hypothèse, les participantes menacées ont obtenu de meilleurs résultats que les participantes non-menacées, car elles ont utilisé la technique par ajustement (i.e., réalisée majoritairement en entrant la réponse de gauche à droite) dans une plus grande mesure. En accord également avec le modèle du simple effort, lorsque la réponse devait être remplie de droite à gauche (i.e., ne permettant pas la réalisation de la réponse dominante : la méthode par ajustement), les participantes menacées par un stéréotype

obtenaient des résultats inférieurs aux participantes non-menacées. Cette étude révèle que le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apparaît comme une alternative fiable pour expliquer les effets de l'induction d'un stéréotype négatif (pour des résultats similaires, voir Huber et al., 2015, 2016 ; Jamieson & Harkins, 2007, 2009, 2011).

Ce modèle n'apparaît cependant pas comme une continuité ou une précision par rapport au modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et le remet largement en question, tout comme la théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997).

2.4. DES MODELES COMPLEMENTAIRES OU A DISSOCIER ?

Le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apparaissent comme valides pour expliquer les effets de l'induction d'un stéréotype négatif, ayant tous deux été appliqués lors de tâches diverses. Des points communs apparaissent entre ces deux modèles, mais également de grandes différences. Par exemple, ces deux modèles prédisent que l'induction d'un stéréotype négatif entraînerait une motivation à infirmer le stéréotype qui se traduirait par un engagement accru dans la tâche (Jamieson & Harkins, 2007 ; Schmader et al., 2008). Cependant, le modèle des processus intégrés propose que l'induction d'un stéréotype négatif mènerait inexorablement à une chute de la performance, en accord avec la théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997). Pour le modèle du simple effort, l'induction d'un stéréotype négatif pourrait aussi bien aboutir à une baisse de la performance qu'à une augmentation de la performance (voir par exemple Jamieson & Harkins, 2007 ; Huber et al., 2015). Ce résultat dépendrait de la qualité de la réponse dominante (Jamieson & Harkins, 2007). Nous verrons dans la partie suivante si ces deux modèles sont compatibles ou s'ils sont à dissocier.

2.4.1. *The mere effort account vs. the integrated process model*

D'une manière générale, le modèle des processus intégrés stipule un épuisement de la mémoire de travail qui affecterait *in fine* la performance (e.g., Beilock, 2008 ; Beilock et al., 2007 ; Schmader & Jones, 2003), alors que le modèle du simple effort suggère que le résultat final ne dépendrait non pas d'un épuisement des ressources mais serait lié à la qualité de la réponse dominante (i.e., correcte vs. incorrecte ; Huber et al., 2015 ; Seitchik & Harkins, 2015). Pour confronter ces deux idées, certaines études ont alors testé ces deux modèles au sein d'une même étude (e.g., Jamieson & Harkins, 2007 ; Seitchik & Harkins, 2015). Lors d'une tâche d'anti-saccades (i.e., tâche d'inhibition), il était demandé aux participant.e.s de fixer une croix placée sur un écran (Jamieson & Harkins, 2007). Ils/elles devaient ensuite décrire la position d'une cible placée sur l'autre partie de l'écran s'affichant plus tard (Figure 8). Cependant, un distracteur apparaissait juste avant l'affichage de la cible, à l'opposé de celle-ci (Figure 8). Même s'il était demandé aux participant.e.s de ne pas regarder ce distracteur, il existe tout de même une tendance à le regarder. Il a été montré que plus les participant.e.s ont de faibles capacités de mémoire de travail, plus ils/elles réalisent des saccades réflexes (i.e., regarder le distracteur puis modifier le regard pour regarder la bonne cible) car il leur est difficile d'inhiber la réponse réflexe (i.e., regarder le distracteur). Cela entraîne une perte de temps dans la réalisation de la tâche (i.e., pouvant entraîner une baisse de la performance).

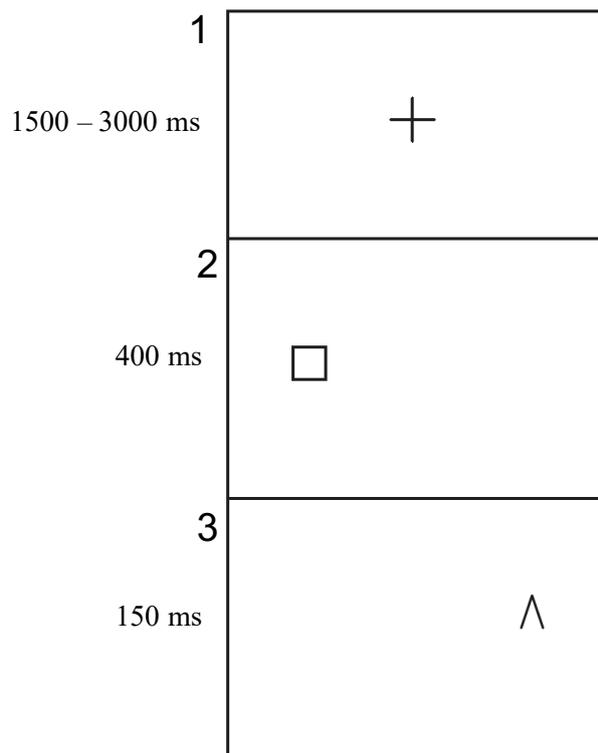


Figure 8 : Illustration du protocole d’anti-saccades (Jamieson & Harkins, 2007)

Cette figure, tirée de l’étude de Jamieson et Harkins (2007), représente une tâche d’anti-saccades. Tout d’abord, le/la participant.e doit fixer une croix sur l’écran qui reste affichée entre 1500 et 3000 ms (1). Puis, un distracteur s’affiche durant 400 ms (2) et pendant ce temps-là, la cible à identifier est affichée du côté opposé du distracteur (3). L’objectif de cette tâche est d’identifier le plus rapidement possible la cible.

Ce type de tâche permettait donc de tester les prédictions du modèle des processus intégrés basées sur une réduction de la mémoire de travail (Schmader et al., 2008). D’après ce modèle, une situation de menace du stéréotype va consommer de la mémoire de travail, entraînant davantage de saccades réflexes – car la cible à deviner se situe de l’autre côté du distracteur – et donc une augmentation du temps à caractériser la réponse cible (i.e., performance plus faible). Dans une première étude, Jamieson et Harkins (2007, étude 1) ont laissé la cible à caractériser durant 150 ms sur l’écran. Les résultats montraient une diminution de la performance du groupe menacé par le stéréotype, comparativement au groupe contrôle. Ce résultat pourrait alors être interprété au regard du modèle des processus intégrés (Schmader

et al., 2008) suggérant une consommation de la mémoire de travail, entraînant une réduction de la performance. Ce résultat n'était toutefois pas en désaccord avec le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Selon ce modèle, si la réponse des participant.e.s n'est pas correcte (i.e., tendance à détourner le regard sur le distracteur) et que les participant.e.s n'ont pas le temps de modifier cette réponse (i.e., temps d'affichage court : 150 ms), alors la performance serait altérée. Jamieson et Harkins (2007) ont alors suggéré que le temps d'affichage n'était pas assez long pour que les participant.e.s aient le temps de modifier leur réponse incorrecte. Ils ont alors réalisé une seconde étude en rallongeant le temps d'affichage de la cible à identifier (Jamieson & Harkins, 2007, étude 2).

Dans l'étude 2, les auteurs ont rallongé le temps d'affichage de la cible à caractériser de 100 ms (i.e., 250 ms). Le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) suggèrerait, comme pour l'étude 1, une diminution de la performance due à une consommation de la mémoire de travail. Le modèle du simple effort, quant à lui, suggèrerait une amélioration de la performance²¹. Contrairement au modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) mais en accord avec le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), les résultats montraient une amélioration de la performance du groupe menacé par un stéréotype en comparaison du groupe contrôle. Bien que la réponse dominante des participantes sur la tâche fut incorrecte, l'ajout de temps d'affichage leur a permis de corriger efficacement leur réponse incorrecte et, par conséquent, d'améliorer leur performance. Ces auteurs ont montré, en utilisant un suivi de l'œil (i.e., *eye tracking*), qu'en situation de menace du stéréotype les participantes menacées généraient des saccades correctives²² plus rapidement et plus efficacement que les participantes du groupe contrôle, reflétant une motivation à vouloir infirmer le stéréotype (Jamieson &

²¹ La réponse dominante sur la tâche est incorrecte (i.e., tendance à regarder le distracteur). Cependant, les participant.e.s ont la connaissance que leur réponse est incorrecte et ont le temps de la modifier (i.e., regarder la bonne cible) car le temps d'affichage de la cible à caractériser avait été rallongé au préalable. La performance devrait donc être améliorée (Figure 6).

²² Une saccade correctrice correspond au temps entre la saccade réflexe vers la cible qu'il ne faut pas regarder et du mouvement correctif visant à regarder cette fois la cible à caractériser.

Harkins, 2007, étude 3). Ce résultat était également contraire aux prédictions du modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008). En effet, une diminution de la mémoire de travail, prédite par ce modèle, entrainerait des temps de latence plus longs pour démarrer des saccades correctives.

L'étude de Seitchik et Harkins (2015), précédemment évoquée (voir *section 2.3.2.*), a également confronté le modèle des processus intégrés et le modèle du simple effort lors d'une tâche de mathématiques. Beilock et al. (2007) ont montré le rôle majeur de la boucle phonologique dans la réduction de la performance en mathématiques après l'induction d'un stéréotype négatif lors de calculs mentaux horizontaux (i.e., mettant fortement en jeu la boucle phonologique ; voir *section 2.2.4.*). En se basant sur le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), Seitchik et Harkins (2015) ont alors suggéré que la chute de la performance observée n'était pas due à une réduction de la mémoire de travail mais plutôt à la qualité de la réponse dominante qui serait incorrecte. Après avoir défini la réponse dominante dans une première étude (i.e., méthode par ajustement), ces auteur.e.s ont noté qu'elle était activée dans une plus grande mesure en situation de menace du stéréotype (étude 2). Après cela, Seitchik et Harkins (2015, étude 3) ont alors comparé les prédictions du modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) à celles du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Pour cela, il était demandé aux participantes de résoudre des problèmes horizontaux en entrant la réponse de gauche à droite (i.e., méthode censée représenter la réponse dominante : la méthode par ajustement) ou de droite à gauche. Selon le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), une chute de performance devrait survenir pour les participantes menacées par le stéréotype car le problème met en jeu la boucle phonologique, alors que le modèle du simple effort suggérerait une amélioration de la performance pour les participantes devant remplir leurs réponses de gauche à droite car la réponse correcte à réaliser représente la réponse dominante.

Les résultats corroboraient les prédictions du modèle du simple effort en montrant que la performance des participantes était améliorée en situation de menace du stéréotype.

D'autres preuves ont été apportées dans cette étude en faveur du modèle du simple effort. Bien que la réponse dominante sur la tâche soit d'utiliser la méthode par ajustement, les auteur.e.s se sont rendu.e.s compte que cette réponse n'était pas la réponse correcte pour la tâche, mais qu'il s'agissait plutôt de la méthode traditionnelle. Cela suggère que les participantes utilisent dans une plus grande mesure la méthode par ajustement lorsqu'elles sont menacées mais cette méthode n'est pas la meilleure pour réaliser la tâche. Cela pourrait donc expliquer pourquoi Beilock et al. (2007) ont observé un effet négatif de l'induction d'un stéréotype négatif sur la performance en mathématiques. Dans cette étude, aucune consigne n'était donnée aux participantes (voir *section 2.2.4.*). Seitchik et Harkins (2015, étude 4) ont alors suggéré que lorsqu'aucune consigne n'est donnée aux participantes quant à la réalisation de la tâche, les participantes utiliseraient dans une plus grande mesure la méthode par ajustement, entraînant une réduction de la performance, étant donné que cette technique n'est pas la réponse correcte sur cette tâche (répliquant ainsi les résultats de Beilock et al., 2007). En accord avec ces prédictions, lorsqu'aucune consigne n'était donnée aux participantes, la performance était réduite pour le groupe menacé (en lien avec l'étude de Beilock et al., 2007). Cependant, lorsque les auteur.e.s ont donné la consigne aux participantes de réaliser la tâche par la méthode d'ajustement (i.e., réponse dominante incorrecte certes mais pour les deux groupes) ou par la méthode traditionnelle (i.e., réponse non-dominante correcte mais qui devient dominante du fait de la consigne) alors, en accord avec le modèle du simple effort, une amélioration de la performance du groupe menacé était observée.

Les études citées dans cette partie apportent un soutien empirique important en faveur du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) en montrant que la chute de performance généralement observée ne serait pas principalement due à une réduction de la

mémoire de travail mais plutôt au fait que les participant.e.s ne détiendraient pas la bonne réponse sur la tâche à exécuter. Cette idée est renforcée par l'étude de Carr et Steele (2009). Lors d'une tâche de mathématiques, les participant.e.s étaient assigné.e.s à une condition où la tâche était présentée soit comme diagnostique des habilités spatiales et mathématiques (i.e., stéréotype négatif à l'encontre des femmes), soit comme un exercice de résolution de puzzle (i.e., condition contrôle). Avant la réalisation de la tâche, les auteur.e.s ont montré aux participants une méthode pour réaliser la tâche. Pendant la phase d'entraînement des participant.e.s, une nouvelle solution leur était présentée, plus simple et plus efficace. Cependant, lors de la réalisation de la tâche, les femmes menacées par le stéréotype utilisaient davantage la première technique, moins efficace et plus difficile à utiliser. Il est alors tout à fait possible que lors de tâches de mathématiques les participant.e.s utiliseraient davantage une stratégie plus difficile et moins efficace, qui représenterait la réponse incorrecte sur la tâche, expliquant pourquoi la majorité des études a observé un effet négatif sur la performance à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif. Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) pourrait alors expliquer de manière plus précise les effets de menace du stéréotype.

2.4.2. Une réinterprétation possible des précédentes études en faveur du mere effort account ?

En plus d'avoir mis face à face ces deux modèles au travers de mêmes études, certains résultats attribués au modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et à la théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997) pourraient également être expliqués par le modèle du simple effort (e.g., Beilock et al., 2006 ; Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Croizet et al., 2004 ; Hermann & Vollmeyer, 2016 ; O'Brien & Crandall, 2003 ; Neuville & Croizet, 2007). Croizet et al. (2004) ont par exemple noté une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque en situation de menace du stéréotype. Ces auteur.e.s ont attribué cet effet à une charge

cognitive accrue, corroborant le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008). Cependant, comme ces auteur.e.s l'avaient également mentionné, cette diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque pourrait très bien résulter d'un engagement plus important dans la tâche compatible aussi avec le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007).

Les études portant sur le niveau de difficulté de la tâche sont également remises en question dans ce modèle. Théoriquement, les effets de menace du stéréotype ne surviendraient que lors de tâches difficiles (e.g., Steele, 1997 ; Roberson & Kulik, 2007) et la performance pourrait être améliorée lors de tâches perçues trop faciles (e.g., Ben-Zeev et al., 2005 ; Neuville & Croizet, 2007 ; O'Brien & Crandall, 2003). D'après le modèle du simple effort, les effets de menace du stéréotype ne dépendraient pas de la difficulté de la tâche mais plutôt de la qualité de la réponse dominante. En d'autres termes, il serait possible d'observer des effets négatifs sur des tâches faciles (si la réponse dominante n'est pas correcte), des effets négatifs sur des tâches difficiles (si la réponse dominante n'est pas correcte également) et des effets positifs sur des tâches faciles et difficiles (si la réponse dominante est correcte). Par exemple, O'Brien et Crandall (2003) ont montré, après l'induction d'un stéréotype négatif, que la performance en mathématiques était réduite lorsque la tâche était difficile mais améliorée lorsque le test était facile. Ces résultats ont été interprétés comme étant en adéquation avec la théorie de la menace du stéréotype (Steele, 1997). Cependant, ces résultats pourraient également être en accord avec le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Lors d'une tâche difficile, il est possible que la réponse dominante des participant.e.s ne soit pas correcte en raison du niveau requis pour réaliser cette tâche, ce qui expliquerait pourquoi une chute de performance a été observée (i.e., réponse incorrecte), comme dans l'étude de Seitchik et Harkins (2015). Lorsque le test était facile, les participant.e.s pourraient, au contraire, détenir la réponse correcte liée à la tâche, expliquant pourquoi une amélioration de la performance était observée. Enfin, certains résultats d'études dans le domaine physique et sportif pourraient également être expliqués par

le modèle du simple effort (e.g., Beilock et al., 2006 ; Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Hermann & Vollmeyer, 2016) mais seront détaillés dans la section spécifique au domaine physique et sportif (voir *section 3.3.1.3.*).

2.4.3. Vers une complémentarité des modèles ?

Bien que les conclusions apportées par le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) semblent incompatibles avec le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et notamment sur le fait que l'induction d'un stéréotype négatif consomme de la mémoire de travail, le modèle des processus intégrés suggère, quant à lui, que les résultats observés dans les études testant le modèle du simple effort pourraient éclairer les processus impliqués dans la réduction de la mémoire de travail (Schmader, Hall, & Croft, 2015 ; Schmader et al., 2008 ; voir aussi Mazerolle et al., 2012). Par exemple, Schmader et al. (2008) « *disagree with Jamieson and Harkins (2007) assertion that an increased motivation to correct one's errors is inconsistent with taxed working memory* » (p. 348), et ce pour plusieurs raisons. Premièrement, de nombreuses études ont montré et répliqué que l'induction d'un stéréotype négatif entraînait une réduction de la mémoire de travail et que les participant.e.s ayant une plus faible mémoire de travail étaient moins impacté.e.s par la menace du stéréotype, comparativement aux individu.e.s ayant une mémoire de travail élevée (e.g., Beilock, 2008 ; Beilock et al., 2007 ; Schmader & Jones, 2003). Deuxièmement, selon Schmader et al. (2008), alors que Jamieson et Harkins (2007) proposent qu'une situation de menace du stéréotype motiverait les participant.e.s à bien performer, ce qui activerait la réponse dominante, les résultats de la littérature ne permettent pas de distinguer s'il s'agit d'une surproduction de la réponse dominante ou d'un échec de l'inhibition de la réponse dominante qui résulterait d'une perturbation de la mémoire de travail. Mazerolle et al. (2012) ont renforcé l'hypothèse selon laquelle les modèles des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et du simple effort

(Jamieson & Harkins, 2007) pourraient être complémentaires, en montrant notamment qu'une altération de la mémoire de travail en situation de menace de stéréotype était accompagnée d'une utilisation moins importante des processus de remémoration conscients (i.e., traitements contrôlés et conscients) et d'une utilisation plus importante des processus de familiarité (i.e., traitements automatiques et inconscients) de la part des participant.e.s (voir note de bas de page n°11 pour plus de renseignements concernant le protocole de cette étude, *section 1.2.2.*). La mémoire de travail étant impliquée dans le déploiement de processus inhibiteurs (Engle, 2002 ; Unsworth & Engle, 2007), l'utilisation réduite des processus de mémoire contrôlée chez les participant.e.s est cohérente avec la diminution de la capacité de mémoire du travail, entraînant par conséquent une utilisation plus importante des processus de familiarité, autrement dit d'une activation de la réponse dominante sur la tâche. Le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) pourraient alors être complémentaires dans certaines situations.

Ces deux modèles, en plus d'expliquer la performance lors de tâches cognitives, ont également permis d'expliquer les résultats observés dans le domaine physique et sportif. La généralisation des effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif ainsi que l'applicabilité du modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) dans l'explication des effets de menace du stéréotype dans ce domaine seront détaillées dans la section suivante.

Synthèse partie 2.

Pour expliquer les effets de menace du stéréotype, Schmader et al. (2008) ont proposé un modèle basé sur une altération de la mémoire de travail. Plus précisément, l'induction d'un stéréotype négatif entraînerait un stress physiologique, caractérisé par une multitude de réactions neurophysiologiques, ainsi qu'une surveillance accrue portée sur la tâche. Ces deux phénomènes vont entraîner l'apparition de pensées et émotions négatives. Les participant.e.s étant motivé.e.s à contrer le stéréotype vont s'engager dans davantage d'efforts pour supprimer ces pensées interférentes, consommant de la mémoire de travail, responsable de la chute de performance observée.

Ce modèle, majoritairement utilisé ces dix dernières années pour expliquer les effets de menace du stéréotype, a cependant été remis en question par le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Ce dernier affirme qu'une situation de menace du stéréotype motiverait les participant.e.s à mieux performer, ce qui activerait la réponse dominante sur la tâche à réaliser. De manière simplifiée, si la réponse dominante sur la tâche est incorrecte, alors la performance est réduite, mais si cette réponse est correcte, alors la performance est améliorée. De nombreuses preuves empiriques ont été apportées en faveur d'un modèle ou de l'autre, et certain.e.s auteur.e.s suggèrent même que ces deux modèles pourraient être compatibles pour expliquer de manière plus précise comment la performance est affectée à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif.

Bien qu'ayant été largement documentés dans les tâches cognitives, ces deux modèles ont également apporté des explications sur comment les stéréotypes influencent la performance physique et sportive. Cependant, certaines zones d'ombre apparaissent quant à leur applicabilité lors de ce type de tâche. La prochaine partie abordera la généralisation des effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif, en mettant un accent sur les limites du modèle des processus intégrés et l'apport du modèle du simple effort dans la généralisation des résultats dans ce domaine.

3. SPECIFICITE ET APPLICABILITE DES MODELES EXPLICATIFS DANS L'INVESTIGATION DES STEREOTYPES SEXUES ET DES STEREOTYPES LIES A L'AGE DANS LE DOMAINE PHYSIQUE ET SPORTIF

Les deux précédentes parties ont mis en avant une généralisation importante des effets de menace du stéréotype dans de nombreux domaines. Le domaine physique et sportif ne déroge pas à la règle (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018 ; pour des revues, voir Chalabaev, Sarrazin et al, 2013 ; Smith & Martiny, 2018). Dans ce domaine, les deux populations les plus investiguées sont les femmes et les seniors, et les résultats entre ces deux populations diffèrent en réponse à l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard. Cette partie portera son attention sur les méthodes d'investigation des effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif, la potentielle répliation de ces effets dans ce domaine, ainsi que les apports et les limites des deux modèles évoqués : le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007).

3.1. METHODES D'INVESTIGATION DE LA MENACE DU STEREOTYPE DANS LE DOMAINE PHYSIQUE ET SPORTIF

Dans cette partie, nous nous intéresserons aux différentes techniques d'investigation des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif. Plus précisément, nous évoquerons les différents modes d'induction des stéréotypes ainsi que les différentes conditions expérimentales permettant leur investigation.

3.1.1. Modes d'induction des stéréotypes négatifs dans le domaine physique et sportif

Les auteur.e.s évaluant les effets des stéréotypes sexués dans le domaine physique et sportif ont utilisé différentes méthodes effectives pour induire une situation de menace du stéréotype. Parmi ces méthodes, deux ont été majoritairement utilisées, à savoir la mise en avant de différences groupales sur le test à effectuer et la mise en avant de caractéristiques stéréotypiques liées à la tâche. Concernant la première méthode, l'objectif est d'évoquer la supériorité d'un groupe social par rapport à un autre. Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) ont, par exemple, énoncé à leurs participant.e.s que « *the study assessed gender differences on the strength task* » et que « *females had been shown to underperform on the test relative to males* » (p. 212) (voir aussi Cardozo & Chiviowski, 2015 ; Chalabaev, Stone et al., 2008 ; Heidrich & Chiviowski, 2015 ; Hermann & Vollmeyer, 2016 ; Hively & El-Alayli, 2014 ; Huber et al., 2015, 2016 ; Laurin, 2013, 2017a ; Stone & McWhinnie, 2008).

Concernant la deuxième méthode, les auteur.e.s mettent généralement en évidence des caractéristiques liées à la tâche favorisant un groupe par rapport à un autre, sans toutefois énoncer de potentielles différences groupales. Par exemple, Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) ont présenté une tâche de dribbles en football comme mesurant « *personal factors correlated with athletic ability* », définie comme « *abilities related with strength, speed and power* » (p. 148), mettant en exergue le stéréotype lié aux compétences plus faibles des femmes dans le domaine physique et sportif par rapport aux hommes (voir aussi Stone & McWhinnie, 2008 ; Stone et al., 1999). Certaines études ont, quant à elles, utilisé ces deux méthodes : elles ont mis en avant des caractéristiques stéréotypées (e.g., capacités physiques) tout en évoquant l'infériorité d'un groupe sur la tâche par rapport à un autre (e.g., les femmes) (e.g., Heidrich & Chiviowski, 2015 ; Stone & McWhinnie, 2008). Ces différentes manipulations de stéréotypes sont effectives dans le but d'induire un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe. Ces

techniques d'induction ont permis dans la majorité des études de généraliser les effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif chez les femmes.

Pour investiguer les effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors, les manipulations des stéréotypes ont parfois été différentes de celles utilisées dans l'investigation des stéréotypes sexués (e.g., Chiviowski et al., 2018 ; Horton et al., 2010 ; Swift, Lamont, & Abrams, 2012). En effet, Chiviowski et al. (2018) et Swift et al. (2012) ont plutôt utilisé une comparaison sociale pour induire leurs différentes conditions. Par exemple, Chiviowski et al. (2018) ont déclaré à leurs participantes que « *their performance would be compared with performance of young adults* » (p. 210). Dans l'étude de Marquet et al. (2018), en plus d'annoncer à leurs participant.e.s que l'objectif de l'étude était d'étudier l'équilibre chez des seniors âgés de 65 ans et plus, les participant.e.s devaient remplir une courte enquête qui fournissait aux participant.e.s des informations négatives sur les capacités d'équilibre liées à l'âge. Enfin, Horton et al. (2010) ont, quant à eux, donné à lire à leurs participant.e.s un texte discutant de recherches scientifiques, et notamment le fait que les capacités physiques des seniors sont plus faibles que celles d'adultes plus jeunes. Les différences de manipulation entre les stéréotypes sexués et les stéréotypes liés à l'âge rendent la comparaison des résultats entre ces deux populations difficiles (voir *section 3.2.2.*)²³.

Après avoir évoqué les différentes manipulations employées par les auteur.e.s dans la littérature scientifique pour induire un stéréotype, la prochaine partie s'intéressera aux différentes conditions expérimentales utilisées pour mettre en évidence un effet de menace du stéréotype.

²³ Nous verrons dans de prochaines parties que les résultats obtenus chez les femmes à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif sexué (voir section 3.2.1.1.) peuvent être différents de ceux observés chez les seniors après l'induction d'un stéréotype lié à l'âge (voir *section 3.2.2.*). Les manipulations des stéréotypes étant parfois différentes entre ces deux groupes, il est difficile de comparer les résultats obtenus chez les femmes et chez les seniors.

3.1.2. Les différentes conditions expérimentales

Pour évaluer l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes ou des seniors sur la performance des femmes et des seniors dans le domaine physique et sportif, les auteur.e.s ont comparé une condition où le stéréotype est rendu saillant (i.e., condition stéréotypique) à soit une condition contre-stéréotypique, soit une condition contrôle. Pour la condition contre-stéréotypique, les auteur.e.s présentent généralement les différents groupes sociaux comme étant égaux sur la tâche à réaliser (e.g., « *the test had not been shown to produce gender differences* » : Chalabaev, Brisswalter et al., 2013, p. 212 ; voir aussi Cardozo & Chiviawski, 2015 ; Heidrich & Chiviawski, 2015 ; Hively & El-Alayli, 2014) alors que pour la condition contrôle, aucune référence à la catégorie sexe n'est abordée lors de la présentation des consignes (e.g., « *the test was designed to measure psychological factors correlated with general sports performance* », Stone & McWhinnie, 2008, p. 448 ; voir aussi Chalabaev, Stone et al., 2008 ; Hermann & Vollmeyer, 2016 ; Moè, Cadinu, & Maass, 2015).

Ces deux conditions ont été utilisées de manière interchangeable dans la littérature mais aucune étude n'a, dans le domaine physique et sportif, comparé ces deux méthodes pour s'assurer qu'elles puissent être utilisées comme condition contrôle. Cependant, une étude dans le domaine cognitif a montré que ces deux conditions pouvaient entraîner des résultats différents (Spencer et al., 1999, étude 3). Dans cette étude, avant la réalisation de la tâche de mathématiques, les auteur.e.s avaient informé la moitié des participant.e.s qu'il n'existait pas de différences de performance entre les hommes et les femmes sur la tâche (i.e., condition contre-stéréotypique). Pour les participant.e.s restant.e.s, aucune information liée aux différences de sexe n'était évoquée (i.e., condition contrôle). Les résultats ont montré que les femmes dans la condition contre-stéréotypique obtenaient une meilleure performance, caractérisée par un nombre de bonnes réponses plus élevé, que les femmes de la condition contrôle. Par conséquent, il semble nécessaire, dans le domaine physique et sportif, de comparer

une condition où un stéréotype négatif envers un groupe social est induit à une condition où ce stéréotype est nullifié (i.e., condition contre-stéréotypique), et à une condition purement contrôle. Au travers de ces différentes conditions expérimentales, les auteur.e.s ont pu observer et répliquer les effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif. Ces effets seront abordés dans la prochaine section.

3.2. GENERALISATION DES EFFETS DE MENACE DU STEREOTYPE DANS LE DOMAINE PHYSIQUE ET SPORTIF ?

3.2.1. Stéréotypes sexués et performance physique et sportive

3.2.1.1. Une généralisation importante des effets des stéréotypes sexués sur la performance physique et sportive des femmes

La majorité des études évaluant les effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif s'est intéressée aux femmes (pour une méta-analyse voir, Gentile et al., 2018). Cinq études ont observé cet effet sur des tâches de football (Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Grabow & Köhl, 2019 ; Heidrich & Chiviakowski, 2015 ; Hermann & Vollmeyer, 2016 ; Martiny et al., 2015, étude 1) et ont montré qu'induire un stéréotype négatif à l'encontre des femmes entraînait une baisse de la performance à la fois des participantes expertes dans le domaine (Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Grabow & Köhl, 2019 ; Hermann & Vollmeyer, 2016 ; Martiny et al., 2015, étude 1) mais également des participantes débutantes (Heidrich & Chiviakowski, 2015). A titre d'exemple, Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) ont recruté 51 joueuses de niveau régional en France. Après la réalisation d'une tâche de dribbles (i.e., slalom), les participantes ont été aléatoirement réparties dans trois conditions avant de réaliser une deuxième fois la tâche. Tout comme l'étude de Stone et al. (1999), les stéréotypes ont été induits en modifiant l'habillage de la tâche : cette dernière était présentée soit comme une mesure des capacités physiques (i.e., condition menace/physique), soit comme une mesure des compétences techniques en football (i.e., condition menace/technique), soit comme une mesure

des facteurs psychologiques associés à la performance (i.e., condition contrôle). Comme attendu, les participantes assignées à la condition menace/physique ont obtenu des performances significativement plus faibles que les participantes assignées à la condition contrôle (i.e., effet de menace du stéréotype). Les femmes assignées à la condition menace/technique performaient également moins bien, de manière tendancielle, que les femmes du groupe contrôle. Les hommes étant perçus plus compétents que les femmes dans ce sport (e.g., Martiny et al., 2015), et notamment de par leurs capacités physiques, l'habillage de la tâche a permis d'induire le stéréotype d'infériorité des femmes en football, entraînant ainsi une chute de performance.

En plus des tâches de football, l'effet de menace du stéréotype a été répliqué lors d'autres tâches physiques et sportives. Le basketball est également connoté comme masculin (e.g., Martiny et al., 2015) et plusieurs études ont alors investigué cet effet de menace du stéréotype sexué lors de tâches liées à cette activité (Hively & El-Alayli, 2014 ; Laurin, 2013 ; Martiny et al., 2015, étude 2 ; Sanchez et al., 2011). Comparativement aux expérimentations menées sur le football, ces quatre études ont utilisé des tâches différentes pour observer l'effet de menace du stéréotype. Par exemple, dans l'étude de Martiny et al. (2015, étude 2), les participantes devaient réaliser 10 tirs au panier à différentes localisations avec une contrainte de temps alors que, dans l'étude de Laurin (2013), les participantes devaient réaliser 10 lancers francs sans limite de temps. Malgré ces divergences en termes de protocole, l'effet de menace du stéréotype a bel et bien été observé, et ce chez des femmes expertes dans la discipline (Hively & El-Alayli, 2014 ; Martiny et al., 2015, étude 2) ainsi que chez des adolescentes non-expertes (Laurin, 2013).

Les autres études s'intéressant aux effets de l'induction d'un stéréotype sexué sur la performance des femmes ont utilisé des tâches de tennis (e.g., Hively & El-Alayli, 2014), de golf (e.g., Stone & McWhinnie, 2008), d'équilibre (e.g., Chalabaev, Stone et al., 2008), de force

maximale (Chalabaev, Brisswalter et al., 2013), de sauts (Laurin, 2017a), de rebonds (Huber et al., 2015, 2016), et de conduite (e.g., Moè et al., 2015 ; Yeung & von Hippel, 2008). Ces études ont confirmé que l'effet de menace du stéréotype était généralisable au domaine physique et sportif, notamment chez les femmes à la suite de l'induction d'un stéréotype sexué. Un faible nombre d'études n'a cependant pas répliqué cet effet de menace du stéréotype (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Chalabaev, Stone et al., 2008). Ces études seront détaillées dans la partie suivante.

3.2.1.2. Des effets contre-intuitifs ?

Malgré une large réplification des effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018), quelques études n'ont pas observé une baisse de la performance des femmes après l'induction d'un stéréotype sexué. C'est le cas par exemple de Chalabaev, Stone et al. (2008) et Hively et El-Alayli (2014) qui ont noté que la performance des femmes menacées par le stéréotype était identique à celle des femmes de la condition contrôle. Les auteur.e.s de ces deux études ont proposé que l'absence de résultats après l'induction d'un stéréotype négatif était due à l'utilisation de tâches trop faciles. Chalabaev, Stone et al. (2008) ont utilisé une tâche d'équilibre et Hively et El-Alayli (2014) ont par exemple demandé à leurs participant.e.s de réaliser le plus de services possibles dans une zone de grande taille. Enfin, Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) n'ont montré aucune modification de la force maximale des participantes après l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard, comparativement à une condition contre-stéréotypique²⁴. Ces études laissent tout de même pressentir que le modèle de la menace du stéréotype pourrait être incomplet et qu'il nécessite une investigation plus approfondie.

²⁴ Ces auteur.e.s ont toutefois observé que la vitesse de montée en force (i.e., *rate of force development*) était plus faible chez les femmes ayant été assignées au stéréotype négatif que celle des femmes assignées à la condition contre-stéréotypique. Ce résultat suggère que même si l'induction du stéréotype n'a pas affecté la force maximale des participantes (i.e., variable dépendante principale de cette étude), ce stéréotype a tout de même impacté une composante de son exécution.

Dans le domaine physique et sportif, induire un stéréotype négatif à l'encontre des femmes entraîne donc généralement une diminution de la performance des femmes (sauf cas présentés dans cette section). En plus d'influencer la performance des femmes, induire un stéréotype négatif à leur égard peut également impacter positivement la performance des hommes, groupe mis en avant par le stéréotype. C'est ce qu'on appelle l'effet ascenseur du stéréotype (Walton & Cohen, 2003). Les différentes études ayant observées cet effet seront détaillées dans la section suivante.

3.2.1.3. L'effet ascenseur du stéréotype (Walton & Cohen, 2003) : une amélioration de la performance physique et sportive des hommes

L'effet ascenseur du stéréotype (*stereotype lift*) a été mis en évidence pour la première fois dans une méta-analyse effectuée sur 43 études portant sur la menace du stéréotype (Walton & Cohen, 2003). Ces auteurs ont majoritairement remarqué que lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe était induit (e.g., les femmes), une amélioration de la performance du groupe non-menacé par le stéréotype était observée (e.g., les hommes). Cet effet a depuis été répliqué dans le domaine physique et sportif lors d'un faible nombre d'études (Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Chalabaev, Stone et al., 2008 ; Huber et al., 2016 ; Laurin, 2013, 2017a). Par exemple, Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) ont montré que lorsqu'un stéréotype négatif envers les femmes était induit, les hommes augmentaient leur performance d'environ 8% comparativement aux hommes de la condition contre-stéréotypique lors d'une tâche de force. Cette amélioration de la performance des hommes après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes a également été observée lors de tâches d'équilibre (Chalabaev, Stone et al., 2008), de sauts (Laurin, 2017a), de basketball (Laurin, 2013), ou encore de rebonds (Huber et al., 2016).

Cependant, uniquement deux études se sont intéressées aux mécanismes responsables de cette amélioration de performance (Chalabaev, Stone et al., 2008 ; Laurin, 2017a). Chalabaev, Stone et al. (2008) ont testé les effets de médiation de la confiance en soi et de l'engagement dans la tâche en situation de menace du stéréotype. Pour cela, 66 étudiant.e.s ont été assigné.e.s aléatoirement à une des trois conditions : une condition où les hommes étaient présentés comme ayant des difficultés à réaliser des tâches d'équilibre, une condition où les femmes étaient présentées comme ayant ces difficultés lors de ce type de tâche et une condition contrôle ne faisant aucunement référence aux femmes et aux hommes. S'en suivait une tâche d'équilibre où les participant.e.s devaient maintenir leur équilibre sur une plateforme le plus longtemps possible. Les résultats montraient que les hommes maintenaient leur équilibre plus longtemps lorsque le stéréotype négatif envers les femmes était induit. Les femmes ont également mieux performé lorsque le stéréotype négatif envers les hommes était induit, comparativement aux deux autres conditions. Cette amélioration de la performance était médiée par la confiance en soi et l'engagement dans la tâche²⁵, uniquement chez les hommes. Aucun médiateur n'a été mis en évidence pour expliquer l'amélioration de la performance des femmes.

Dans le domaine physique et sportif, le stéréotype sexué a été le plus investigué dans le cadre de la menace du stéréotype et les effets négatifs prédits par cette théorie ont été généralement répliqués. Bien que faiblement investigué, le deuxième stéréotype à avoir été le plus examiné est le stéréotype lié à l'âge. Contrairement au stéréotype sexué, les effets de l'induction d'un stéréotype lié à l'âge sur la performance des seniors restent flous. Ces différentes études seront présentées dans la prochaine section.

²⁵ Dans cette étude, la confiance en soi auto-rapportée a été mesurée après l'induction du stéréotype mais avant le début de la tâche. L'engagement dans la tâche, évalué par la fréquence cardiaque, a été mesuré avant et au cours de la tâche. Les résultats ont montré que la confiance en soi des hommes ainsi que leur fréquence cardiaque avant le début de la tâche étaient plus élevées pour les hommes assignés à un stéréotype négatif à l'encontre des femmes, comparativement à celles des hommes du groupe contrôle. Aucun effet n'a été observé durant la réalisation de la tâche.

3.2.2. Stéréotypes liés à l'âge et performance physique et sportive

Dans le domaine physique et sportif, certaines études se sont intéressées à l'effet des stéréotypes liés à l'âge sur la performance lors d'activités physiques et sportives (e.g., Chiviawski et al., 2018 ; Hausdorff, Levy, & Wei, 1999 ; Horton et al., 2010 ; Levy & Leifheit-Limson, 2009 ; Levy, Pilver, Chung, & Slade, 2014 ; Marquet et al., 2018 ; Moriello, Cotter, Shook, Dodd-McCue, Welleford, 2013 ; Swift et al., 2012). Cependant, à notre connaissance, uniquement quatre études ont investigué les effets de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge sur la performance physique des seniors et ont obtenu des résultats partagés (Chiviawski et al., 2018 ; Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift et al., 2012). Alors que Swift et al. (2012) ont observé un effet négatif de l'induction d'un stéréotype négatif sur la performance lors d'une tâche de force maximale, Chiviawski et al. (2018) n'ont observé aucun effet immédiat de l'induction du stéréotype sur l'équilibre des seniors (i.e., pas de différence significative entre la condition où un stéréotype négatif envers les seniors était induit et la condition contre-stéréotypique). Toutefois, ces auteures ont remarqué une performance plus faible des seniors menacés par le stéréotype le lendemain, comparativement aux seniors dans la condition contre-stéréotypique lors du même test d'équilibre. Enfin, Horton et al. (2010) et Marquet et al. (2018) n'ont observé, contrairement à la prédiction du modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997), aucun effet des stéréotypes négatifs sur la performance lors de neuf tâches différentes. Par exemple, aucune différence significative n'a été observée entre la condition où un stéréotype négatif à l'encontre des seniors était induit et la condition contrôle lors de tests de marche, d'équilibre, de force ou encore de persistance dans la tâche (Marquet et al., 2018).

Ces inconsistances dans les résultats pourraient s'expliquer d'une part par la manipulation du stéréotype utilisée dans ces études, différente de celles précédemment utilisées dans la littérature (voir *section 3.1.1.*), et d'autre part car certains modérateurs essentiels à

l'apparition d'un phénomène de menace du stéréotype n'ont pas été pris en compte dans ces études, notamment l'identification au domaine (voir *section 1.3.2.*). En effet, excepté Chiviowski et al. (2018), aucune étude n'a vérifié que les participant.e.s étaient identifié.e.s au domaine. Par exemple, Horton et al. (2010) ont recruté leurs participant.e.s « *through advertisements in local newspapers and flyers placed on bulletin boards at various community centers and events* » (p. 356). Aucun critère d'exclusion en dehors de l'âge n'était utilisé dans cette étude. Dans le domaine physique et sportif, les effets des stéréotypes négatifs liés à l'âge pourraient alors être différents de ceux observés chez les femmes après l'induction des stéréotypes sexués. En raison du faible nombre d'études évaluant cet effet et de l'inconsistance des résultats, l'investigation des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive apparaît comme une nécessité.

Enfin, concernant les stéréotypes positifs, aucune étude n'a, à notre connaissance, testé l'effet d'un stéréotype positif sur la performance physique des seniors. Dans le domaine cognitif, il a été montré que l'induction d'un stéréotype positif, mettant en avant la supériorité des seniors vis-à-vis des jeunes adultes, entraînait une amélioration de la performance des seniors durant une tâche cognitive (Swift et al., 2013). Investiguer l'effet d'un stéréotype positif vis-à-vis des seniors semble donc intéressant dans le domaine physique et sportif.

Dans la prochaine partie, les deux modèles mis en évidence dans cette thèse, à savoir le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), seront abordés dans le but d'expliquer les résultats (et absence de résultats) précédemment évoqués, que ce soit chez les femmes après l'induction d'un stéréotype sexué ou chez les seniors après l'induction d'un stéréotype lié à l'âge. Les apports de ces deux modèles dans le domaine physique et sportif, mais également leurs limites seront notamment mis en avant.

3.3. MECANISMES EXPLICATIFS : LES LIMITES DU MODELE DES PROCESSUS INTEGRES ET L'APPORT DU MODELE DU SIMPLE EFFORT

3.3.1. Mécanismes et stéréotypes sexués

Dans le domaine physique et sportif, un nombre limité d'études s'est intéressé aux mécanismes responsables de la chute de performance majoritairement observée après l'induction d'un stéréotype sexué négatif. Quelques médiateurs ont été testés tels que l'anxiété somatique et cognitive (e.g., Laurin, 2013 ; Martiny et al., 2015 ; Stone et al., 1999), l'inquiétude liée à la tâche (e.g., Hermann & Vollmeyer, 2016), le sentiment d'efficacité (e.g., Heidrich & Chiviacowski, 2015), les stratégies d'auto-handicap (e.g., Stone, 2002), ou encore l'identification à son groupe d'appartenance (e.g., Laurin, 2017*b*). Certaines études n'ont pas observé d'effet des stéréotypes sur ces valeurs auto-rapportées (e.g., Hermann & Vollmeyer, 2016), d'autres n'ont pas testé leur effet médiateur sur la performance (e.g., Heidrich & Chiviacowski, 2015) ou encore n'ont pas testé l'effet de ces stéréotypes sur la performance (e.g., Laurin, 2017*b* ; Stone, 2002), limitant ainsi la généralisation et la validation de ces potentiels médiateurs.

Les modèles des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) sont, à l'heure actuelle, les principales sources d'explication des effets observés dans le domaine physique et sportif. L'apport de ces modèles mais également leurs limites et leurs différences quant à leurs interprétations des résultats seront abordés dans les sections suivantes.

3.3.1.1. L'hypothèse de la surveillance explicite du mouvement (Schmader et al., 2008)

Selon le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), même si les effets de menace du stéréotype ont été répliqués dans le domaine physique et sportif, les mécanismes seraient différents de ceux observés dans le domaine cognitif (e.g., Beilock & Carr, 2001 ; Beilock et al., 2006 ; Schmader et al., 2008). Ces prédictions s'appuient notamment sur l'étude de Beilock et al. (2006, étude 1). En se basant sur les résultats observés dans le domaine cognitif montrant le rôle majeur de la mémoire de travail dans la chute de performance observée à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif, ces auteur.e.s avaient émis l'hypothèse qu'en utilisant une tâche n'impliquant pas ou très peu la mémoire de travail (i.e., tâche de golf chez des experts), l'effet de menace du stéréotype devrait être annihilé. Pour tester cette hypothèse, une étude a été conduite auprès d'individus experts en golf ayant une expérience d'au moins deux ans dans la discipline. A la suite de la réalisation d'un premier parcours consistant en 18 *putts* (i.e., pré-test), les participants ont été exposés de manière aléatoire à soit une condition où un stéréotype négatif était induit, soit une condition contrôle. Les participants ont enfin réalisé de nouveau la tâche pour évaluer l'effet de la manipulation du stéréotype. Les résultats indiquaient que les participants menacés par le stéréotype obtenaient des résultats plus faibles que les participants assignés à la condition contrôle (i.e., aucune différence n'était observée lors du pré-test). Ce résultat non-attendu soulevait alors une question : quels sont les facteurs responsables de cette chute de performance, si la mémoire de travail n'est pas impliquée ?

Lors de tâches physiques et sportives, les individu.e.s expert.e.s de la discipline (e.g., footballeuses régionales lors d'une tâche de football : Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; golfeurs expérimentés lors d'une tâche de golf : Beilock et al., 2006) maîtrisent l'exécution du mouvement à réaliser, reposant sur des connaissances procéduralisées, fonctionnant de manière

automatique (e.g., Fitts & Posner, 1967)²⁶. Seulement, d'après la littérature sur le *choking under pressure* (i.e., « craquer sous la pression », Baumeister, 1984), sur *l'explicit monitoring hypothesis* (i.e., hypothèse de la surveillance explicite, Beilock & Carr, 2001) et sur le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe est induit, l'individu.e va alors porter son attention sur la réalisation de la tâche, alors que celle-ci devrait être réalisée de manière automatique. Plus précisément, il/elle va isoler et se focaliser sur la réalisation étape-par-étape du mouvement. Cependant, la probabilité de commettre une erreur va augmenter, ce qui pousse l'individu.e à « craquer sous la pression » et, par conséquent, sous-performer.

Beilock et al. (2006) ont pu corroborer cette hypothèse lors d'un protocole de double-tâche. Lorsqu'il était demandé aux participants de mémoriser des mots tout en exécutant une tâche de golf, les participants menacés par un stéréotype négatif arrivaient à maintenir leur performance sur la tâche de golf. Selon les auteur.e.s, en détournant l'attention des participants par l'intermédiaire de la tâche cognitive, ils ne s'étaient pas focalisés sur la tâche de golf et cette dernière avait donc pu être réalisée de façon automatique, ce qui explique l'absence de réduction de la performance de golf. En s'appuyant sur ces études, Schmader et ses collaborateurs (2008) ont intégré à leur modèle des processus intégrés cette explication de la surveillance du mouvement comme mécanisme explicatif des effets de menace du stéréotype (Figure 6, section 2.2.).

Cette hypothèse de la surveillance explicite du mouvement semble s'appliquer à la majorité des études dans le domaine physique et sportif. La plupart des études s'est en effet

²⁶ Dans le domaine physique et sportif, l'exécution d'une tâche peut s'appuyer sur deux types de processus : contrôlés ou automatiques (Fitts & Posner, 1967). Lorsqu'un.e individu.e exécute une tâche en contrôlant consciemment la réalisation du mouvement étape par étape, il/elle s'appuie sur des processus contrôlés. Au contraire, lorsqu'un.e individu.e réalise la tâche sans la contrôler consciemment, son exécution repose sur des processus automatiques. D'après Chalabaev et Sarrazin (2016, chapitre 2), « alors qu'un novice a besoin d'exécuter une tâche en la contrôlant consciemment étape par étape, ce n'est plus le cas lorsque l'individu maîtrise son exécution, qui est alors automatique » (p. 37-38).

intéressée à des tâches utilisées dans des sports traditionnels tels que le football (e.g., Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Heidrich & Chiviowski, 2015 ; Hermann & Vollmeyer, 2016), le basketball (e.g., Laurin, 2013 ; Hively & El-Alayli, 2014), le golf (e.g., Beilock et al., 2006 ; Stone & McWhinnie, 2008), ou encore le tennis (Hively & El-Alayli, 2014). Ces tâches reposent sur des caractéristiques techniques. De par la technicité de ces tâches (e.g., tâche de dribbles en football en n'utilisant que le pied dominant, Chalabaev, Sarrazin et al., 2008), l'induction du stéréotype négatif a pu pousser les participant.e.s à se focaliser sur l'exécution étape par étape de la tâche, plutôt que de la réaliser de manière automatique, entraînant par conséquent une chute de performance (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). Bien que cette hypothèse de la surveillance explicite du mouvement apparaît comme robuste pour expliquer les effets de menace du stéréotype, elle présente certaines limites, qui seront abordées dans la section suivante.

3.3.1.2. Les limites de la surveillance explicite du mouvement

L'hypothèse de la surveillance explicite repose sur le fait que les participant.e.s soient expert.e.s sur la tâche et la réalisent de manière automatique en condition contrôle, alors qu'ils/elles agiraient comme des « novices » lors d'une situation de menace du stéréotype (Beilock & Carr, 2001 ; Schmader et al., 2008), en réalisant la tâche étape par étape. Cependant, certaines études ont montré que les participant.e.s non-expert.e.s sur la tâche pouvaient tout de même être impacté.e.s par une situation de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif, notamment lors de tâches de football (Heidrich & Chiviowski, 2015), de golf (e.g., Stone & McWhinnie, 2008), ou encore de basketball (Laurin, 2013).

Une seconde limite, et probablement la plus importante, concerne la généralisation de cette explication (i.e., surveillance explicite) à d'autres types de tâche. En effet, pour que la surveillance explicite puisse s'appliquer et entraîner une exécution étape par étape du

mouvement, il est nécessaire que la tâche puisse être « découpée » en plusieurs étapes (e.g., tâche de dribbles en football). Autrement dit, il faut que la tâche repose sur des facteurs techniques. Cependant, cela ouvre une question importante :

La performance physique et sportive est-elle affectée après l'induction d'un stéréotype négatif lorsque la tâche à exécuter ne repose pas sur des facteurs techniques ?

Même si la technicité fait partie intégrante de nombreuses disciplines sportives et représente un facteur important de la performance physique et sportive (voir par exemple les modèles d'Alderman, 1974 ; Weineck, 1983 ; voir *section 4.*), il existe d'autres prédicteurs de la performance physique et sportive ne reposant pas sur des aspects techniques (voir par exemple les modèles d'Alderman, 1974 ; Dekkar, Brikcin, & Hanifi, 1990 ; Weineck, 1983 ; voir *section 4.1.*). Le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) semble donc limité dans son explication des effets de menace du stéréotype, dans le domaine physique et sportif, concernant les tâches techniques, comme peuvent l'être des tâches de football ou encore de basketball. Dans la section suivante, nous aborderons le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), qui a été adapté aux tâches physiques et sportives. Ce modèle apporte également une piste de réflexion concernant les tâches non-techniques.

3.3.1.3. L'apport du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007)

Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apportant une explication alternative aux effets de l'induction d'un stéréotype négatif sur la performance a été, dans un premier temps, appliqué au domaine cognitif au travers d'une multitude de tâches (e.g., Jamieson & Harkins, 2007, 2009, 2011 ; Seitchik & Harkins, 2015, voir *section 2.3.2.*). Plus récemment, ce modèle a été vérifié dans le domaine physique et sportif par l'intermédiaire de

deux études utilisant une tâche de rebond (Huber et al., 2015, 2016). Dans leur première étude, Huber et al. (2015) ont demandé à leurs participant.e.s de réaliser une tâche consistant à faire rebondir une balle virtuelle par l'intermédiaire d'une véritable raquette (Figure 9), et ce durant 25 essais. L'objectif pour les participant.e.s étant de réaliser le moins d'erreurs de trajectoire de balle. Ces auteur.e.s ont montré que les participant.e.s avaient tendance à frapper la balle avec une accélération positive (i.e., réponse dominante), ce qui entraînait un plus grand nombre d'erreurs (i.e., réponse incorrecte). En accord avec le modèle du simple effort (Figure 7), les participantes en situation de menace du stéréotype ont alors obtenu des résultats plus faibles (i.e., caractérisés par davantage d'erreurs), comparativement aux participantes assignées à la condition contrôle (étude 2), car la réponse dominante des participantes sur la tâche était incorrecte. Ces auteur.e.s ont également remarqué qu'après une phase d'apprentissage, les participantes avaient acquis la réponse correcte (i.e., frapper la balle avec une accélération négative et donc entraînant un nombre plus faible d'erreurs), qui devenait alors dominante (Huber et al., 2015, études 1 et 2).

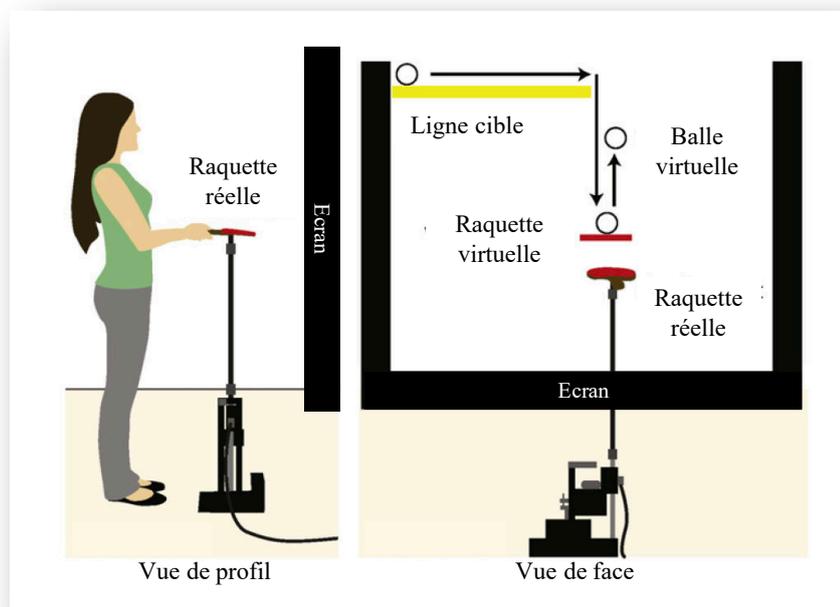


Figure 9 : Illustration du protocole de rebonds (Huber, Seitchik, Brown, Sternad, & Harkins, 2015)

Cette figure, tirée et traduite de l'étude de Huber et al. (2015), représente la tâche utilisée dans cette étude pour tester l'hypothèse du simple effort. A l'aide d'une raquette réelle, les participants devaient faire rebondir une balle virtuelle. L'objectif de l'étude était de réaliser une multitude de répétitions de rebonds en réalisant le moins d'erreurs de trajectoire possible.

Les auteur.e.s ont alors prédit que si la réponse dominante devenait correcte après une phase d'apprentissage, alors la performance des participantes menacées par un stéréotype devrait être meilleure comparée à celle des participantes assignées à la condition contrôle. Comme attendu, les participantes menacées par le stéréotype obtenaient de meilleures performances que les participantes du groupe contrôle, après avoir réalisé une douzaine d'essais permettant l'acquisition de la réponse correcte comme réponse dominante (Huber et al., 2015, étude 3).

Enfin, dans leur deuxième étude, Huber et al. (2016) ont souhaité examiner ce modèle sur des participant.e.s novices sur la tâche. Les participant.e.s devaient, au moyen du même dispositif que l'étude précédemment citée (Huber et al., 2015), frapper la balle pour lui faire atteindre une ligne cible. Les auteur.e.s ont constaté qu'ils/elles étaient immédiatement capables d'atteindre avec précision la ligne cible (étude 1). Ils en ont conclu que les participant.e.s avaient d'emblée la bonne réponse dominante (i.e., correcte). La réponse dominante étant correcte, les résultats ont montré, en accord avec le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), que les participantes menacées par un stéréotype négatif à leur égard obtenaient de meilleures performances que les participantes du groupe contrôle. Ces deux études dans le domaine physique et sportif nous montrent que lorsque la réponse dominante était immédiatement correcte (Huber et al., 2016) ou le devenait après un temps d'apprentissage (Huber et al., 2015), alors la performance était améliorée après l'induction d'un stéréotype négatif, contrairement à la théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997). Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apparaît donc comme une alternative viable pour expliquer les effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif.

De plus, le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apporte également des explications alternatives aux précédentes études réalisées dans le domaine physique et sportif, attribuant la baisse de performance à une surveillance explicite du mouvement (e.g., Beilock et

al., 2006 ; Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Hermann & Vollmeyer, 2016). Par exemple, Beilock et al. (2006) ont demandé à leurs participants, experts en golf, de réaliser une tâche de golf consistant à viser une cible et de s'en rapprocher le plus possible. Comme prédit par le modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997) et le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), une réduction de la performance des participants a été observée (Beilock et al., 2006, étude 1), probablement due à une surveillance explicite du mouvement à réaliser (Beilock et al., 2006, étude 2). Bien que plausible, les résultats de cette étude pourraient également être expliqués par le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Dans cette étude, les participants experts en golf ont été invités à frapper la balle de telle sorte que celle-ci s'arrête directement sur une cible (ou du moins le plus proche). Cette consigne diffère drastiquement de la façon dont les experts frappent la balle. Habituellement, pour faire rentrer la balle dans un trou, les golfeurs experts frappent la balle plus fort (i.e., cela reviendrait à faire traverser la cible par la balle), constituant la réponse dominante et correcte pour eux. Dans cette étude, l'exécution de la tâche pouvait alors avoir été réalisée au travers de la réponse incorrecte, pouvant expliquer la baisse de performance observée.

Dans le même sens, pour investiguer les effets d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes sur leur performance en football, les auteur.e.s ont demandé à leurs participantes de réaliser le plus rapidement possible une tâche de dribbles en utilisant qu'uniquement le pied dominant (e.g., Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Hermann & Vollmeyer, 2016). Comme prédit par le modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997), une chute de la performance était observée pour les femmes menacées par un stéréotype à leur égard, comparativement aux femmes du groupe contrôle. Bien que ce résultat s'articule parfaitement autour du modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), le modèle du simple effort propose une explication différente à ce résultat reposant sur la qualité de la réponse dominante. En effet, même si les participantes de ces études étaient des expertes sur la tâche, étaient-elles familiarisées à

l'exécution d'une tâche de dribbles entre des plots et en n'utilisant qu'un seul pied ? Ne seraient-elles pas familiarisées/habituées à utiliser leurs deux pieds ? Si l'utilisation d'un seul pied ne représentait pas la réponse dominante des participantes et si cette réponse était de surcroît non-correcte (i.e., la moins efficace pour réaliser la tâche), cela pourrait expliquer pourquoi une chute de performance a été observée dans l'étude de Chalabaev, Sarrazin et al. (2008). Ces deux exemples restent toutefois à vérifier.

Une dernière explication a été apportée, mais cette fois-ci en combinant le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) et celui des processus intégrés (Schmader et al., 2008). Les participant.e.s expert.e.s auraient acquis avec l'expérience la réponse correcte et dominante sur la tâche en raison du « *countless hours of practice they put into honing their skill* » (Beilock et al., 2006, p. 1062). Cependant, lorsque le stéréotype négatif est induit, les participant.e.s étant davantage motivé.e.s à contrer le stéréotype vont porter une attention étape par étape sur le mouvement (i.e., surveillance explicite du mouvement), ce qui va perturber la réponse dominante (voire la réponse correcte) sur la tâche, et donc affecter négativement la performance.

Enfin, comme mentionné dans la section 3.1.4.2., le modèle du simple effort peut également nous apporter des pistes d'investigation sur une question précédemment évoquée : *la performance physique et sportive est-elle affectée après l'induction d'un stéréotype négatif lorsque la tâche à exécuter ne repose pas sur des facteurs techniques ?* Il existe dans la pratique physique et sportive de nombreuses tâches que l'on peut considérer comme non-techniques. Cela peut être le cas par exemple de tâches de gainage, consistant à maintenir une position statique ; ou bien encore des tâches de cyclisme, consistant en une répétition du même mouvement cyclique. Ces tâches non-techniques ne présentent, contrairement aux tâches techniques, qu'une seule composante d'exécution. Par conséquent, comme mentionné précédemment, ces types de tâches ne semblent pas pouvoir être impactés par la surveillance

étape-par-étape du mouvement et seraient donc invulnérables aux effets négatifs de l'induction d'un stéréotype négatif. Par exemple, lors de tâches isométriques (i.e., contraction musculaire sans-modification de la longueur du muscle), l'exécution du mouvement est simple²⁷ et ne comprend qu'une seule étape du mouvement, ne pouvant alors pas être découpé en plusieurs composantes.

Selon le modèle du simple effort, si le mouvement à réaliser ne comprend qu'une seule composante d'exécution (e.g., effort isométrique, cyclique), alors la réponse dominante est censée être correcte, résultant en une amélioration de la performance (Huber et al., 2016). Cette hypothèse est renforcée par certains travaux liés au modèle du simple effort (e.g., Huber et al., 2016). Par exemple, dans une étude où les participant.e.s devaient soit monter la raquette vers le haut, soit vers le bas (i.e., tâche non-technique), la performance était améliorée pour les femmes menacées par un stéréotype négatif (Huber et al., 2016). Les effets de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe dans le domaine physique et sportif pourraient alors être tâche-dépendants et nécessiteraient d'être testés.

3.3.1.4. Les limites du modèle du simple effort

Le modèle du simple effort apparaît comme un modèle fiable pour expliquer les effets des stéréotypes sur la performance (e.g., Huber et al., 2015, 2016 ; Jamieson & Harkins, 2007, 2009, 2011 ; Seitchik & Harkins, 2015). Cependant, il présente certaines limites qu'il est nécessaire de prendre en compte dans l'interprétation des résultats. Tout d'abord, bien qu'ayant été validé dans le domaine cognitif au travers d'une multitude de tâches (e.g., mathématiques : Jamieson & Harkins, 2009 ; Seitchik & Harkins, 2015), le modèle du simple effort a uniquement été répliqué lors de deux études dans le domaine physique et sportif (Huber et al.,

²⁷ Dans ce cas, le terme simple ne renvoie non pas au degré de difficulté de la tâche mais à sa caractéristique d'exécution. Par exemple, réaliser une contraction isométrique maximale du genou est « simple » dans sa réalisation (i.e., contracter les quadriceps le plus fort possible) tout en étant difficile du point de vue de l'engagement dans la tâche.

2015, 2016). De plus, dans ces deux études, bien que la tâche soit liée au domaine physique et sportif (i.e., tâches de rebonds avec une raquette), l'induction des différentes conditions n'était cependant pas en lien avec le domaine physique et sportif. En effet, les auteur.e.s ont associé la tâche aux capacités en mathématiques. Plus précisément, dans l'étude de Huber et al. (2016), il était dit aux participant.e.s : « *the task you are to complete is a test of visuo-spatial capacity* » et « *performance on this task is closely linked to math ability* » (p. 82). Enfin, les auteur.e.s ont induit le stéréotype négatif à l'encontre des femmes de la manière suivante : « *the task on which you are about to participate has been shown to produce gender differences* » (p. 82). Il semble donc nécessaire de tester le modèle du simple effort dans le domaine physique et sportif.

Une deuxième faiblesse liée au modèle du simple effort réside dans les mécanismes explicatifs de ces effets. En effet, certaines études ont testé le modèle du simple effort en observant uniquement les effets de l'induction sur la performance des participantes menacées (e.g., Huber et al. 2015, 2016 ; Seitchik & Harkins, 2015) ou n'ont obtenu aucun résultat sur les différentes variables auto-rapportées investiguées (e.g., Jamieson & Harkins, 2007, 2009). Par exemple, le modèle postule que les participant.e.s seraient davantage motivé.e.s en réponse à une situation de menace du stéréotype (Jamieson & Harkins, 2007). Cependant, cette motivation n'a pas été mesurée de manière auto-rapportée dans ces études. Cette hypothèse se base uniquement sur des résultats obtenus à l'aide d'un suivi de l'œil (i.e., *eye tracking*) montrant qu'en situation de menace du stéréotype, les participantes réalisaient des corrections plus rapides de la réponse incorrecte à la réponse correcte (Jamieson & Harkins, 2007). De plus, ce modèle évoque que l'augmentation de la motivation des participant.e.s à contrer le stéréotype entraînerait un engagement/effort plus important dans la tâche. Cependant, Jamieson et Harkins (2007, 2009) n'ont observé aucune différence en termes d'effort auto-rapporté entre le groupe menacé par un stéréotype et le groupe contrôle. Il semble alors nécessaire d'investiguer au travers de quels processus le modèle du simple effort opère, en plus de la qualité de la réponse

dominante. Ainsi, il serait judicieux, à l'instar du modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), de croiser les mesures auto-rapportées et les mesures plus indirectes, telles que les mesures physiologiques, corticales, ou comportementales pour tenter d'enrichir le modèle du simple effort.

Les deux modèles principaux de la littérature sur la menace du stéréotype apportent donc des explications quant aux effets de menace du stéréotype liés à l'induction d'un stéréotype sexué. Cependant, concernant les stéréotypes liés à l'âge, les mécanismes explicatifs restent flous et les explications apportées par les modèles des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) semblent limitées dans le domaine physique et sportif.

3.3.2. Mécanismes et stéréotypes liés à l'âge

Les stéréotypes liés à l'âge, en plus d'avoir fait l'objet d'une faible investigation, ont montré des résultats inconsistants dans le domaine physique et sportif (voir *section 3.2.2.*). De plus, trois des quatre études investiguant ces stéréotypes ont uniquement observé l'effet de leur induction sur la performance des seniors, sans investigation des processus médiateurs (Chiviawski et al., 2018 ; Horton et al., 2010 ; Swift et al., 2012). Cependant, Marquet et al. (2018) ont montré que l'âge subjectif des participant.e.s (i.e., l'âge numérique que les gens se donnent (Stephan, Sutin, & Terracciano, 2015)) était modifié en situation de menace du stéréotype. Plus précisément, les participant.e.s seniors, exposé.e.s à un stéréotype négatif lié à l'âge, se percevaient mentalement et physiquement plus âgé.e.s comparativement aux seniors de la condition contrôle. Le faible nombre d'études réalisées auprès de cette population, couplé à la faible investigation des mécanismes, rend difficile l'explication des effets (et non-effets) observés après l'induction d'un stéréotype négatif à l'égard des seniors. De surcroit, les deux modèles mis en opposition dans cette thèse ne semblent pas fournir davantage d'informations

sur comment une situation de menace du stéréotype pourrait opérer auprès de cette population dans le domaine physique et sportif.

3.3.2.1. Les limites du modèle des processus intégrés

Le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) a été développé en se basant sur des dizaines d'articles explorant les effets de menace du stéréotype, et ce dans de nombreux domaines. Cependant, une seule étude liée à l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge sur la performance a été utilisée dans ce modèle (Hess et al., 2003). De plus, les propositions de ce modèle concernant les effets des stéréotypes négatifs sur la performance physique et sportive apparaissent comme difficilement applicables aux études investiguant les effets des stéréotypes liés à l'âge dans ce domaine. Pour rappel, ce modèle stipule que la performance physique et sportive serait affectée au travers d'une surveillance explicite du mouvement, avec une réalisation de la tâche qui passerait d'automatique à contrôlée (i.e., réalisation étape par étape du mouvement). Cependant, contrairement aux études chez les femmes précédemment évoquées (voir *section 3.2.1.*), les études évaluant les stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive n'ont pas utilisé de tâches techniques liées à des sports traditionnels comme des tâches de dribbles en football ou en basketball. Ces études ont plutôt utilisé des tâches nécessaires au bon vieillissement des seniors (e.g., tâches d'équilibre : Chiviacowski et al., 2018 ; Marquet et al., 2018 ; tâches de force maximale : Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift et al., 2012 ; tâches de marche : Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018). Ces tâches, drastiquement différentes de celles utilisées pour expliquer le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), ne semblent pas pouvoir être impactées par la surveillance explicite du mouvement (i.e., ne reposant pas sur des habiletés techniques), mettant en exergue les limites du modèle de Schmader et al. (2008) dans l'explication des effets des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif.

3.3.2.2. Un apport du modèle du simple effort ?

A l'instar du modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) n'apporte pas davantage d'informations pour expliquer les résultats (et non-résultats) liés à l'investigation des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif. En effet, contrairement aux études liées à l'induction d'un stéréotype sexué sur la performance des femmes, le modèle du simple effort n'a pas été testé dans le domaine physique et sportif concernant les seniors. Très peu d'informations pourraient alors attester de sa possible application dans l'explication des résultats et absence de résultats observés. Investiguer l'effet des stéréotypes liés à l'âge sur la performance non-technique des seniors permettrait d'une part d'observer si les potentiels effets positifs attendus chez les femmes après l'induction d'un stéréotype négatif sexué pourraient être répliqués chez les seniors après l'induction d'un stéréotype lié à l'âge. Cette potentielle répliquabilité apparaît d'autant plus importante qu'à l'heure actuelle, il est difficile de comparer les résultats observés chez les femmes et les seniors, tant les tâches utilisées divergent entre ces deux populations. D'autre part, investiguer les tâches non-techniques permettrait également d'apporter des premières preuves quant à l'applicabilité du modèle du simple effort dans le domaine physique et sportif, dans l'investigation des stéréotypes liés à l'âge. Examiner les effets de l'induction de stéréotypes liés à l'âge sur la performance non-technique des seniors apparaît alors comme nécessaire.

Synthèse partie 3

Les effets de la menace du stéréotype ont été répliqués chez les femmes après l'induction d'un stéréotype sexué sur une large variété de tâches, principalement techniques (Gentile et al., 2018). Cette diminution de la performance a été expliquée par l'hypothèse de la surveillance explicite, notamment développée par le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008). Cependant, même si cette explication apparaît comme robuste, elle semble uniquement applicable aux tâches techniques car ces tâches peuvent être découpées étape par étape. Le modèle des processus intégrés apparaît limité quant à sa généralisation à d'autres types de tâches. En effet, ce modèle ne nous renseigne par exemple pas sur des possibles effets lors de tâches non-techniques.

En revanche, en se basant sur le modèle alternatif du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), une amélioration de la performance des femmes pourrait être attendue, suggérant que l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes pourrait être tâche-dépendant. Concernant les seniors, peu d'informations permettent d'attester l'applicabilité du modèle du simple effort dans le domaine physique et sportif après l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge. L'investigation des effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance non-technique des seniors permettrait donc d'observer si les résultats positifs attendus chez les femmes sont généralisables à une autre population stéréotypée, mais aussi d'apporter des premières pistes quant à l'applicabilité du modèle du simple effort dans l'investigation des stéréotypes liés à l'âge, dans le domaine physique et sportif.

Un moyen de s'intéresser aux tâches non-techniques, dans le domaine physique et sportif, est d'utiliser des tâches de type endurance musculaire. La prochaine partie portera son attention sur ces tâches d'endurance, leur intérêt dans le cadre de la menace du stéréotype et leur investigation dans la littérature scientifique.

4. L'ENDURANCE : UN MOYEN D'INVESTIGUER LES TACHES NON-TECHNIQUES

Depuis l'entre-deux-guerres, la recherche de la performance sportive a suscité l'intérêt de nombreux pays (Bouchard, 1971). L'objectif de ces questionnements était de définir les facteurs permettant l'optimisation de la performance sportive. Les principaux modèles de performance, encore utilisés de nos jours, ont vu le jour à la fin du XX^{ème} siècle. Ces modèles visaient à identifier les différents facteurs responsables de la performance sportive, avec un accent particulier sur des facteurs modifiables, permettant une optimisation de cette performance (voir par exemple les modèles d'Alderman, 1974 ; Dekkar et al., 1990 ; Weineck, 1983). Une grande partie des modèles de performance existants place les capacités physiques, dans le sens large du terme, au cœur de leur modèle (e.g., Alderman, 1974 ; Dekkar et al., 1990). La pertinence du modèle de Weineck (1983) réside dans la séparation des capacités physiques générales en deux nouveaux facteurs : les capacités technico-tactiques et les capacités physiques (e.g., endurance).

Selon Weineck (1983), la performance sportive serait régulée par des facteurs physiques, regroupant notamment les capacités d'endurance, de force et de vitesse ainsi que par des facteurs technico-tactiques comme la coordination (Figure 10). La majorité des études évaluant les effets de menace du stéréotype, dans le domaine physique et sportif, a utilisé des tâches à composantes techniques (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018, voir section 3.3.1.1.). Le modèle de Weineck (1983) met donc en exergue un manque de généralisation des effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif. En effet, de nombreux facteurs restent encore non-explorés, comme notamment les facteurs physiques.

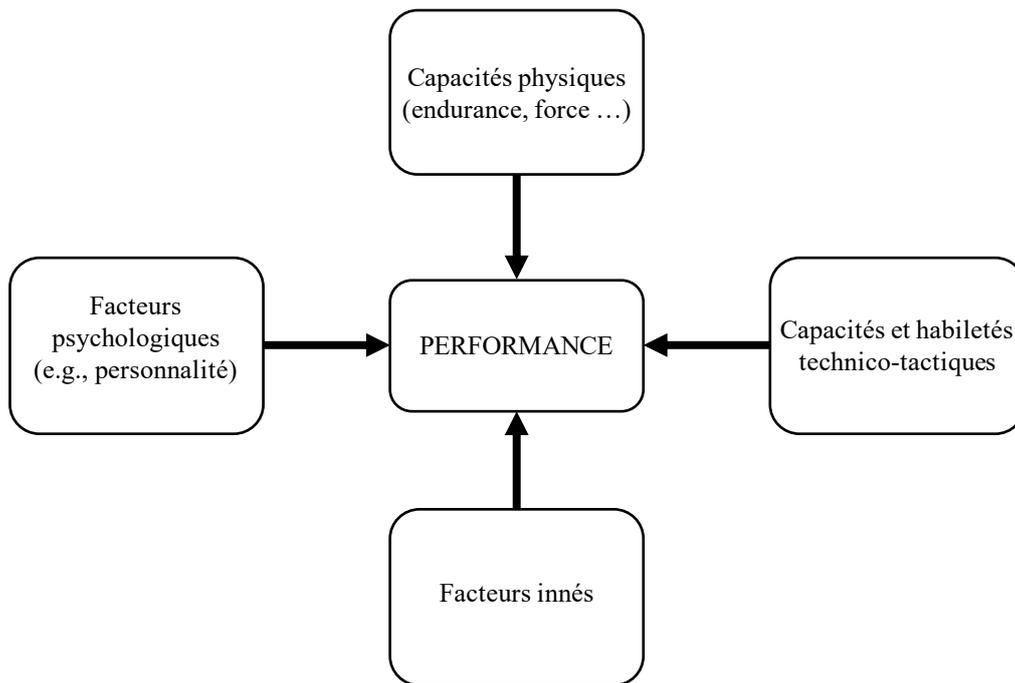


Figure 10 : Modélisation de la performance selon Weineck (1983)

Cette figure, tirée et adaptée de l'ouvrage *Physiologie et biologie du sport* (Doutreloux, 1998), représente le modèle de la performance de Weineck (1983), basé sur quatre facteurs principaux : les facteurs psychologiques, les facteurs innés, les facteurs technico-tactiques et les facteurs physiques.

Pour avoir une vision plus globale des effets des stéréotypes négatifs sur la performance physique et sportive, il semble donc nécessaire d'investiguer l'effet de ces stéréotypes sur des facteurs physiques, de surcroît non-techniques. L'endurance, en plus d'être un prédicteur majeur de la performance physique et sportive (Weineck, 1983, voir aussi *section 4.1.1.*), permet d'investiguer les tâches non-techniques. Par conséquent, nous nous focaliserons dans cette thèse sur les tâches de type endurance. L'examen des tâches d'endurance semble également pertinent car ce type de tâches peut être influencé par de nombreux facteurs psychologiques et psychosociaux (voir *section 4.3.*), et peut permettre l'investigation de mécanismes jusqu'alors non-investigés dans le cadre de la menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif (voir *section 4.2.*). La prochaine partie visera donc à définir l'endurance ainsi que les méthodes de son investigation.

4.1. L'ENDURANCE : UN FACTEUR DETERMINANT DE LA PERFORMANCE SPORTIVE ET DE LA SANTE

4.1.1. L'endurance

L'endurance peut se définir comme la « capacité du muscle à répéter de nombreuses contractions, ou à maintenir longuement des contractions statiques²⁸ » (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015, p. 198). Il s'agit également de la capacité à résister à la fatigue (Weineck, 1983). L'endurance est un prédicteur important de la performance dans de nombreux sports et est également utilisée pour discriminer le niveau des athlètes, que ce soit en ski de fond (e.g., Stöggl, Pellegrini, & Holmberg, 2018), en football (e.g., Dolci et al., 2018), en tennis (e.g., Baiget, Iglesias, Rodriguez, 2016), en escalade (e.g., Fryer et al., 2014), ou encore en gymnastique (e.g., Mkaouer, Hammoudi-Nassib, Amara, & Chaabène, 2018). En d'autres termes, plus l'endurance des sportifs/ives est élevée, plus leur performance le sera également, et ce dans un grand nombre de disciplines et/ou d'épreuves. Dans la littérature scientifique, l'endurance des participant.e.s a été évaluée ou examinée par l'intermédiaire de tâches que l'on peut qualifier de fatigantes. Ces tâches et leur investigation seront abordées dans la prochaine partie.

4.1.2. Les tâches fatigantes : un moyen d'investiguer l'endurance

4.1.2.1. Les tâches régulièrement utilisées pour investiguer l'endurance

Dans la littérature scientifique, différents types de tâches ont été utilisés pour quantifier et investiguer l'endurance des participant.e.s. Les tâches dites « temps-limite » représentent un premier type de tâche largement utilisé permettant la caractérisation de l'endurance des

²⁸ Cette définition est tirée de l'ouvrage *Physiologie du sport et de l'exercice* (2015), traduit de la 5^{ème} édition américaine.

individu.e.s (Bigland-Ritchie, Furbush, & Woods, 1986 ; Burnley, Vanhatalo, & Jones, 2012 ; Coakley & Passfield, 2018 ; Duchateau, Balestra, Carpentier, & Hainaut, 2002 ; Gerodimos, Karatrantou, Psychou, Vasilopoulou, & Zafeiridis, 2017 ; Gondin, Guette, Jubeau, Ballay, & Martin, 2008 ; Matkowski, Place, Martin, Lepers, 2011 ; Neyroud, Maffiuletti, Kayser, & Place, 2012 ; Place, Matkowski, Martin, & Lepers, 2006 ; Yoon, De-Lap, Griffith, & Hunter, 2008). Ces tâches sont majoritairement employées pour examiner combien de temps un.e individu.e est capable de maintenir une tâche à une intensité fixée. En d'autres termes, on cherche à atteindre l'épuisement des participant.e.s (i.e., le/la participant.e n'est plus capable de maintenir/développer la force demandée). Ces tâches de type « temps-limite » peuvent être divisées en deux catégories : les tâches continues et les tâches intermittentes. Parmi les tâches continues, les tâches de maintien de force isométrique jusqu'à épuisement représentent probablement les tâches les plus utilisées dans la littérature scientifique (Gerodimos et al., 2017 ; Gondin et al., 2008 ; Matkowski et al., 2011 ; Place et al., 2006 ; Yoon et al., 2008). Par exemple, dans l'étude de Gerodimos et al. (2017), les participant.e.s devaient maintenir un niveau de force correspondant à 50% de leur force maximale le plus longtemps possible (i.e., jusqu'à épuisement). Ce type de tâche est simple d'utilisation et est hautement reproductible²⁹. Ce temps à épuisement peut également s'observer sur des efforts dits « corps-entier » comme des tâches de cyclisme ou bien de course (e.g., maintien d'un effort à 80% de la puissance maximale aérobie jusqu'à épuisement lors d'une tâche de cyclisme : Coakley & Passfield, 2018). Concernant les tâches intermittentes, les participant.e.s doivent, par exemple, répéter un effort sous-maximal jusqu'à ne plus être capable de développer la force requise, correspondant à l'épuisement (e.g., répétition de contractions de 5 secondes à 50% de la force maximale jusqu'à épuisement : Bigland-Ritchie et al., 1986 ; voir aussi Burnley et al., 2012 ; Duchateau

²⁹ Lors d'un test-retest consistant à maintenir 50% de sa force maximale le plus longtemps possible, Gerodimos et al. (2017) ont observé un coefficient de corrélation intra-classe de 0.92, indiquant une haute reproductibilité de la mesure.

et al., 2002). Lors de tâches de type « temps-limite », plus le temps de maintien est long, plus l'endurance des participant.e.s est élevée.

Un autre type de tâche largement utilisé dans la littérature représente les efforts à intensités maximales, et notamment les protocoles de répétitions de contractions maximales (e.g., Babault, Desbrosses, Fabre, Michaut, & Pousson, 2006 ; Liu, Zhang, Yao, Sahgal, & Yue, 2005 ; Russ & Kent-Braun, 2003 ; Taylor, Allen, Butler, & Gandevia, 2000). Dans ce type de tâches, contrairement aux efforts de type « temps-limite », l'épuisement n'est pas visé. Ces tâches sont plutôt utilisées pour observer la capacité des participant.e.s à maintenir un niveau de force optimal jusqu'à atteindre une valeur de fatigue caractérisée par un pourcentage de chute de force. Par exemple, Taylor et al. (2000) ont demandé à leurs participant.e.s de réaliser durant 3 minutes une répétition de contractions maximales du coude ; chaque contraction durait 5 secondes et était suivie de 5 secondes de récupération. Ces auteur.e.s ont observé qu'après les 3 minutes d'effort intermittent, les participant.e.s étaient capables de développer uniquement 60% de leur force maximale initiale. Un deuxième type d'effort maximal régulièrement utilisé dans la littérature concerne les efforts de type « contre-la-montre », c'est-à-dire consistant à réaliser la meilleure performance sur un temps imparti (par exemple réaliser 5 kilomètres le plus vite possible : Ducrocq, Hureau, Meste, & Blain, 2017 ; voir aussi Ansdell, Thomas, Howatson, Amann, & Goodall, 2018 ; Blain et al., 2016 ; Thomas et al., 2015). Ce type d'effort permet d'investiguer la performance maximale d'un.e participant.e lorsqu'une régulation personnelle de l'effort est permise. Autrement dit, même si le/la participant.e doit réaliser la meilleure performance possible, l'intensité n'est pas fixée comme dans les études précédemment citées, et le/la participant.e peut adapter son allure constamment dans le but d'optimiser sa performance. Ce type de tâches a également été montré comme reproductible³⁰.

³⁰ Ducrocq et al. (2017) ont par exemple montré un coefficient de variation inférieur à 1% et un coefficient de corrélation intraclasse de 0.99 lors d'un test-retest.

Toutes ces tâches ont été largement utilisées pour investiguer l'endurance des participant.e.s. Un autre type de tâche, moins utilisé dans la littérature mais ayant reçu un intérêt grandissant ces dernières années, permet également de mesurer l'endurance des participant.e.s : les tâches d'endurance à perception d'effort constante (e.g., Brownsberger, Edwards, Crowther, & Cottrell, 2013 ; Morrin, Stone, Swaine, & Henderson, 2018 ; Roussey et al., 2018). Ce type de tâches ne consiste pas à définir une intensité d'effort (e.g., 20% de la force maximale des participants : Gondin et al., 2006) mais consiste plutôt à fixer une perception d'effort que les participant.e.s doivent maintenir durant l'intégralité de la tâche. Ce type de tâches sera détaillé dans la section suivante.

4.1.2.2. Les tâches d'endurance à perception d'effort constante

4.1.2.2.1. La perception de l'effort

Avant de détailler les tâches d'endurance à perception d'effort constante, il semble nécessaire de définir la perception de l'effort. Gunnar Borg, chercheur spécialisé dans la perception de l'effort, avait initialement défini l'effort comme « *the feeling of how heavy, strenuous, and laborious exercise is* » (Borg, 1962). Pour Noble et Robertson (1996), la perception de l'effort représente « *the subjective intensity of effort, strain, discomfort, and/or fatigue that is experienced during physical exercise* ». Cependant, certain.e.s auteur.e.s ont montré qu'il était possible de différencier les notions d'effort de celles d'autres sensations comme la douleur, l'inconfort ou encore la fatigue (pour une revue, voir Pageaux, 2016). Par exemple, Pollak et al. (2014) ont administré dans le pouce des participants des produits de la contraction musculaire censés refléter l'effort (i.e., lactate, protons, adénosine triphosphate (ATP)), et les participant.e.s devaient ensuite décrire les différentes sensations perçues liées à cette injection. Ils/elles ont reporté de la douleur, de la fatigue, mais n'ont jamais fait référence à une quelconque sensation d'effort. Par conséquent, la définition de la perception d'effort

retenue dans le cadre de cette thèse sera celle proposée par Marcora (2010) « *the conscious sensation of how hard, heavy, and strenuous a physical task is* » (p. 380), reprenant les fondements de la définition initiale de Borg (1962).

Pour mesurer la perception de l'effort lors de tâches fatigantes, la méthode principale consiste à utiliser des échelles psychophysiques. Les deux échelles les plus utilisées dans la littérature scientifique sont l'échelle de Borg en 11 points (i.e., *Borg Category Ratio*, CR10) (Borg, 1998) qui s'étend de 0 (i.e., « aucun effort ») à 10 (i.e., « effort maximal ») et celle en 15 points (i.e., *Borg 15-point RPE Scale*) (Borg, 1970) allant de 6 (i.e., « aucun effort ») à 20 (i.e., « effort maximal ») (voir Figure 11). La première échelle a notamment été conçue pour estimer les niveaux d'intensité de tâches de force musculaire (e.g., Day, McGuigan, Brice, & Foster, 2004 ; Gearhart et al., 2001 ; Hackett, Johnson, Halaki, & Chow, 2012 ; Pincivero, 2011 ; Sweet, Foster, McGuigan, & Brice, 2004) et représente un outil valide pour investiguer la perception de l'effort (e.g., Buckley & Borg, 2011 ; Day et al., 2004 ; McGorry, Lin, Dempsey, & Casey, 2010). Par exemple, au travers d'un test-retest sur des exercices de force musculaire, Day et al. (2004) ont montré un coefficient de corrélation intraclass de 0,88 suggérant une fiabilité élevée de cette échelle. L'échelle en 15 points a, quant à elle, initialement été construite pour les efforts à composante aérobie, étant donné la corrélation importante entre les échelons composant l'échelle et les paramètres physiologiques, comme la fréquence cardiaque (Scherr et al., 2013). A l'instar de l'échelle CR-10, cette échelle a également été validée dans différents types de tâches (e.g., Eston & Williams, 1988 ; Row Lazzarini, Dropp, & Lloyd, 2017 ; Skinner, Hustler, Bergsteinova, & Buskirk, 1973).

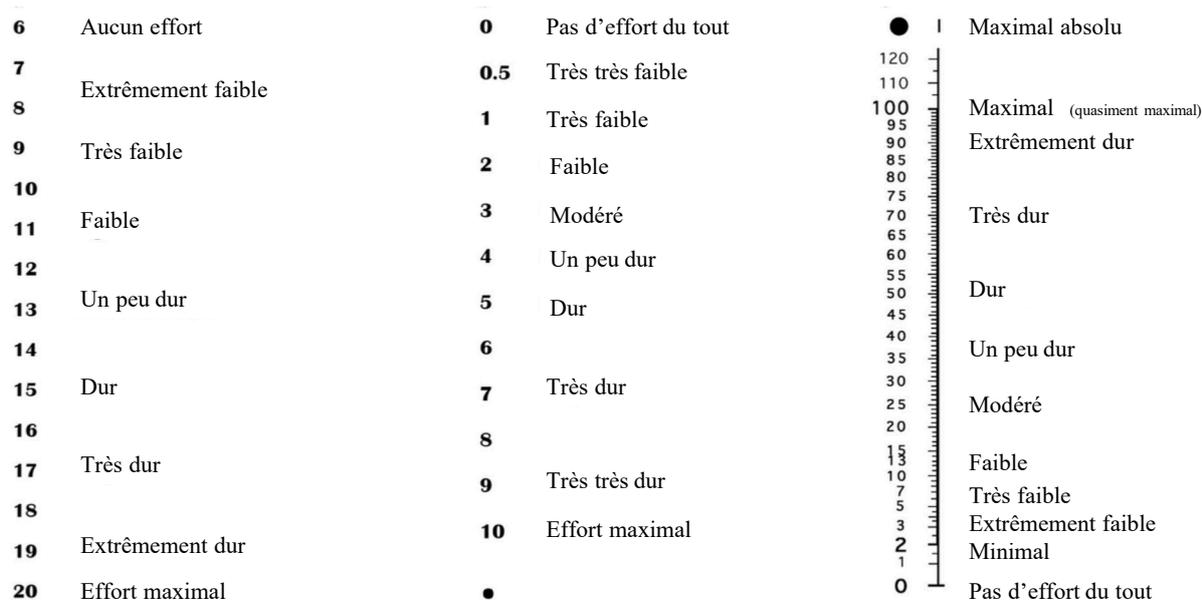


Figure 11 : Principales échelles de perception d'effort utilisées dans la littérature scientifique

Cette figure, traduite de la revue de Pageaux (2016), nous montre les principales échelles de perception d'effort utilisées dans la littérature scientifique. L'échelle de gauche représente l'échelle initiale 6-20 de Borg (1970). L'échelle au centre représente une version modifiée de l'échelle CR-10 de Borg (1998). Enfin, l'échelle de droite fait référence à l'échelle CR-100 de Borg et Borg (2002).

Enfin, d'autres échelles ont été construites et validées, comme l'échelle *Category Ratio* 100 (i.e., CR100) (Borg & Borg, 2002) reprenant les bases de l'échelle CR10 tout en proposant davantage d'échelons pour quantifier de la manière la plus précise la perception de l'effort (voir Figure 11), l'échelle *OMNIBUS-Resistance Exercise Scale* (i.e., OMNI-RES) (Robertson et al., 2003), l'échelle *Session-RPE* (Foster et al., 2001) ou encore l'échelle « de temps limite estimé » (Garcin, Vandewalle, & Monod, 1999). Toutes ces échelles présentent leur spécificité, comme par exemple l'échelle de « temps limite estimé » qui permet d'estimer à n'importe quel moment de la tâche le temps restant avant l'épuisement volontaire. En situation d'endurance, les échelles psychophysiques de perception de l'effort ont différentes utilités : évaluer l'évolution de la perception de l'effort au cours de la tâche, ou encore fixer une intensité d'exercice. Ces méthodes seront abordées dans la prochaine section.

4.1.2.2.2. L'évolution de la perception de l'effort lors de tâches fatigantes

La principale utilité de ces échelles d'effort est d'investiguer l'évolution de la perception de l'effort des participant.e.s au cours d'une tâche fatigante. Pour cela, les expérimentateurs/trices mesurent cet indicateur avant et après une tâche d'endurance (e.g., Metha & Parasuraman, 2014 ; Stone et al., 2012) ou mesurent son évolution tout au long d'une tâche (e.g., Ducrocq et al., 2017 ; Mauger, Jones, & Williams, 2009 ; Pageaux, Lepers, Dietz, & Marcora, 2014 ; Pageaux, Marcora, & Lepers, 2013 ; Wingfield, Marino, & Skein, 2018). Par exemple, lors d'une tâche d'endurance sous-maximale à épuisement, durant laquelle les participants devaient maintenir un niveau de force égal à 20% de leur force maximale, Pageaux et al. (2013) ont montré que la perception de l'effort augmentait de manière croissante jusqu'à la fin de l'effort. Cette variable était mesurée dans cette étude toutes les 20 secondes. Cependant, ces dernières années, ces échelles psychophysiques ont également été utilisées pour fixer une intensité perçue d'effort lors de tâches fatigantes : les tâches à intensité perçue constante.

4.1.2.2.3. Les tâches à intensité perçue constante

Contrairement aux précédentes techniques qui fixent une intensité d'effort avant la réalisation de la tâche (e.g., 20% de la force maximale des participants, Pageaux et al., 2013), les tâches à intensité perçue constante définissent une perception d'effort que les participant.e.s doivent maintenir durant l'intégralité de la tâche (e.g., RPE 15 sur l'échelle 6-20 de Borg ; Roussey et al., 2018). L'objectif pour le/la participant.e n'est en aucun cas de développer la même force (ou puissance) tout au long de la tâche mais de maintenir la même perception d'effort durant l'intégralité de celle-ci. Si nécessaire, le/la participant.e peut adapter continuellement la force (ou la puissance) pour maintenir la perception d'effort demandée. Ce

type de tâches a reçu un intérêt grandissant ces dix dernières années et a été utilisé lors de tâches de cyclisme (e.g., Brownsberger et al., 2013 ; Cochrane-Snyman et al., 2016 ; Edwards & McCormick, 2017 ; Farra, Cheung, Thomas, & Jacobs, 2017 ; Friesen et al., 2018 ; Roussey et al., 2018 ; Swart et al., 2009 ; Tucker, Marle, Lambert, Noakes, 2006 ; Vargas & Marino, 2018), d'aviron (e.g., Edwards & McCormick, 2017 ; Lander, Butterly, & Edwards, 2009), de course à pieds (e.g., Faulkner, Mauger, Woolley, & Lambrick, 2015), ou encore sur des tâches isométriques (e.g., Keller et al., 2018 ; Morrin et al., 2018). Ce type de tâches, basé sur un effort subjectif, est reproductible (e.g., Brownsberger et al., 2013 ; Eston & Williams, 1988 ; Roussey et al., 2018). Brownsberger et al. (2013) ont par exemple montré, lors d'un test-retest, un coefficient de variation inférieur à 5% pour une tâche de cyclisme à intensité perçue « un peu dur » (échelon 13 sur l'échelle de Borg en 15 points), démontrant une bonne reproductibilité de la tâche. Dans le même sens, lors d'un test-retest réalisé lors d'une visite préliminaire, Roussey et al. (2018) ont montré une reproductibilité élevée dans la réalisation d'une tâche de cyclisme à une intensité d'effort perçue comme « dure » (échelon 15 sur l'échelle de Borg en 15 points), démontrant la capacité des participants à répliquer un même effort lorsque placés dans les mêmes conditions.

Ce type de tâches présente de nombreux avantages et intérêts. Premièrement, il permet de se rapprocher des activités de la vie quotidienne. En effet, ces tâches reposent sur la gestion personnelle de l'effort. Le/la participant.e doit adapter son allure (ou sa force) en fonction de son ressenti, de sa perception de l'effort dans un objectif de maintenir une perception d'effort constante durant l'intégralité de la tâche. Deuxièmement, et de manière plus importante, ces tâches permettent de comprendre les mécanismes régulant les réponses perceptuelles au cours d'un exercice durant lequel les participant.e.s sont libres de faire varier leur allure (ou leur force). Par exemple, une diminution de la puissance développée durant un effort à intensité perçue de 15 sur l'échelle 6-20 de Borg (1970) (i.e., effort « dur ») sous-entend une

modification de la relation dite « RPE-intensité ». Autrement dit, pour maintenir un effort « dur », le/la participant.e a réduit sa puissance reflétant une modification perceptuelle de la tâche à réaliser, et plus particulièrement de la perception de l'effort.

Cette méthode permet, de surcroît, d'obtenir un indicateur de performance (i.e., puissance développée durant l'intégralité de la tâche à RPE 15 : Roussey et al., 2018) qui, dans le cadre de cette thèse, apparaît comme primordial (i.e., investigation des effets des stéréotypes sur la performance des participant.e.s). En effet, les précédentes études examinant les réponses perceptuelles utilisaient des efforts à intensités fixes et observaient, par exemple, l'évolution de la perception de l'effort lors de cette tâche (e.g., Borg, Stewart, Costello, Drovandi, & Minett, 2018 ; Chow & Etnier, 2016 ; Yamashita, Iwai, Akimoto, Sugawara, & Kono, 2006). Par exemple, Borg et al. (2018) ont demandé à leurs participants de réaliser plusieurs tâches de cyclisme à 50% de leur puissance maximale aérobie durant 30 minutes, en faisant varier la température de la salle de l'expérimentation, et ont observé l'évolution de la perception de l'effort durant l'intégralité de la tâche. Bien que cette tâche soit adaptée pour mettre en exergue le rôle de la perception de l'effort, aucune différence de performance ne peut être observée entre les différentes conditions (i.e., la performance étant la même dans les différentes conditions). La méthode basée sur la perception de l'effort permet donc de pouvoir investiguer une performance ainsi que les mécanismes régulant les réponses perceptuelles.

En utilisant l'échelle de Borg en 15 points (Borg, 1970), Roussey et al. (2018) ont par exemple demandé à leurs participants de réaliser 30 minutes de cyclisme à une intensité perçue de 15 sur l'échelle de Borg (Borg, 1970), reflétant un effort « dur » (Figure 11). Comme mentionné, les participants pouvaient et devaient adapter leur puissance (si nécessaire) autant de fois qu'ils le désiraient ; l'objectif étant de rester à la même intensité perçue durant les 30 minutes d'effort. Si une modification de puissance était observée, cela signifiait que l'endurance des participants était modifiée. Ces auteurs ont par exemple montré que la

puissance moyenne développée était supérieure en condition de température ambiante (i.e., 22 degrés Celsius (°C)), comparativement à la condition où la température de la salle d'expérimentation était de 37°C, et ce malgré une perception d'effort fixe tout au long de la tâche (i.e., RPE 15). Ce type de tâches, étant basé sur une perception subjective de l'effort, nécessite une utilisation rigoureuse et contrôlée, passant par une explication claire et précise de la part de l'expérimentateur/trice sur ce qu'il attend du participant, et d'une séance de familiarisation (Pageaux, 2016). Cette utilisation contrôlée sera développée dans la partie *Méthodologie générale*.

L'ensemble des tâches présentées dans cette section 4.2. permet donc d'investiguer l'endurance des participant.e.s. Quel que soit le type de tâche utilisé, les épreuves d'endurance induisent une fatigue neuromusculaire (e.g., Babault et al., 2006 ; Burnley et al., 2012 ; Keller et al., 2018 ; Taylor et al., 2000). Cette fatigue neuromusculaire, ses techniques d'investigation, et ses mécanismes explicatifs seront abordés dans la section suivante.

4.2. LA FATIGUE NEUROMUSCULAIRE

4.2.1. Définitions et investigation macroscopique de la fatigue neuromusculaire

En physiologie de l'exercice, la fatigue représente l'un des champs les plus investigués depuis de nombreuses décennies. Les définitions utilisées pour la caractériser sont nombreuses. Edwards (1981) définissait par exemple la fatigue comme « *a failure to maintain the required or expected force* » (p. 1). En allant plus loin, Enoka et Duchateau (2008) postulaient que la fatigue représenterait « *motor deficit, a perception or a decline in mental function, it can describe the gradual decrease in the force capacity of muscle or the endpoint of a sustained activity* » (p. 12), rendant difficile son investigation du fait de sa trop large définition. Dans ce manuscrit, nous adopterons la définition de la fatigue suivante : « *acute impairment of*

performance that includes both an increase in the perceived effort necessary to exert a desired force and an eventual inability to produce this force » (Enoka & Stuart, 1992, p. 1631).

En lien avec ces définitions l'indice macroscopique le plus utilisé pour quantifier une fatigue neuromusculaire concerne l'investigation de la force musculaire (e.g., Ducrocq et al., 2017 ; Hureau, Ducrocq, & Blain, 2016 ; Hureau, Olivier, Millet, Meste, & Blain, 2014 ; Matkowski et al., 2011 ; Pageaux et al., 2013 ; Roussey et al., 2018 ; Yoon et al., 2008). Pour cela, la force maximale volontaire des participant.e.s est alors mesurée avant et après l'exécution d'un protocole d'endurance, par un capteur de force installé sur un ergomètre de mesure. Si la force maximale volontaire des participant.e.s est réduite entre ces deux mesures (i.e., définie en calculant la différence du pic de force entre avant et après la tâche), alors il est possible d'attester d'une fatigue neuromusculaire. Par exemple, une chute d'environ 7% de la force musculaire a été observée à la suite d'une tâche de cyclisme consistant à maintenir un effort constant « difficile » durant 30 minutes (Roussey et al., 2018). Dans le même sens, le graphique ci-dessous (Figure 12) montre une réduction de 24% de la force maximale des participant.e.s entre le début de l'effort (tracé bleu) et la fin de l'effort (tracé rouge), rendant compte de la présence d'une fatigue neuromusculaire.

Cette technique d'investigation, utilisée dans la majorité des études pour quantifier une fatigue neuromusculaire, est fiable et reproductible. Place, Maffioletti, Martin, et Lepers (2007) ont notamment mis en évidence un coefficient de variation intra et interjournalier inférieur à 3,5% et un coefficient de corrélation intraclasse supérieur à 0,90 pour des mesures de force maximale (voir aussi Todd, Gorman, & Gandevia, 2004 ; Tofari, Opar, Kemp, Billaut, & Cormack, 2016).

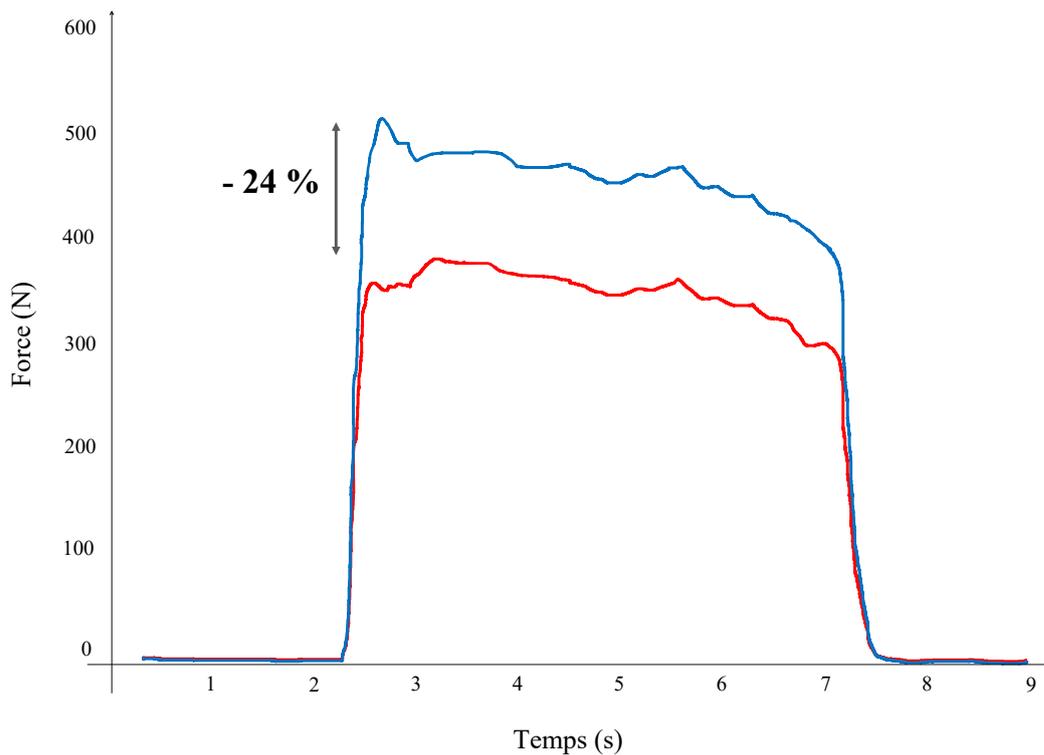


Figure 12 : Réduction de la force musculaire : un indicateur d'un niveau de fatigue

Cette figure, issue de nos données expérimentales (étude 3), montre la force maximale d'un participant, réalisée avant un protocole de fatigue (i.e., courbe bleue) et après celui-ci (i.e., courbe rouge). Une chute de 24% était observée, rendant compte d'une fatigue neuromusculaire.

Le deuxième indice macroscopique permettant d'attester d'une fatigue neuromusculaire est la performance motrice. Toute réduction d'une performance motrice ou la difficulté de maintenir la performance motrice demandée est régulièrement utilisée dans la littérature comme un indice témoignant d'une fatigue neuromusculaire (e.g., Browsberger et al., 2013 ; Hureau et al., 2016 ; Hutchinson, Sherman, & Martinovic, 2008 ; Johnson, Sharpe, Williams, & Hannah, 2015 ; Roussey et al., 2018 ; Taylor et al., 2000). Par exemple, une diminution de puissance (ou force) maximale développée au cours d'une répétition de sprints (ou contractions maximales) atteste d'une fatigue neuromusculaire. Hureau et al. (2016) ont montré que la puissance maximale développée lors du premier sprint d'une série de 10 sprints était supérieure à la puissance maximale développée lors du dixième sprint. Dans le même sens, lors d'un protocole de répétitions de contractions isométriques maximales, Taylor et al. (2000) ont montré qu'au

bout d'une répétition de contractions maximales volontaires de 5 secondes suivies de 5 secondes contractions durant trois minutes, la force maximale des participant.e.s était réduite de 40% démontrant l'incapacité des participant.e.s à maintenir son niveau de force maximal. Ces deux exemples attestent bien d'une fatigue neuromusculaire. Une réduction du temps de maintien lors d'un exercice de type « temps-limite » indique également une fatigue neuromusculaire (e.g., Hutchinson et al., 2008 ; Johnson et al., 2015). Par exemple, Johnson et al. (2015) ont montré que le temps à épuisement des participants lors d'une tâche de cyclisme était significativement plus court lorsqu'ils avaient réalisé au préalable un exercice fatigant des bras, comparativement à lorsqu'aucun exercice n'était réalisé avant le début de la tâche. Cette baisse de performance traduit une fatigue neuromusculaire. Enfin, une diminution de la force (ou puissance) développée lors d'une tâche à intensité perçue constante rend également compte d'une fatigue neuromusculaire. Par exemple, Brownsberger et al. (2013) ont montré que lorsque les participant.e.s avaient réalisé une tâche cognitive durant 90 minutes avant de réaliser une tâche cyclique à une intensité perçue de 13 sur l'échelle de Borg (1970), leur puissance développée était plus faible que lorsqu'ils/elles n'avaient pas réalisé cette tâche cognitive au préalable.

Cependant, bien qu'attestant d'une fatigue neuromusculaire, l'évaluation de la force maximale volontaire des participant.e.s avant et après un effort et/ou l'évaluation de la performance motrice ne donne pas d'informations quant à l'origine de la fatigue. En effet, la fatigue est causée par plusieurs phénomènes physiologiques différents (Place, Yamada, Bruton, & Westerblad, 2010) et peut être attribuée à une variété de processus le long de la voie motrice. Ces processus sont généralement divisés en deux catégories : les processus centraux et

périphériques. La jonction neuromusculaire sépare anatomiquement les processus dits « centraux » des processus dits « périphériques » (Figure 13).

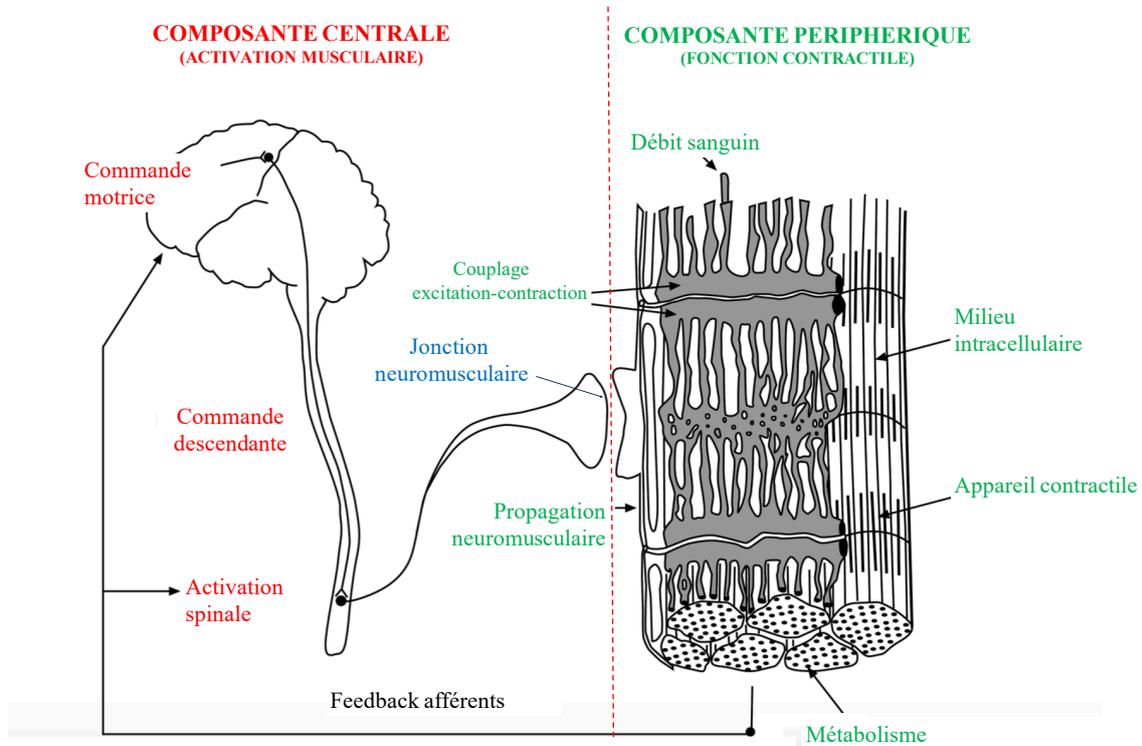


Figure 13 : Processus centraux et périphériques pouvant contribuer au phénomène de fatigue (Bigland-Ritchie, Furbush, & Woods, 1986)

Cette figure, traduite et adaptée de Enoka et Duchateau (2006), nous montre les processus physiologiques responsables d'une situation de fatigue. Ils peuvent être séparés en deux parties en fonction de leur origine anatomique : les processus situés en amont de la jonction neuromusculaire influencent le niveau d'activation musculaire (i.e., composante centrale) alors que les processus situés en aval de la jonction neuromusculaire influencent la fonction contractile du muscle (i.e., composante périphérique).

4.2.2. Mécanismes de la fatigue neuromusculaire

Dans cette partie, nous définirons la fatigue périphérique et la fatigue centrale, les différentes techniques d'investigation ainsi que les liens entre ces deux mécanismes de fatigue.

4.2.2.1. La fatigue périphérique

4.2.2.1.1. Les mécanismes périphériques

La fatigue périphérique peut se définir comme tout changement survenant au niveau ou en aval de la jonction neuromusculaire (Gandevia, 2001). Selon Bigland-Ritchie (1981), les facteurs responsables de cette fatigue d'origine périphérique regroupent les altérations lors de la transmission neuromusculaire, de la propagation des potentiels d'actions, du couplage-excitation-contraction, de la dégradation des propriétés contractiles ou intracellulaires, ou encore de la disponibilité en substrats métaboliques ou en flux sanguins.

L'une des premières altérations pouvant entraîner une fatigue, lors de la réalisation d'une tâche physique ou sportive, se situe au niveau de la jonction neuromusculaire et affecterait la transmission neuromusculaire. La transmission neuromusculaire fait référence au passage du potentiel d'action nerveux en potentiel d'action musculaire. Cette transmission peut être altérée par une propagation insuffisante du potentiel nerveux au niveau des terminaisons axonales, une défaillance du couplage excitation-sécrétion des neurotransmetteurs au niveau de la fente synaptique, une déplétion des neurotransmetteurs, une réduction des neurotransmetteurs libérés ou encore une diminution de la sensibilité des récepteurs post-synaptiques à l'acétylcholine et de la membrane (Allen, Lamb, & Westerblad, 2008 ; Sieck & Prakash, 1995). Ces résultats ont toutefois majoritairement été observés lors de contractions électriques (e.g., Krnjevic et Miledi 1959). Cela pourrait résulter d'une baisse de l'excitabilité

des axones de petit diamètre qui entraînerait une inactivation de ces axones, et d'une baisse de la quantité de neurotransmetteurs libérés dans la fente synaptique.

Le couplage excitation-contraction, correspond à l'ensemble des mécanismes liant la dépolarisation du sarcolemme à la libération de calcium par le réticulum sarcoplasmique permettant la mobilisation des filaments d'actine et de myosine à l'origine la contraction (pour des revues, voir par exemple Boyas & Guével, 2001 ; Wan, Qin, Wang, Sun, & Liu, 2017). Par exemple, la chute de force durant un travail soutenu peut être liée à une diminution de la quantité d'ions calcium libérée par le réticulum sarcoplasmique (Allen et al., 2008). Les différents métabolites produits à l'effort pourraient être responsables de ces altérations (pour une revue, voir Boyas & Guével, 2011). Par exemple, les phosphates inorganiques, s'accumulant dans la cellule pendant l'effort, pourraient pénétrer dans le réticulum sarcoplasmique et se lier aux ions calcium pour donner du phosphate de calcium ($\text{Ca}^{2+} - \text{Pi}$). Cela réduirait la quantité d'ions calcium pouvant être libérée par le réticulum sarcoplasmique (Allen, Kabbara, & Westerblad, 2002). Dans le même sens, une augmentation de la concentration en ions magnésium (Mg^{2+}) va être observée à l'effort, ce qui pourrait réduire la libération de calcium par le réticulum sarcoplasmique (e.g., Lamb & Stephenson, 1991). Enfin, d'autres métabolites pourraient avoir une influence sur l'apparition de la fatigue, comme par exemple l'adénosine diphosphate (ADP) qui, en situation de fatigue, inhiberait la pompe calcium du réticulum sarcoplasmique, ou encore l'accumulation d'ions H^{+} ³¹ (e.g., Metzger & Moss, 1990) ; même si cette hypothèse reste débattue (e.g., Pate, Bhimani, Franks-Skiba, & Cooke, 1995).

Enfin, les modifications du flux sanguin pourraient également jouer un rôle dans l'apparition de la fatigue (pour une revue, voir Wan et al., 2017). En situation d'exercice, une augmentation du flux sanguin est nécessaire pour alimenter les muscles en substrats (e.g., O_2),

³¹ Le phénomène de glycolyse va produire du pyruvate qui va être utilisé par le cycle de Krebs pour l'oxydation. Cependant, si la quantité de pyruvate est trop importante, l'excès est converti en acide lactique qui se convertit en ions H^{+} et en lactate.

évacuer les métabolites issus des différentes réactions chimiques et dissiper la chaleur. Les contractions volontaires vont entraîner une augmentation de la pression artérielle moyenne, ce qui va diminuer le flux sanguin vers les muscles. De plus, les contractions musculaires vont entraîner une compression des vaisseaux sanguins, diminuant l'apport sanguin aux muscles. Le flux sanguin vers les muscles est alors inadéquat pour répondre à la demande croissante en oxygène des muscles, ce qui va favoriser l'accumulation rapide de métabolites associés à la contraction musculaire (e.g., H^+ , Pi), accélérant le processus de fatigue (e.g., Sjøgaard, Savard, & Juel, 1988). Sjøgaard et al. (1988) ont notamment montré que l'apport sanguin diminuait avec l'intensité de l'exercice, lors d'un protocole d'extension du genou. Une diminution du flux sanguin a également été montrée comme réduisant la performance d'endurance (e.g., Pitcher & Miles, 1997 ; Tachi, Kouzaki, Kanehisa, & Fukunaga, 2004). De nombreux facteurs interviennent donc, souvent de manière conjointe, dans l'apparition d'une fatigue périphérique.

4.2.2.1.2. Méthodes d'investigation de la fatigue périphérique

Pour investiguer les adaptations périphériques (i.e., en aval de la jonction neuromusculaire), il est nécessaire de s'affranchir de toutes les modifications survenant à un niveau central. Pour cela, la méthode la plus utilisée dans la littérature scientifique consiste à stimuler le nerf moteur périphérique (e.g., Bigland-Ritchie et al., 1986 ; Froyd, Millet, & Noakes, 2013 ; Merton, 1954 ; Millet, Martin, Lattier, & Ballay, 2003 ; Reid, 1928 ; Thomas et al., 2015). Le principe consiste à dépolariser le nerf moteur innervant le muscle par un courant électrique, permettant une contraction du muscle sans l'intervention de processus centraux. Pour se faire, plusieurs techniques ont été développées. La plus utilisée dans la littérature scientifique représente la stimulation simple du nerf moteur sur le muscle relâché. L'expérimentateur/trice va alors déclencher une contraction musculaire à partir d'une stimulation électrique induite au niveau du nerf moteur innervant le muscle, lorsque le/la

participant.e est au repos. Une réponse de force va résulter de cette stimulation, également appelée secousse musculaire (ou *twitch*) lorsque la stimulation est unique (voir Figure 14, *section 4.2.2.2*). Il est également possible d'utiliser des stimulations multiples : des doublets (deux stimulations très rapprochées) ou des tétanos (plusieurs stimulations très rapprochées).

L'enregistrement de la réponse mécanique lors d'une secousse, d'un doublet ou d'un tétanos permet d'obtenir des informations sur le couplage excitation-contraction et le fonctionnement des ponts d'actine-myosine (Fuglevand, Zackowski, Huey, & Enoka, 1993). En effet, la diminution de l'amplitude de la réponse mécanique pour une stimulation donnée du nerf moteur suite à un effort fatiguant, indique que le muscle n'est plus capable de développer la même force. Par ailleurs, la fatigue périphérique peut-être classée en « haute » et « basse » fréquence sur la base de la relation force-fréquence, c'est-à-dire lors de l'étude de la réponse mécanique à des stimulations électriques multiples de fréquences variables (lors de stimulations multiples). La fatigue haute fréquence correspond à une baisse de la force musculaire plus importante pour des hautes fréquences de stimulation (50 à 100 Hz) que pour les basses fréquences de stimulation. Ce type de fatigue correspondrait à une altération de la transmission neuromusculaire et/ou à une réduction de l'excitabilité membranaire, et/ou à une diminution de la propagation du potentiel d'action dans le système des tubules T (Fuglevand et al., 1993). La fatigue basse fréquence correspond à la perte de force observée en réponse à des stimulations de basse fréquence (1 à 20 Hz). Elle peut renvoyer à une altération du couplage excitation-contraction du muscle et/ou à des dommages musculaires (Metzger & Fitts 1987).

En plus de l'amplitude, d'autres indicateurs peuvent être extraits de cette stimulation électrique permettant de caractériser les processus altérés au cours de la tâche : le temps de contraction et le temps de demi-relaxation. Comme son nom l'indique, le temps de contraction représente le temps entre la stimulation électrique et l'atteinte du pic de force issue de cette stimulation. Le temps de demi-relaxation fait référence au temps mis par la secousse musculaire

pour réduire son amplitude de moitié. Par exemple, une altération du temps de relaxation peut, entre autres, être associée à une altération de la capacité du réticulum sarcoplasmique à recapter le calcium (Westerblad & Allen, 1994).

En plus d'investiguer la secousse musculaire en réponse à une stimulation électrique, il est également possible d'investiguer les réponses électrophysiologiques émanant de cette stimulation, et notamment l'onde M³² (i.e., onde mécanique observée sur le signal électromyographique) (pour une revue, voir Rodriguez-Falces & Place, 2018). Différentes caractéristiques de l'onde M peuvent être analysées pour caractériser une fatigue périphérique telles que l'amplitude pic-à-pic ou encore la durée pic-à-pic. Par exemple, Griffin, Jun, Covington, et Doucet (2008) ont montré une réduction de l'amplitude de l'onde M après la réalisation d'un protocole de fatigue, caractérisant une fatigue périphérique, pouvant être liée à une dégradation de l'efficacité de l'excitation du sarcolemme des fibres musculaires.

En plus de ces principales méthodes, il existe tout de même d'autres techniques permettant d'identifier une fatigue périphérique. Il est par exemple possible de réaliser des biopsies musculaires dans le but d'investiguer la concentration en métabolites dans le muscle après un effort intense (e.g., Black et al., 2017 ; Blain et al., 2016), ou de mesurer le niveau de lactatémie après un effort (e.g., Ducrocq et al., 2017 ; Hureau et al., 2016). Aussi, plutôt que de réaliser des stimulations électriques pour dépolariser le nerf moteur, des stimulations magnétiques peuvent être utilisées (e.g., Amann, Proctor, Sebranek, Pegelow, & Dempsey, 2009 ; Hamnegard, Sedler, Polkey, & Bake, 2004). Enfin, il est également possible de stimuler directement le muscle au travers de stimulations électriques (i.e., myostimulation) (Martin, Millet, Martin, Deley, & Lattier, 2004 ; Verges et al., 2009). Ces méthodes, n'étant pas utilisées dans le cadre de cette thèse, ne seront pas davantage détaillées.

³² La stimulation électrique va entraîner une dépolarisation du nerf moteur, ce qui produira un potentiel d'action, synchronisé de l'ensemble des fibres. La combinaison de ces potentiels d'action représente l'onde M.

Après avoir détaillé la fatigue périphérique au travers de ces méthodes d'investigation et de ses mécanismes explicatifs, nous nous intéresserons dans la prochaine partie à la fatigue ayant cette fois-ci pour origine toutes les modifications survenant en amont de la jonction neuromusculaire : la fatigue centrale.

4.2.2.2. La fatigue centrale

4.2.2.2.1. Les mécanismes centraux

La fatigue centrale peut se définir comme une dégradation de l'activation volontaire du muscle (Gandevia, 2001). L'activation volontaire représente la capacité de l'individu.e à activer et recruter volontairement un certain nombre d'unités motrices³³ d'un groupe musculaire (Gandevia, 2001). Plus généralement, la fatigue centrale correspond à tout changement survenant en amont de la jonction neuromusculaire (Gandevia, 2001). Selon Bigland-Ritchie (1981), les facteurs responsables de cette fatigue d'origine centrale regroupent les facteurs d'origine supraspinale et spinale avec l'activation du cortex moteur primaire, le cheminement de la commande du système nerveux central vers les motoneurones et l'activation des unités motrices du muscle.

Au niveau supraspinal, la fatigue pourrait résulter d'une dégradation de l'excitation provenant du cortex moteur (Gandevia, 1998 ; Taylor, Todd, & Gandevia, 2006). De nombreux auteur.e.s ont montré une diminution de l'excitation fournie par le cortex moteur lors de tâches isométriques maximales (e.g., Sacco, Thickbroom, Thompson, & Mastaglia, 1997 ; Sogaard, Gandevia, Todd, Petersen, & Taylor, 2006 ; Taylor & Gandevia, 2001). Les raisons de cette fatigue supraspinale restent encore floues mais plusieurs explications ont été proposées (pour

³³ L'unité motrice est constituée d'un motoneurone situé dans la corne ventrale de la moelle épinière, d'un axone et des fibres musculaires que l'axone innerve (Liddell & Sherrington, 1925).

une revue, voir Boyas & Guével, 2011). Tout d'abord, la fatigue supraspinale pourrait résulter d'une déplétion ou de l'accumulation de certains neurotransmetteurs cérébraux qui entraînerait une diminution de l'excitation descendante corticospinale, comme par exemple la sérotonine (e.g., Davies & Bailey, 1997 ; Meeusen, Watson, Hasegawa, Roelands, & Piacentini, 2006 ; Newsholme, Acworth, & Blomstrand, 1987). Newsholme et al. (1987) ont suggéré que l'exercice provoquerait une activité sérotoninergique cérébrale accrue, ce qui limiterait la commande centrale et le recrutement des unités motrices. D'autres neurotransmetteurs pourraient être impliqués dans la génération d'une fatigue centrale, comme les catécholamines (e.g., McNeil, Martin, Gandevia, & Taylor, 2009), l'amphétamine (e.g., Chandler & Blair, 1980), l'acétylcholine (e.g., Conlay, Sabounjian, & Wurtman, 1992) ou encore l'adénosine (e.g., Davis et al., 2003). Par ailleurs, la fatigue supraspinale pourrait également être un processus de régulation, conscient ou inconscient, prenant en compte l'état général du système neuromusculaire afin de le protéger. Cette explication sera abordée dans la section 4.2.2.3 qui met en lien la fatigue centrale et la fatigue périphérique.

La fatigue peut également intervenir à un niveau spinal au travers de nombreux mécanismes. Une des premières explications apportées dans la littérature met en lumière une inhibition de l'activité des motoneurones et de leur fréquence de décharge. Cette modification pourrait être régulée par des réflexes périphériques en réponse à des variations métaboliques. En d'autres termes, les afférences musculaires seraient activées en situation d'exercice, inhibant l'activité des motoneurones (e.g., Kaufman, Rybicki, Waldrop, & Ordway, 1984 ; Woods, Furbush, & Bigland-Ritchie, 1987). Le fuseau musculaire aurait également une influence sur l'apparition d'une fatigue centrale. Il a notamment été montré une diminution de la fréquence de décharge du fuseau neuromusculaire en situation d'exercice, qui serait associée à une limitation de l'activité motoneuronale alpha (Gandevia, 2001 ; Macefield, Hagbarth, Gorman, Gandevia, & Burke, 1991). La sensibilité de ces fuseaux neuromusculaires pourrait également

être modifiée par les modifications structurelles du muscle induites par l'effort (Avela, Kyrolainen, & Komi, 1999). De plus, en situation d'exercice, les motoneurones peuvent subir des modifications de leurs capacités intrinsèques, notamment au niveau de leur membrane, qui impacteraient la fréquence de décharge de ces motoneurones (e.g., Windhorst, Kirmayer, Soibelman, Misri, & Rose, 1997). Enfin, les organes tendineux de Golgi et les cellules de Renshaw pourraient également impacter l'activité neuronale (e.g., Gandevia, 1998 ; Kukulka, Moore, & Russell, 1986).

4.2.2.2.2. Méthodes d'investigation de la fatigue centrale

➤ *Le niveau d'activation volontaire*

De nombreuses méthodes ont été développées afin de quantifier et caractériser la fatigue d'origine centrale. La technique la plus utilisée dans la littérature est la technique de la stimulation surimposée du nerf périphérique (Merton, 1954) permettant de quantifier le niveau d'activation volontaire (AV) (e.g., Bigland-Ritchie et al., 1986 ; Bilodeau, Hendersen, Nolte, Pursley, & Sandfort, 2001 ; Burnley et al., 2012 ; Ducrocq et al., 2017 ; Hureau et al., 2016 ; Pageaux et al., 2013). Pour objectiver ce niveau d'AV, il faut surimposer une stimulation électrique du nerf moteur périphérique à une contraction musculaire volontaire. Par exemple, pour quantifier le niveau d'activation volontaire des muscles du quadriceps, l'expérimentateur/trice va, au moment de la contraction musculaire du/de la participant.e, et plus précisément lors du pic de force, déclencher une stimulation électrique au niveau du nerf fémoral ; l'intensité de cette stimulation doit permettre le recrutement de l'ensemble des unités motrices et est déterminée avant le début du protocole³⁴. Si cette stimulation, dite surimposée,

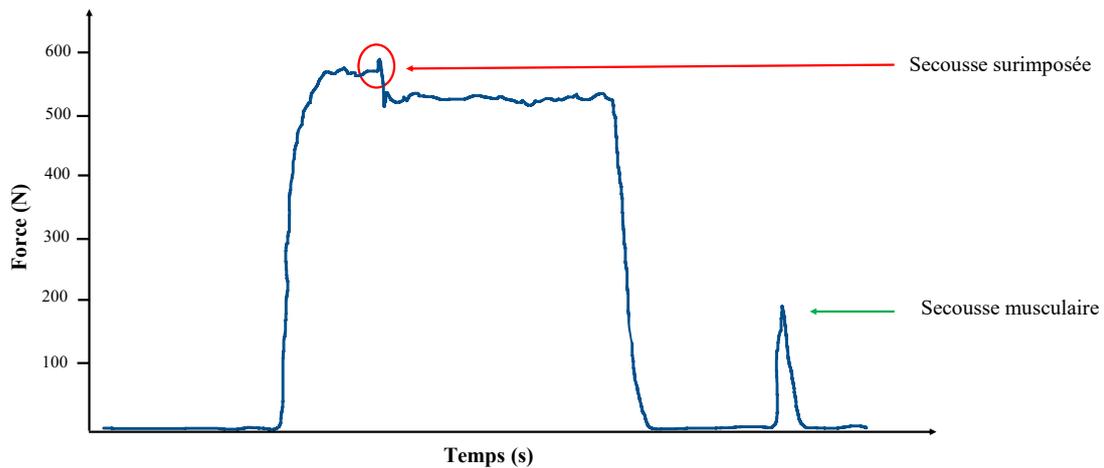
³⁴ Pour définir l'intensité de stimulation qui sera délivrée durant le protocole, la supramaximalité de la réponse de force est définie avant le début de la tâche. Pour cela, il est demandé aux participant.e.s de rester au repos, et toutes les 10 secondes, le nerf moteur est stimulé, avec une augmentation de l'intensité à chaque stimulation. Plus l'intensité de stimulation augmente, plus le nombre d'unités motrices recrutées augmente. Lorsque la réponse de force et l'amplitude de l'onde M associée n'augmentent plus et stagnent, malgré l'augmentation de l'intensité de stimulation, l'ensemble des unités motrices est recruté

n'engendre aucune modification de force, alors le recrutement est maximal. Le/la participant.e est capable de recruter « l'intégralité » des unités motrices du muscle. Or, si une augmentation du niveau de force est observée, cela signifie que le recrutement n'est pas maximal et, par conséquent, que le niveau d'activation de la commande motrice ne l'est pas non plus (Merton, 1954). Lors d'une tâche d'endurance, l'amplitude de la réponse de force engendrée par la stimulation électrique peut également être impactée par des facteurs périphériques (i.e., au sein même du muscle). Par conséquent, pour être sûr de quantifier uniquement les altérations de la commande motrice, une stimulation électrique du nerf moteur est également réalisée, après la contraction maximale, lorsque le/la participant.e est au repos (Bellemare & Bigland-Ritchie, 1984) (Figure 14). L'amplitude de la stimulation surimposée est alors comparée à l'amplitude de la stimulation réalisée au repos, par l'intermédiaire de la formule suivante :

$$AV (\%) = \left(1 - \frac{\text{secousse surimposée}}{\text{secousse musculaire}} \right) \times 100$$

Dans la formule ci-dessus (Merton, 1954), la *secousse surimposée* représente l'amplitude de la secousse surimposée lors de la contraction maximale, et la *secousse musculaire* correspond à l'amplitude de la secousse de repos, réalisée après la contraction maximale (i.e., *twitch interpolation technique*).

(Neyroud, Valloton, Millet, Kayser, & Place, 2014). L'intensité est enfin fixée à 120% pour assurer la supramaximalité (Lagerquist & Collins, 2010 ; Neyroud et al., 2014).



Fatigue centrale : \ activation volontaire $AV (\%) = \left(1 - \frac{\text{secousse surimposée}}{\text{secousse musculaire}}\right) \times 100$

Fatigue périphérique : \ amplitude secousse musculaire

Figure 14 : Réponse de force via stimulation surimposée et stimulation au repos

Cette figure, issue de nos données expérimentales (étude 3), nous montre la force maximale développée par un.e participant.e. Une stimulation surimposée, c'est-à-dire une stimulation réalisée au niveau du pic de force pendant la contraction musculaire, était réalisée ainsi qu'une stimulation réalisée au repos, deux secondes après la fin de la contraction (i.e., secousse musculaire). Le rapport entre l'intensité de la réponse surimposée et celle de la secousse musculaire nous indique le niveau d'activation musculaire recruté. Une modification de ce rapport indique une fatigue d'origine centrale. Une modification des différentes caractéristiques de la secousse musculaire indique des modifications au niveau périphérique (i.e., dans le muscle).

Une réduction du niveau d'activation volontaire indique une fatigue d'origine centrale. Par exemple, Thomas et al. (2015) ont montré qu'après 40 km de cyclisme, les participants présentaient une réduction de 10% du niveau d'activation volontaire, révélant une fatigue d'ordre central et, par conséquent, d'une baisse de la capacité du sujet à activer les muscles sollicités lors de l'exercice. Cette technique de la *twitch interpolation* est valide et reproductible (e.g., coefficient de corrélation inférieur à 2% dans l'investigation de l'activation volontaire lors d'efforts maximaux sur différentes sessions ; Todd et al., 2004 ; voir aussi Allen, Gandevia, & McKenzie, 1995 ; Taylor, 2009).

L'activation volontaire peut également être calculée par l'intermédiaire d'autres calculs moins fréquemment utilisés (pour une revue, voir Lepers, 2010). Par exemple, l'amplitude de la stimulation surimposée peut être comparée à l'amplitude d'une secousse réalisée avant la contraction (plutôt qu'après) (e.g., Millet et al., 2002). Cette méthode est toutefois moins reproductible que la première présentée (Place, Maffiuletti et al., 2007). De plus, l'amplitude surimposée à la contraction est potentiée, tout comme la secousse musculaire réalisée après la contraction. Cependant, la secousse musculaire réalisée avant la contraction ne l'est pas. Il apparaît alors plus judicieux de comparer la stimulation surimposée à la secousse musculaire obtenue après la contraction. Le ratio d'activation centrale (CAR) peut également être calculé pour attester d'une fatigue centrale (e.g., Kent-Braun, 1999). Pour cela, l'amplitude de la CMV est comparée à l'amplitude d'une CMV à laquelle un train de stimulations a été appliqué (e.g., Kent-Braun, 1999 ; Scott, Oursler, Katzel, Ryan, & Russ, 2007). Un ratio de 1 révèle une complète activation volontaire alors qu'un ratio inférieur à 1 renseigne un niveau d'activation volontaire incomplet (Kent-Braun, 1999). Cette dernière méthode présente cependant certaines limites, comme par exemple une surestimation du niveau d'activation centrale en comparaison de la *Twitch Interpolation Technique* (e.g., Stackhouse, Dean, Lee, & Binder-MacLeod, 2000). La première technique présentée dans cette section, recommandée pour quantifier la fatigue centrale (Place, Maffiuletti et al., 2007), sera utilisée dans le cadre de cette thèse.

➤ *L'activité électromyographique*

L'estimation de la fatigue centrale peut également se faire à partir de l'enregistrement électromyographique (EMG) durant des contractions volontaires. L'EMG de surface permet l'étude de l'activité électrique globale d'un muscle. Cette méthode enregistre l'activité électrique à la surface du muscle et perçoit, de ce fait, l'activité électrique de tout ce qui produit un courant électrique dans le périmètre des électrodes (Figure 15). L'EMG de surface permet

donc d'enregistrer au niveau musculaire les signaux électriques responsables de la contraction musculaire (Basmajian & De Luca, 1985). Pour optimiser la qualité et l'enregistrement du signal électromyographique, des recommandations ont été établies quant aux placements des différentes électrodes (i.e., recommandations SENIAM (*Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*); Hermens, Frericks, Disselhorst-Klug, & Rau, 2000). A partir du signal EMG brut, deux types de traitement sont possibles : 1) le traitement en amplitude et 2) le traitement en fréquence.

Pour le traitement en amplitude, le signal brut est redressé, lissé et intégré. L'amplitude est mesurée grâce à la moyenne des carrés de la surface (*root mean square* ; RMS) (e.g., Babault et al., 2006 ; Berchicci, Menotti, Macaluso, & Di Russà, 2013 ; Ducrocq et al., 2017) ou par l'intégration du signal EMG (IEMG) (e.g., Amann et al., 2009). Lors de contractions sous-maximales maintenues, l'amplitude de l'activité EMG augmente avec la fatigue. Par exemple, Matkowski et al. (2011) ont montré que, lors d'une tâche consistant à maintenir 20% de la force maximale le plus longtemps possible, la RMS du droit fémoral (i.e., muscle des quadriceps) augmentait d'environ 15%. Cette augmentation, fréquemment observée dans la littérature, a été attribuée à une augmentation du recrutement du nombre d'unités motrices et/ou à une augmentation de la fréquence de décharge des unités motrices (Denny-Brown, 1949 ; Edwards & Lippold, 1956 ; Lloyd, 1971). Cette augmentation de l'activité EMG (RMS), lors d'une tâche sous-maximale, témoigne d'une augmentation de l'effort pour maintenir le niveau de force demandé, alors qu'une fatigue neuromusculaire intervient. A l'opposé, lors d'une tâche maximale, l'activité EMG (RMS) diminue en situation de fatigue. Par exemple, Babault et al. (2006) ont montré une réduction d'environ 25% de l'activité EMG du vaste latéral (i.e., un des chefs des quadriceps) entre le début et la fin d'une tâche consistant en une répétition de contractions maximales, démontrant une fatigue neuromusculaire et l'incapacité de maintenir un niveau de force optimal.

Cependant, le signal recueilli en EMG de surface ne reflète pas seulement le niveau d'activation de la commande centrale mais également de possibles influences périphériques telles que l'impédance de la peau, la qualité de la transmission neuromusculaire ou le placement des électrodes (De Luca, 1997). Il est donc important de normaliser cette activité EMG afin d'étudier uniquement la qualité de la commande nerveuse centrale. Plusieurs types de normalisation de l'activité EMG ont été mis en place, mais la seule permettant réellement de s'affranchir des modifications périphériques de la commande est la normalisation par l'onde M induite par une secousse électrique au niveau du nerf moteur (e.g., Lepers, Maffiuletti, Rochette, Brugniaux, & Millet, 2002 ; Semmler & Enoka, 2000 ; Zory, Boërio, Jubeau, & Maffiuletti, 2005). L'onde M n'est pas directement influencée par la commande centrale et reflète la qualité de la transmission neuromusculaire ainsi que des paramètres périphériques tels que l'impédance de la peau. En calculant le rapport entre l'activité EMG, lors d'une contraction maximale volontaire, et l'amplitude de l'onde M, il est possible de supprimer toute influence des facteurs périphériques sur l'activité EMG et ainsi analyser uniquement la commande nerveuse descendante. La diminution de l'activité EMG, normalisée par l'onde M, indique que la diminution de la commande nerveuse est uniquement due à une altération des processus centraux (Farina, Merletti, & Enoka, 2004 ; Zory et al., 2005).

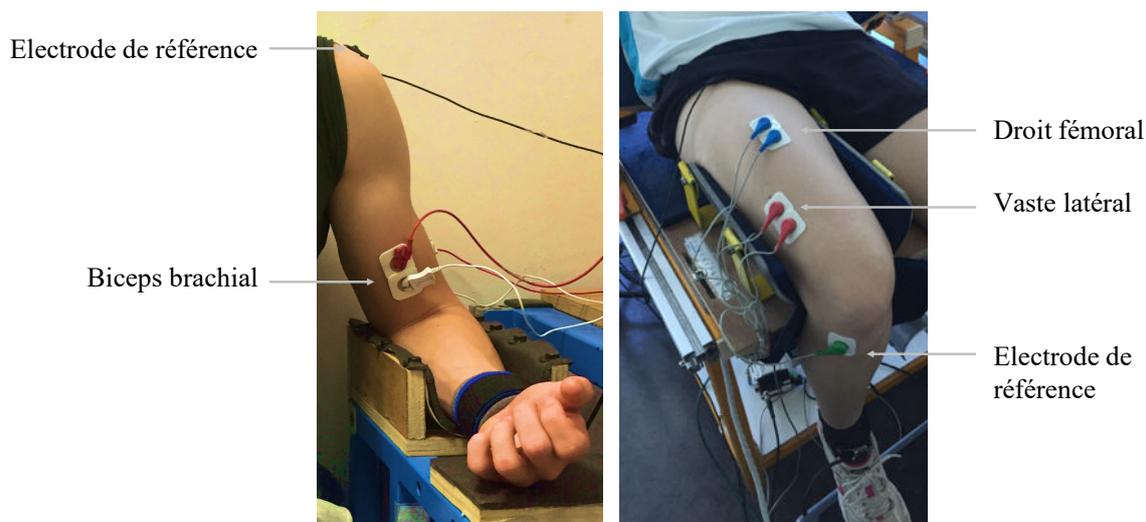


Figure 15 : Position des électrodes de surface lors d'un protocole de fatigue

Ces deux photographies, issues de nos études expérimentales, nous montrent le placement des électrodes lors d'un protocole de fatigue. Ce placement a été réalisé en fonction des recommandations de la SENIAM. Sur la photo de gauche, l'activité musculaire du biceps brachial était mesurée ; sur la photo de droite, l'activité musculaire du droit fémoral et du vaste latéral (i.e., deux des chefs du quadriceps) a été enregistrée. Dans les deux cas, une électrode de référence était placée sur une zone non-électrique.

Pour le traitement en fréquence, le signal EMG brut est décomposé à partir d'une transformée de Fourier (e.g., Cifrek, Tonkovic, & Medved, 2000). A partir de cette décomposition, divers paramètres peuvent être mesurés comme le spectre de fréquence, la fréquence moyenne (MPF) ou la fréquence médiane (MF) du signal EMG³⁵. Lors d'une tâche d'endurance, on observe généralement une diminution de la MPF (pour une revue, voir Cifrek, Medved, Tonkovic, & Ostojic, 2009). Les auteur.e.s ont apporté des explications différentes quant à cette modification. Cette altération a majoritairement été attribuée dans la littérature scientifique à des altérations périphériques, qui résulteraient d'une diminution de la vitesse de conduction des fibres musculaires (pour une revue, voir Cifrek et al., 2009 ; voir aussi

³⁵ La variabilité de la mesure de la MPF étant moins importante que celle de la MF, nous développerons uniquement l'évolution de la MPF lors des tâches d'endurance (Phinyomark, Thonpanja, Hu, Phukpattaranont, & Limsakul, 2012).

Lindstrom, Magnusson, & Petersen, 1970 ; Eberstein & Beattie, 1985 ; Sadoyama, Masuda, Miyano, 1983), elle-même caractérisée par une augmentation de la durée de l'onde M (Cifrek et al., 2009 ; Naeije & Zorn, 1982). Cependant, cette diminution de la MPF est souvent plus importante que celle prédite par les modifications de la vitesse de conduction des fibres musculaires (Dimitrova & Dimitrov, 2003 ; Merletti, Knaflitz, & De Luca, 1990). D'autres explications ont alors été mises en avant pour expliquer cette diminution de la MPF lors de tâches d'endurance, avec notamment des adaptations d'origine centrale (e.g., Cifrek et al., 2009 ; Enoka, 2002 ; Merletti et al., 1990). Dans leur revue, Cifrek et al. (2009) proposent que la diminution de la MPF résulterait aussi d'un maintien de l'activité d'unités motrices lentes alors que les unités motrices rapides s'épuisent, et d'une modification dans la synchronisation des unités motrices (voir aussi Bigland-Ritchie, Donovan, & Roussos, 1981). Enoka (2002) suggère que cette diminution de la MPF résulterait d'une diminution de la fréquence de décharge des unités motrices. Ces méthodes de traitement fréquentiel nécessitent un signal stationnaire et ergodique (Bouisset & Maton, 1995), c'est-à-dire un signal parfaitement reproductible dont les propriétés restent invariantes dans le temps, que l'on peut notamment obtenir par l'intermédiaire de contractions isométriques. D'autres méthodes ont été développées pour analyser et quantifier l'évolution du contenu fréquentiel d'un signal EMG non-stationnaire mais nous ne les développerons pas dans cette thèse.

➤ *Les autres méthodes*

D'autres techniques, telles que la stimulation surimposée du cortex moteur ou l'évaluation des réflexes spinaux, permettent également une évaluation de la fatigue centrale. Par exemple, pour déterminer la contribution de facteurs spinaux et supraspinaux sur les modifications d'activation centrale, des techniques de stimulation transcranienne du cortex moteur (TMS) ont par exemple été développées. Par l'intermédiaire d'une stimulation

magnétique surimposée du cortex moteur, le pool de motoneurones qui n'est pas recruté lors d'une contraction maximale volontaire est activé, mettant en lumière une sous-activation du pool de motoneurones innervant le muscle étudié (Gruet et al., 2013 ; Taylor, Butler, Allen, & Gandevia, 1996). Il est également possible d'étudier le potentiel moteur évoqué (MEP), induit par la stimulation magnétique. Une modification des caractéristiques de cette réponse rend par exemple compte d'une altération de la capacité de transmission de la commande centrale aux motoneurones ou de l'excitabilité des motoneurones (Gandevia, 2001). Le MEP doit tout de même être normalisé par l'onde M, mesurée au même moment, pour s'affranchir de potentielles adaptations périphériques, étant recueilli au niveau EMG (Gandevia, 2001 ; Gruet et al., 2013). Enfin, l'analyse des réflexes, notamment du réflexe H (Hoffmann, 1918, voir par exemple Misiaszek, 2003 ; Zehr, 2002), permet également de mesurer des altérations au niveau central, et plus particulièrement de l'excitabilité motoneuronale. L'objectif est de stimuler la voie efférente, par l'intermédiaire d'une stimulation du nerf moteur périphérique, qui conduira à la genèse de deux potentiels d'action. Ces potentiels d'actions se propagent vers le muscle pour l'un, entraînant la réponse M, et vers la moelle épinière pour l'autre. Le potentiel d'action va alors entrer en collision avec le potentiel réflexe évoqué par les fibres Ia. L'augmentation progressive de l'intensité de stimulation va alors réduire l'amplitude de la réponse H et augmenter l'amplitude de la réponse M. La réponse réflexe H maximale est souvent exprimée en fonction de la réponse M maximale (H_{\max}/M_{\max}) et est un indicateur de l'excitabilité motoneuronale (Schieppati, 1987). Ces différentes techniques n'étant pas utilisées dans le cadre de cette thèse ne seront pas davantage détaillées.

4.2.2.3. L'électroencéphalographie : un outil d'investigation des mécanismes centraux ?

En plus des différentes méthodes d'investigation de la fatigue centrale présentées dans la section précédente, l'électroencéphalographie³⁶ (EEG) est de plus en plus utilisée pour étudier la fatigue, notamment durant des tâches d'endurance (e.g., Bailey, Hall, Folger, & Miller, 2008 ; Berchicci et al., 2013 ; Brümmer, Schneider, Strüder, & Askew, 2011 ; de Morree, Klein, & Marcora, 2012, 2014 ; Kacem et al., 2014 ; Liu et al., 2005 ; Nielsen, Hyldig, Bidstrup, Gonzalez-Alonso, & Christoffersen, 2001 ; Robertson & Marino, 2015 ; Spring, Place, Borrani, Kayser, & Barral, 2016 ; Thaker, Middleton, McIlroy, & Staines, 2014). Deux méthodes principales permettent d'investiguer la fatigue lors de tâches d'endurance au travers de modifications de l'activité corticale : l'analyse fréquentielle et l'analyse des potentiels corticaux moteurs (MRCPs).

A l'instar du signal EMG, la puissance du signal EEG peut être investiguée au travers d'une analyse fréquentielle basée sur une transformée de Fourier (e.g., Bailey et al., 2008 ; Brümmer et al., 2011 ; Kacem et al., 2014 ; Liu et al., 2005 ; Nielsen et al., 2001 ; Robertson & Marino, 2015). Une méthode fréquemment utilisée consiste, dans un premier temps, à enregistrer l'activité EEG du/de la participant.e au repos, avant l'initiation du protocole de fatigue. L'activité EEG est ensuite enregistrée durant l'effort. Pour détecter des modifications d'activité EEG, le signal enregistré durant l'effort est alors exprimé en fonction de l'activité EEG au repos (e.g., Bailey et al., 2008 ; Brümmer et al., 2011 ; Nielsen et al., 2001 ; Robertson & Marino, 2015). Une modification de l'activité EEG au cours d'une tâche fatigante représente un marqueur d'un niveau de fatigue accru (e.g., Bailey et al., 2008 ; Liu et al., 2005 ; Nielsen et al., 2001 ; Robertson & Marino, 2015). Cette méthode d'analyse, n'étant pas utilisée dans le cadre de cette thèse, ne sera pas davantage détaillée.

³⁶ L'électroencéphalographie est une méthode d'exploration cérébrale qui mesure l'activité électrique du cerveau par des électrodes placées sur le cuir chevelu.

L'EEG permet également d'investiguer l'activité corticale spontanée liée à la planification et à la réalisation d'un mouvement, au travers des potentiels corticaux moteurs (MRCPs) (pour une revue, voir Shibasaki & Hallett, 2006 ; voir aussi Berchicci et al., 2013 ; Freude & Ullsperger, 1987 ; Guo, Sun, & Zhang, 2017 ; Johnston, Rearick, & Slobounov, 2001 ; Liu et al., 2005 ; Schillings et al., 2006 ; Spring et al., 2016 ; Thacker et al., 2014). Ces MRCPs représentent l'augmentation de l'activité corticale débutant deux secondes avant l'initiation du mouvement et s'accroissant jusqu'à son exécution, reflétant, par conséquent, la planification et l'exécution du mouvement (pour une revue, voir Shibasaki & Hallett, 2006). De cette augmentation de l'activité corticale, plusieurs composantes ont pu être identifiées (Figure 16). De nombreuses méthodes de division ont été utilisées dans la littérature scientifique pour investiguer l'initiation et l'exécution du mouvement (pour des revues, voir Lattari et al., 2014 ; Shakeel et al., 2015 ; Shibasaki & Hallett, 2006). Par exemple, Berchicci et al. (2013) ont divisé le signal en trois fenêtres caractérisant respectivement la planification (i.e., de - 1000 à - 500 ms), la préparation (i.e., de - 400 à -100 ms) et l'initiation (i.e., de - 100 à 0 ms) du mouvement. De Morree et al. (2012, 2014) ont, quant à eux/elles, investigué la phase globale de planification du mouvement (i.e., - 1500 ms jusqu'à l'initiation) puis la phase d'exécution du mouvement (i.e., de 0 à 2 secondes). Cependant, les MRCPs pourraient être volatiles après l'initiation du mouvement (e.g., Liu et al., 2005). Par conséquent, une récente étude a choisi de diviser le signal EEG en deux fenêtres (Guo et al., 2017). La première fenêtre permet de s'intéresser à la planification du mouvement et s'étend de 1500 ms à 100 ms avant l'initiation du mouvement. Elle représente les potentiels de préparation (*readiness potential*, RP). La deuxième fenêtre, s'étendant de l'initiation du mouvement à 100 ms après celui-ci, permet de caractériser l'initiation du mouvement et représente les potentiels moteurs (*motor potential*, MP) (e.g., Guo et al., 2017).

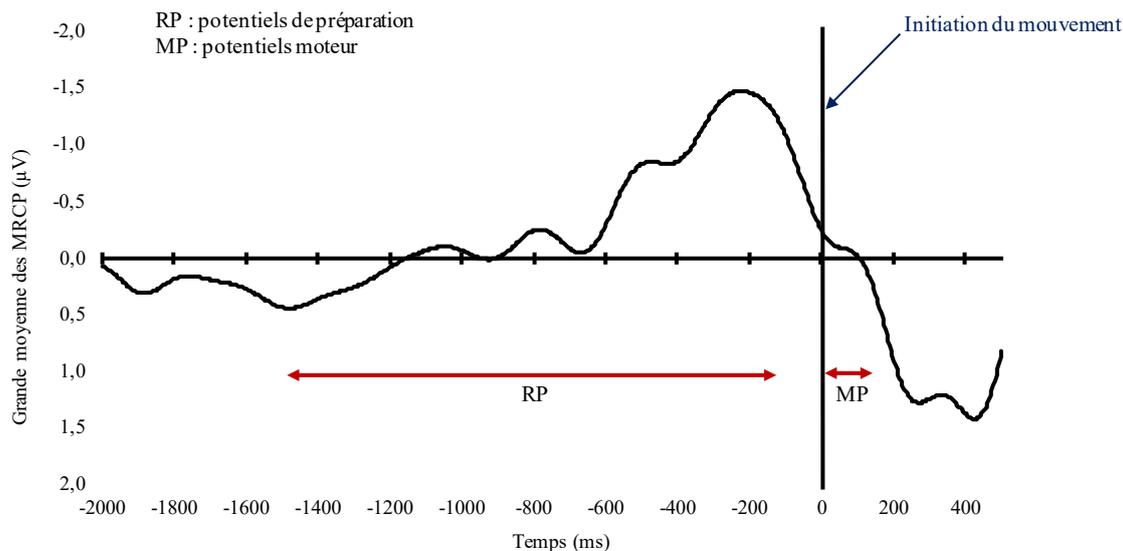


Figure 16 : Développement de l'activité des potentiels corticaux moteurs avant l'exécution du mouvement et à son initiation

Cette figure, tirée de nos études expérimentales (étude 4), nous montre l'évolution de l'activité corticale au niveau de l'aire motrice supplémentaire précédant le mouvement et à son initiation. Les potentiels de préparation font référence à l'amplitude moyenne de l'activité corticale entre 1500 ms et 100 ms avant l'initiation du mouvement. Les potentiels moteurs sont calculés sur la base de l'amplitude moyenne de l'activité corticale entre l'initiation du mouvement et 100 ms après celui-ci.

Ces MRCPs ont été investigués dans de nombreuses aires corticales, et comme leurs noms l'indiquent, principalement au niveau du cortex moteur (e.g., pour une revue, voir Shibasaki et Hallett, 2006 ; voir aussi Berchicci et al., 2013 ; de Morree et al., 2012, 2014 ; Liu et al., 2005 ; Slobounov et al., 2004 ; Wright, Holmes, & Smith, 2011). Depuis leurs découvertes (Kornhuber & Deecke, 1964), de nombreux/ses auteur.e.s ont tenté d'établir quels étaient leurs impacts sur le mouvement. Tout d'abord, une modification de l'amplitude de ces MRCPs peut être un indicateur de fatigue (e.g., Berchicci et al., 2013 ; Freude & Ullsperger, 1987 ; Guo et al., 2017 ; Johnston et al., 2001 ; Liu et al., 2005 ; Schillings et al., 2006 ; Spring et al., 2016 ; Thacker et al., 2014). Par exemple, quelques études ont montré que, lors d'une tâche d'endurance consistant en une répétition de contractions, l'amplitude de ces MRCPs augmentait (e.g., Berchicci et al., 2013 ; Johnston et al., 2001 ; Schillings et al., 2006), et cela

était interprété comme un moyen de compenser la fatigue périphérique. Cependant, certain.e.s auteur.e.s n'ont pas observé ces modifications d'amplitude (e.g., Liu et al., 2005) ou encore n'ont pas observé de corrélation entre l'augmentation de l'amplitude des MRCPs et des paramètres de fatigue périphérique (Schillings et al., 2006). Cette augmentation pourrait alors également compenser une réduction de l'efficacité centrale (Schillings et al., 2006). Cependant, lorsque le niveau de fatigue est trop important (e.g., induit par une tâche de type « temps contre-le-montre »), alors l'amplitude des MRCPs peut être réduite (Spring et al., 2016). Les MRCPs reflètent donc une adaptation centrale à la fatigue.

L'investigation de ces MRCPs a également permis de mettre en lien leur amplitude et la force subséquente générée (e.g., Becker & Kristeva, 1980 ; Kristeva, Cheyne, Lang, Lindinger, & Deecke, 1990 ; Kutas & Donchin, 1974 ; Nishihira, Araki, & Ishiharah, 1989 ; Oda & Moritani, 1996 ; Shibata, Moritani, & Kubota, 1993 ; Siemionow, Yue, Ranganathan, Liu, & Sahgal, 2000 ; Wilke & Lansing, 1973). Une augmentation de l'amplitude des MRCPs est associée à une plus grande force développée, pouvant résulter d'une planification plus importante du mouvement à exécuter. Par exemple, Nishira et al. (1989) ont observé que l'amplitude des MRCPs était plus grande lorsque les participant.e.s devaient produire une force de 22 kg, que lorsqu'ils/elles devaient produire une force de 12 kg, notamment au niveau de l'aire motrice supplémentaire³⁷. Ces résultats ont été observés aussi bien sur les muscles du pouce (e.g., Becker & Kristeva, 1980 ; Kristeva et al., 1990), de la main (e.g., Kutas & Donchin, 1974), ou du coude en situation isométrique (e.g., Shibata et al., 1993). Renforçant ces résultats, Siemionow et al. (2000) ont observé, en utilisant quatre intensités de contraction (i.e., 10%, 35%, 60% et 85% de la force maximale), que l'amplitude des MRCPs était hautement corrélée

³⁷ L'aire motrice supplémentaire, située au niveau du cortex frontal, joue un rôle primordial dans l'intention d'agir ainsi que dans l'élaboration du mouvement à exécuter (pour des revues, voir Goldberg, 1985 ; Nachev, Kennard, & Husain, 2008). Cette aire représente la zone la plus mesurée pour quantifier l'amplitude des MRCPs liés à l'exécution du futur mouvement (e.g., Berchicci et al., 2013 ; de Morree et al., 2012, 2014 ; Liu et al., 2005 ; Slobounov et al., 2004 ; Wright, Holmes, & Smith, 2011).

à la force produite ($r = 0.93$ au niveau de l'aire motrice supplémentaire) lors d'une tâche isométrique du coude.

Comme précédemment mentionnée dans cette section, le cortex moteur est la zone la plus investiguée dans le cadre de l'investigation des MRCPs durant les tâches d'endurance (pour une revue voir Shibasaki & Hallett, 2006). Cependant, de nombreux/ses auteur.e.s ont postulé qu'une autre zone pouvait avoir un rôle majeur dans la performance d'endurance, et notamment dans la régulation de la commande centrale : le cortex préfrontal (CPF) (McMorris, Barwood, & Corbett, 2018 ; Perrey, Radel, & Brisswalter, 2016 ; Robertson & Marino, 2016). Selon Robertson et Marino (2016), le cortex préfrontal aurait un rôle dans l'intégration d'informations variées, qui entrainerait la décision de l'arrêt de l'effort par un dérecrutement des unités motrices ou au contraire d'une poursuite de l'effort. Entre autres, le cortex orbitofrontal (i.e., aire du CPF), traiterait les réponses émotionnelles et motivationnelles de manière continue, permettant des prises de décision continues quant à l'engagement dans la tâche (e.g., St Clair Gibson et al., 2016).

Certain.e.s auteur.e.s ont alors récemment mesuré les MRCPs au niveau du CPF (e.g., Berchicci et al., 2013 ; Guo et al., 2017) et ont effectivement montré une augmentation de l'activité corticale précédant le mouvement au niveau du CPF. Par exemple, Guo et al. (2017) ont montré qu'en plus des zones motrices (e.g., aire motrice supplémentaire et aire centrale controlatérale) des MRCPs étaient observés au niveau du cortex préfrontal lors d'un protocole consistant en une répétition de 200 contractions isométriques. Ces études révèlent que le CPF est également impliqué dans la planification et l'exécution du mouvement. Avant cela, plusieurs études avaient mis en évidence une contribution du CPF dans la génération des MRCPs, notamment chez des individu.e.s ayant des lésions au niveau du CPF (e.g., Frith, Friston, Liddle, & Frackowiak, 1991 ; Jahanshahi et al., 1995, 2001 ; Singh & Knight, 1990). Par exemple, Singh et Knight (1990) ont montré que les patient.e.s ayant une lésion au niveau du

cortex préfrontal présentaient de faibles potentiels de préparation (voire inexistant), indiquant que le cortex préfrontal jouait un rôle dans la préparation du mouvement, en plus du cortex moteur. Le CPF intégrant les réponses émotionnelles et motivationnelles dans le but d'une régulation de l'effort, il est alors possible que des modifications de ces facteurs puissent affecter l'amplitude des MRCPs au niveau du CPF et modifier la planification du mouvement, ce qui impacterait la commande centrale. Certaines études ont, par exemple, montré qu'une augmentation de la motivation des participant.e.s entraînait une augmentation de l'amplitude des MRCPs (e.g., McAdam & Seales, 1968 ; Pornpattananangkul & Nusslock, 2015). Cependant, ces études n'ont pas mesuré les MRCPs au niveau du CPF. Le CPF et le cortex moteur étant connectés (Jiang, Wang, Kisiel-Sajewicz, Yan & Yue, 2012), il est alors possible que l'augmentation des MRCPs observés dans ces études au niveau du cortex moteur proviennent en partie d'une modification de l'amplitude des MRCPs du CPF.

Certaines précautions sont à prendre en compte dans l'enregistrement de ces MRCPs. Premièrement, il faut utiliser un protocole consistant en une large répétition de contractions du même mouvement, contractions qui seront ensuite moyennées. Lors d'un essai simple, les données issues de l'enregistrement électroencéphalographique contiennent les ondes MRCPs mais également le bruit aléatoire instantané. En moyennant plusieurs essais, le bruit de fond de chaque essai est annulé, ne laissant uniquement les MRCPs (Luck, 2014). Deuxièmement, bien que certaines études aient montré la génération de MRCPs en imposant le départ de la contraction musculaire (e.g., stimulus visuel / auditif ; voir de Morree et al. 2012, 2014 ; Guo et al., 2017 ; Liu et al., 2005), d'autres ont montré qu'il était préférable de laisser le choix aux participant.e.s du départ de celle-ci, afin d'optimiser la génération de MRCPs (pour une revue, voir Shibasaki & Hallett, 2006 ; voir aussi Berchicci et al., 2013 ; Dirnberger, Fickel, Lindinger, Lang, & Jahanshahi, 1998 ; Praamstra, Stegeman, Horstink, Brunia, & Cools, 1995 ; Spring et al., 2016 ; Touge, Werhan, Rothwell, & Marsden, 1995). Par exemple, Berchicci et al. (2013)

ont demandé à leurs participant.e.s de réaliser une répétition de contractions de 2 secondes environ, en laissant environ 10 secondes entre chaque contraction (i.e., le temps de contraction et de récupération n'était pas précisément défini). Dans le même sens, dans l'étude de Spring et collaborateurs (2016), les participants devaient réaliser entre deux stimuli sonores espacés de 10 secondes une contraction d'environ 2 secondes, au moment où ils le souhaitaient.

L'objectif de cette section 4.2. était de définir les différents types de fatigue, à savoir central et périphérique, ainsi que leurs différentes méthodes d'investigation respectives lors de tâches d'endurance. Bien qu'il soit possible d'examiner de manière séparée la fatigue centrale de la fatigue périphérique, de nombreux/ses auteur.e.s ont récemment suggéré que ces deux mécanismes seraient liés. Cette interaction entre fatigue centrale et fatigue périphérique sera abordée dans la prochaine partie.

4.2.2.4. *Lien entre fatigue périphérique et fatigue centrale*

On sait aujourd'hui que la division entre la fatigue centrale et la fatigue périphérique n'est pas forcément justifiée et que les mécanismes qui les composent s'influencent mutuellement (Hureau, Romer, & Amann, 2018 ; McMorris et al., 2018). Selon Hureau et al. (2018), l'interaction « *between the two components of fatigue can occur via neural pathways, including feedback and feedforward processes* » (p. 13). Autrement dit, la fatigue centrale et la fatigue périphérique, observées durant une tâche fatigante, ne doivent pas être vues comme des mécanismes indépendants mais comme des mécanismes interagissant, notamment au travers des *feedbacks* de la périphérie et des *feedforwards* au niveau central, dans un objectif de régulation de la commande motrice centrale, et plus généralement de la fatigue neuromusculaire (Taylor, Amann, Duchateau, Meeusen, & Rice, 2016).

Les *feedbacks* provenant du muscle peuvent influencer le niveau de recrutement musculaire et donc avoir un impact à un niveau central (voir par exemple le concept du seuil de

fatigue périphérique ; Amann, 2011). Un certain nombre d'études montrent que pour prévenir une défaillance au niveau des muscles locomoteurs, le système nerveux central surveille l'environnement intramusculaire par l'intermédiaire des afférences III/IV, provenant de la périphérie (e.g., Amann & Dempsey, 2008 ; Amann et al., 2009 ; Blain et al., 2016). En plus des *feedbacks* provenant de la périphérie, d'autres interactions entre la composante centrale et la composante périphérique ont pu être recensées. Une limitation de la commande motrice pourrait également résulter de *feedforwards* neuronaux, et notamment des décharges corollaires associées à la commande motrice centrale (e.g., Bigliassi, 2015)³⁸. Par exemple, le concept de la tolérance sensorielle limite suggère qu'il existerait un seuil sensoriel qui, une fois atteint, limiterait l'exercice (Gandevia, 2001 ; Hureau et al., 2018). L'arrêt de l'effort surviendrait lorsqu'un niveau fini de stimulations sensorielles serait atteint à partir des afférences musculaires des muscles directement impliqués (e.g., muscle de la jambe lors d'une tâche de cyclisme) ou indirectement impliqués (e.g., muscles respiratoires) dans l'effort mais également à partir des décharges corollaires résultant de l'activation du cortex moteur (Gallagher et al., 2001 ; de Morree et al., 2012).

Il existe aujourd'hui un grand nombre de théories visant à expliquer et modéliser les phénomènes de fatigue et les interactions entre les processus périphériques et centraux : la théorie du gouverneur central (Noakes, St Clair Gibson, & Lambert, 2004 ; Noakes & St Clair Gibson, 2004), la théorie du seuil de fatigue périphérique (Amann, 2011), le modèle psychobiologique (Marcora, 2008), le modèle de la chasse d'eau (*flush model* ; Millet, 2011) ou encore le modèle intéroceptif de la régulation de la commande motrice centrale (McMorris et al., 2018). Le modèle le plus ancien, et probablement l'un des plus documentés, place le

³⁸ La commande motrice centrale enverrait des messages parallèles, correspondant aux décharges corollaires, à d'autres régions du cerveau comme les régions sensorielles, permettant par exemple la génération de la perception de l'effort (Bigliassi, 2015). En situation de fatigue, ces décharges corollaires sont envoyées à ces régions du cerveau, régulant la perception de l'effort et pouvant entraîner une diminution de l'engagement dans la tâche (De Morree et al., 2012) ou bien une poursuite de l'effort si l'individu présente un haut-niveau de motivation (e.g., Blanchfield et al., 2014).

cerveau au centre des régulations pouvant survenir lors de tâches fatigantes, et plus précisément d'une régulation subconsciente du niveau de recrutement des unités motrices dans un objectif de protection de l'organisme : le modèle du gouverneur central (Noakes et al., 2004 ; Noakes & St Clair Gibson, 2004). Selon ce modèle, l'ampleur du recrutement des unités motrices en début d'exercice serait conditionnée par n'importe quel facteur associé à l'exercice, comme l'état biologique de l'individu, son état émotionnel ou encore sa motivation (Noakes, 2012). L'allure serait continuellement modifiée à l'effort par des feedbacks conscients comme la distance restant à parcourir, mais également par des feedbacks inconscients comme les afférences musculaires. Cette régulation se réaliserait par l'intermédiaire de changements de perception de l'effort, qui augmenterait linéairement en fonction de la part de l'exercice qui a été réalisée ou restant à atteindre (e.g., Noakes, 2004). Le niveau d'activation musculaire serait peu à peu réduit pour garder la perception de l'effort sous un niveau de tolérance maximum.

Selon Marcora (2008), le modèle du gouverneur central est « *unnecessarily complex, and biologically implausible* » (p. 929). Cet auteur suggère dans son modèle psychomotivationnel que la régulation du rythme lors de tâches d'endurance serait consciente et déterminée par cinq facteurs cognitifs et motivationnels : (1) la perception de l'effort, (2) la motivation, (3) la connaissance du temps ou de la distance à effectuer, (4) la connaissance du temps ou de la distance restant à parcourir, et (5) les expériences antérieures de perception d'effort pendant différents types d'exercices. La perception de l'effort, dépendant de la décharge corollaire issue de la commande motrice, est le facteur clé de ce modèle. Les réponses physiologiques seraient intégrées consciemment, entraînant des variations de la perception de l'effort. Le désengagement de la tâche surviendrait lorsque (1) l'effort requis par la tâche est égal à l'effort maximal que le/la participant.e est capable d'exercer, ou (2) lorsque le/la participant.e pense avoir réalisé un effort maximal et que la poursuite de l'exercice est perçue comme impossible. Aucune régulation non-consciente du cerveau ne serait envisagée. Ce

modèle postule enfin que les feedbacks afférents des muscles n'interviendraient pas dans la régulation de la performance, ni toutes autres informations non-conscientes (Marcora, 2008).

En accord avec ces notions d'interactions entre la fatigue centrale et la fatigue périphérique, McMorris et al. (2018) ont proposé un modèle intéroceptif de la régulation de la commande motrice centrale. Selon ces auteurs, le défaut des principaux modèles de fatigue avant eux, est qu'ils se sont principalement basés sur le système moteur, tout en excluant les aspects cognitifs de la fatigue. Selon McMorris et al. (2018), des prédictions des feedbacks sensoriels afférents seraient transmises du cortex préfrontal au cortex cingulaire antérieur, par l'intermédiaire de décharges corollaires, avant l'initiation de l'exercice. Ces prédictions seraient basées sur un grand nombre de facteurs tels que les expériences physiques et sportives passées, la perception de son niveau de fitness actuel, l'importance de l'exercice ou encore l'aspect compétitif ou non de la tâche. Ces prédictions pourraient elles-mêmes être influencées par des facteurs comme la motivation et les émotions. A l'effort, le cortex cingulaire antérieur recevrait les feedbacks afférents provenant de la périphérie, comme par exemple la température, le stress mécanique ou la pression artérielle (Craig, 2002, 2004). Ces feedbacks seraient alors comparés aux prédictions qui avaient été faites, générant un état de conscience qui sera notamment transmis au cortex préfrontal. Cette transmission permettra à l'individu.e de décider d'arrêter ou de continuer l'effort. De plus, les catécholamines pourraient également influencer cette décision d'arrêt de l'effort. En effet, lorsque la fatigue devient importante, la concentration en catécholamines pourrait être réduite et cela pourrait avoir comme conséquence un désir réduit de poursuivre l'activité (Aston-Jones & Cohen, 2005), entraînant un désengagement de l'individu.e.

Ces différents modèles de fatigue, bien qu'étant différents sur certains points, partagent tout de même l'idée que la fatigue centrale et la fatigue périphérique seraient étroitement liées et que leurs mécanismes s'influenceraient mutuellement dans un objectif de régulation de la

fatigue et plus particulièrement de la commande centrale. De plus, au regard de ces modèles, les facteurs motivationnels semblent jouer un rôle majeur dans la régulation de la commande motrice. Dans la prochaine section, nous verrons qu'une modification de ces facteurs motivationnels, et plus globalement d'un grand nombre de facteurs environnementaux, psychologiques ou psychosociaux, peut influencer la performance d'endurance.

4.3. ROLE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET PSYCHOSOCIAUX DANS LA PERFORMANCE D'ENDURANCE

Dans les années soixante, Ikai et Steinhaus (1961) ont suggéré qu'il existait en situation de fatigue une réserve de force. Cette réserve pouvait être utilisée en réponse à des stimuli tels qu'un coup de feu ou bien le cri d'une personne. A la suite de cette étude, un certain nombre de chercheurs/euses ont investigué dans quelles conditions la performance d'endurance pouvait être influencée. De nombreux facteurs, qu'ils soient environnementaux ou psychologiques, influencent la performance d'endurance des participant.e.s (e.g., pour des revues, voir Jones et al., 2013 ; Karageorghis & Priest, 2012*a*, 2012*b* ; McCormick, Meijen, & Marcora, 2015).

Les facteurs environnementaux ont été largement investigués dans la littérature scientifique. Les chercheurs/euses ont tenté de répondre à la question suivante : une modification de l'environnement dans lequel le/la participant.e exerce entraîne-t-elle des modifications de performance de la part des participant.e.s ? Par exemple, il a été montré que réaliser une tâche d'endurance dans un environnement chaud ou humide entraînait une réduction de la performance d'endurance des participant.e.s (e.g., Altareki, Drust, Atkinson, Cable, & Gregson, 2009 ; Galloway & Maughan, 1997 ; Peiffer & Abbiss, 2011 ; Roussey et al., 2018 ; Tattersson, Hahn, Martin, & Febbraio, 2000 ; Tucker et al., 2006 ; Tucker, Rauch, Harley, & Noakes, 2004). Les facteurs environnementaux ne se restreignant pas qu'aux facteurs atmosphériques, d'autres facteurs ont été explorés comme par exemple l'écoute d'une musique

durant une tâche d'endurance (e.g., Atkinson, Wilson, & Eubank, 2004 ; Barwood, Weston, Thelwell, & Page, 2009 ; Bigliassi, Karageorghis, Nowicky, Orgs, & White, 2018 ; Lee & Kimmerly, 2016 ; Lim, Atkinson, Karageorghis, & Eubank, 2009 ; Lin & Lu, 2013). Barwood et al. (2009) ont montré que lorsque les participants écoutaient une musique motivante (i.e., « *Eye of the tiger* » de *Survivor*), ils parcouraient une plus grande distance lors d'un 15 minutes contre-la-montre comparativement à lorsqu'ils n'écoutaient aucune musique.

En plus des facteurs dits environnementaux, des facteurs psychologiques peuvent également influencer la performance des participant.e.s. Par exemple, induire une fatigue mentale³⁹ avant la réalisation d'une tâche d'endurance influencerait négativement la performance des participant.e.s (pour des revues, voir Pageaux & Lepers, 2016 ; Schiphof-Godart, Roelands, & Hettinga, 2018 ; Silva-Júnior et al., 2016). Par exemple, les participants de l'étude de Pageaux et al. (2013) devaient réaliser une tâche de type « temps-limite » consistant à maintenir 20% de leur force maximale le plus longtemps possible, une fois après avoir réalisé une tâche cognitive facile (i.e., condition contrôle) et une fois après avoir réalisé une tâche cognitive difficile. Les auteurs ont montré que lorsque les participants avaient réalisé la tâche cognitive difficile, la performance d'endurance subséquente était 13% plus faible que la performance d'endurance après la réalisation de la tâche cognitive facile.

Par ailleurs, beaucoup de travaux ont été conduits sur l'impact de la motivation, dans le sens large du terme, sur la performance lors de tâches d'endurance (e.g., Andreacci et al., 2002 ; Blanchfield et al., 2014 ; Damali, 2014 ; Donohue, Barnhart, Covassin, Carpin, & Korb, 2001 ; Donohue et al., 2006 ; Miller & Donohue, 2003 ; Neto et al., 2015 ; Taghipour, Pourahmadi,

³⁹ La fatigue mentale correspond à un état psychobiologique caractérisé par des sentiments subjectifs de « fatigue » et de « manque d'énergie » (Boksem & Tops, 2008). Dans la littérature, cette fatigue mentale a majoritairement été induite par l'exécution d'une tâche cognitive de longue durée (e.g., 90 minutes) avant la réalisation de la tâche d'endurance (e.g., Brownsberger et al., 2013 ; Pageaux et al., 2013). Cette fatigue mentale est à dissocier de la fatigue centrale. Même si certaines études ont suggéré un lien important entre la fatigue mentale et la fatigue centrale (e.g., Bray, Graham, Martin Ginis, & Hicks, 2012 ; Newsholme, Blomstrand, & Ekblom, 1992), certaines récentes études laissent suggérer que la baisse de performance, généralement observée en situation de fatigue mentale, pourrait ne pas être due à une fatigue centrale plus importante (e.g., Pageaux et al., 2013).

Rajabzadeh, Nazary-Moghadam, & Nodehi-Moghadam, 2018 ; Weinberg, Miller, & Horn, 2012). Par exemple, il a été montré que motiver les participant.e.s par des encouragements réguliers de l'expérimentateur/trice ou bien par des phrases motivantes entraînait de meilleures performances d'endurance, comparativement à lorsqu'aucun encouragement n'était fourni aux participant.e.s (e.g., Andreacci et al., 2002 ; Donohue et al., 2001 ; Neto et al., 2015 ; Taghipour et al., 2018). Blanchfield et al. (2014) ont, quant à eux, montré que lorsque les participant.e.s se motivaient eux/elles-mêmes durant une tâche d'endurance (par l'intermédiaire de phrases positives dites par le/la participant.e durant l'exécution d'une tâche d'endurance comme : « continue comme ça ! » ou « tu t'en sors bien »), ils/elles amélioreraient leur performance lors d'une tâche de cyclisme à épuisement (une intervention de deux semaines a été conduite avant la réalisation du test afin de développer la motivation personnelle des participant.e.s et l'utilisation pratique de mots motivants durant la réalisation d'une tâche physique et sportive). Les participant.e.s peuvent également améliorer leur performance d'endurance par l'intermédiaire du visionnage d'une vidéo motivante (e.g., Damali, 2014). Par exemple, lors de la réalisation du répandu test de la planche, les participants ayant regardé une vidéo motivante (i.e., « *How bad do you want it (Success)* HD » sur YouTube) obtenaient des performances supérieures aux participants ayant vu une vidéo non-motivante (i.e., « 10 minutes of your life: Watching the Sacramento river from a slow moving train » sur YouTube) (Damali, 2014). Enfin, à l'aide d'un plan corrélationnel, Gao, Xiang, Lochbaum, et Guan (2013) ont noté que plus les participant.e.s adoptaient des buts « performance-approche » (i.e., volonté de surpasser les autres), plus leur performance d'endurance était élevée, comparativement à l'adoption d'autres buts d'accomplissement. Cette amélioration pourrait être causée par un effort accru investi dans la tâche (Guan, Xiang, McBride, & Bruene, 2006). Toutes ces études suggèrent que les facteurs motivationnels peuvent jouer un rôle crucial dans la performance d'endurance des participant.e.s.

L'habillage de la tâche, c'est-à-dire comment elle est présentée aux participant.e.s, semble également pouvoir impacter la performance en situation d'endurance. Par exemple, Morton (2009) a montré que les participant.e.s amélioraient leur performance en cyclisme de plus de 18% lorsque le chronomètre était ralenti de 10% à leur insu. Dans le même sens, lorsque les participant.e.s devaient suivre un avatar sur un écran censé refléter leur performance de la session précédente mais qui était finalement plus rapide, leur performance était améliorée (Ansdell et al., 2018 ; Ducrocq et al., 2017 ; Stone et al., 2012, 2017). Enfin, la non-indication du temps de la tâche (e.g., Mauger et al., 2009), la non-transmission d'informations liées à la tâche ou des erreurs d'estimation de certaines informations comme la puissance développée (e.g., Rejeski & Ribisl, 1980 ; Wingfield et al., 2018) ont été montrées comme impactant également la performance d'endurance.

Par ailleurs, les facteurs psychosociaux peuvent également impacter la performance d'endurance au travers d'une modification de l'habillage de la tâche. La quasi-totalité de ces études ont étudié l'effet d'une comparaison sociale sur la performance d'endurance (Hu, Motl, McAuley, & Konopack, 2007 ; Hutchinson et al., 2008 ; Jerome et al., 2002 ; Marquez, Jerome, McAuley, Snook, & Canaklisova, 2002 ; Miller, 1993 ; Motl, Konopack, Hu, & McAuley, 2006 ; Tritter, Fitzgeorge, Cramp, Valiulis, & Prapavessis, 2013 ; Weinberg, Gould, Yukelson, & Jackson, 1981). De manière surprenante, uniquement deux études ont rapporté l'effet de cette comparaison sur la performance d'endurance, montrant tout de même le rôle important joué par les facteurs psychosociaux dans la performance d'endurance (Hutchinson et al., 2008 ; Weinberg et al., 1981)⁴⁰. Par exemple, Hutchinson et al. (2008) ont demandé à leurs

⁴⁰ Certaines études n'ont pas rapporté l'indicateur de performance car la tâche à réaliser était une tâche à intensité fixe (e.g., 60% de VO_{2max} : Motl et al., 2006). Pour les autres études, aucune explication n'est apportée pour expliquer l'absence d'indicateur de performance. De plus, les tâches utilisées permettaient des potentielles différences entre les conditions étant des tâches à intensités perçues constantes (e.g., Jerome et al., 2002 ; Marquez et al., 2002) ou des tâches consistant en une répétition d'efforts maximaux (Tritter et al., 2013). Les hypothèses des auteur.e.s n'étaient pas tournées vers l'effet de cette comparaison sociale sur la performance d'endurance mais sur d'autres variables comme les réponses affectives (Jerome et al., 2002 ; Marquez et al., 2002 ; Tritter et al., 2013).

participant.e.s de réaliser une tâche à épuisement consistant à maintenir 25% de leur force maximale le plus longtemps possible (i.e., mesure de base). Puis, ils/elles étaient assigné.e.s aléatoirement à 3 conditions : comparaison sociale descendante, comparaison sociale ascendante et condition contrôle⁴¹. Les participant.e.s réalisaient enfin la même tâche que lors des mesures de base pour évaluer l'effet des différentes conditions. Les résultats ont montré que les participant.e.s assigné.e.s à la comparaison sociale descendante ont réussi à maintenir la tâche plus longtemps que les participant.e.s assigné.e.s aux deux autres conditions après la manipulation des différentes conditions (aucune différence n'ayant été observée lors de la mesure de base). Les données des études présentées ci-avant montrent que les individu.e.s sont capables d'améliorer (ou réduire) leur performance d'endurance à la suite d'une légère variation de la présentation de la tâche par l'expérimentateur/trice.

De nombreux facteurs, qu'ils soient environnementaux, psychologiques ou encore psychosociaux peuvent donc influencer la performance d'endurance des participant.e.s. Cette modification de la performance résulte, dans de nombreux cas, d'une modification de la présentation de la tâche, que ce soit en omettant de donner certaines informations aux participant.e.s ou au contraire en rajoutant. Parmi ces méthodes d'habillage de la tâche, les facteurs psychosociaux, comme la comparaison sociale, semblent impacter la performance des participant.e.s. Un facteur psychosocial s'appuyant également sur une modification de l'habillage de la tâche, de surcroît susceptible d'influencer la performance d'endurance, n'a toutefois pas encore été investigué, mais le sera dans le cadre de cette thèse : le phénomène de la menace du stéréotype (Steele, 1997

⁴¹ Pour induire les différentes conditions dans l'étude de Hutchinson et al. (2008), les participant.e.s étaient informé.e.s que leur performance faisait partie des 10% des meilleures performances des individu.e.s du même sexe et du même âge (i.e., comparaison sociale descendante), des 10% des plus faibles performances des individu.e.s du même sexe et du même âge (i.e., comparaison sociale ascendante), soit aucune information n'était donnée (ce « classement » ne reflétait pas les réelles performances des participant.e.s).

Synthèse Partie 4

La majorité des études investiguant les effets des stéréotypes dans le domaine physique et sportif a utilisé des tâches techniques (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). Bien que les facteurs techniques représentent un facteur de performance, il existe d'autres facteurs liés à la performance comme les facteurs physiques (Weineck, 1983). Parmi les facteurs physiques, l'endurance permet d'investiguer des tâches non-techniques jusqu'alors non-investiguées dans le cadre de la menace du stéréotype. L'endurance peut également être influencée par de nombreux facteurs environnementaux, psychologiques et psychosociaux.

La performance d'endurance est généralement examinée au travers de tâches fatigantes comme des tâches de type « temps-limite », des répétitions de contractions, ou encore des tâches à intensité perçue constante. Comme leur nom l'indique, ces tâches induisent une fatigue neuromusculaire. Cette fatigue peut provenir d'adaptations centrales (i.e., résidant au niveau du système nerveux central) et/ou périphériques (i.e., au sein même du muscle), même si ces mécanismes ne sont plus à différencier. Ces indicateurs pourraient apporter davantage de précisions quant aux mécanismes des effets de menace du stéréotype, observés dans le domaine physique et sportif et jusqu'alors non-expliqués.

**PROBLEMATIQUE &
PROGRAMME DE RECHERCHE**

Le phénomène de la menace du stéréotype, observé pour la première fois en 1995, suggère que lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe est induit, dans un contexte d'évaluation où ce stéréotype est susceptible de s'appliquer, une diminution de la performance du groupe menacé est attendue (Steele, 1997). Cet effet négatif sur la performance a, depuis plus de 20 ans, été répliqué dans de nombreux domaines auprès de nombreuses populations (pour des revues et méta-analyses, voir par exemple Appel et al., 2015 ; Armstrong et al., 2017 ; Chalabaev, Sarrazin et al., 2013 ; Flore & Wicherts, 2015 ; Gentile et al., 2018 ; Lamont et al., 2015 ; Régner et al., 2014).

Dans le domaine physique et sportif, la majorité des études a investigué l'effet d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes (i.e., stéréotype saillant dans le domaine physique et sportif ; Clément-Guillot & Fontayne, 2011) sur la performance des femmes. Comme postulé par le modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997), une chute de la performance des femmes a bien été observée après l'induction du stéréotype négatif à leur égard, par exemple lors de tâches de dribbles en football (e.g., Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Heidrich & Chiviacowski, 2015 ; Hermann & Vollmeyer, 2016) ou de lancers-francs en basketball (Hively & El-Alayli, 2014 ; Laurin, 2013). La majorité des tâches utilisées dans ces études peuvent être considérées comme des tâches techniques (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). Selon Weineck (1983), la performance sportive, en plus d'être caractérisée par des facteurs techniques, est également déterminée par des facteurs purement physiques tels que l'endurance. Ainsi, investiguer l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif sexué sur la performance d'endurance non-technique est nécessaire afin d'avoir une vision plus complète des effets situationnels des stéréotypes sur la performance physique et sportive.

Schmader et al. (2008) ont alors proposé une explication quant aux effets de menace du stéréotype observés dans leur modèle des processus intégrés, en se basant sur l'hypothèse de la surveillance explicite, proposée par Beilock et Carr (2001). D'après ce modèle, l'altération de

la performance serait due à une surveillance explicite trop importante du mouvement. Bien que cette explication semble s'appliquer à la majorité des précédentes études évaluant l'effet de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif, celle-ci semble incomplète et présente certaines limites. Par exemple, cette explication ne nous renseigne pas sur les potentiels effets de menace du stéréotype sur des tâches ne reposant pas sur des caractéristiques techniques, comme les tâches d'endurance non-techniques. En effet, ce type de tâches, ne comprenant qu'une seule composante d'exécution, ne semble pas pouvoir être impacté par la surveillance explicite du mouvement. Cependant, le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), validé dans le domaine physique et sportif (Huber et al., 2015, 2016), propose une alternative aux interprétations du modèle des processus intégrés et apporterait une explication quant aux potentiels effets lors de tâches non-techniques qui seraient, contrairement au modèle initial de la menace du stéréotype (Steele, 1997) et au modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), une amélioration de la performance à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes. L'effet des stéréotypes sexués négatifs sur la performance physique et sportive pourrait alors être tâche-dépendant.

En plus de l'exploration des femmes au travers des stéréotypes sexués, les seniors représentent le deuxième groupe à avoir reçu la plus grande attention dans le domaine physique et sportif. Cependant, les résultats sont inconsistants. Certaines études ont, en effet, répliqué les effets de menace du stéréotype (Chiviacowski et al., 2018 ; Swift et al., 2012) alors que d'autres n'ont pas observé d'effets de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors (Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018). De plus, comparer les résultats obtenus chez les seniors et ceux observés chez les femmes est difficile tant les tâches utilisées dans ces études sont différentes. Enfin, alors que chez les femmes le modèle du simple effort semble s'appliquer dans le domaine physique et sportif (Huber et al., 2015, 2016), il est difficile d'attester son apport dans l'investigation des stéréotypes liés à l'âge dans ce même

domaine. Ainsi, investiguer l'effet des stéréotypes liés à l'âge lors de tâches non-techniques apparaît primordial afin de répliquer les potentiels effets attendus chez les femmes à une autre population négativement stéréotypée, tout en apportant des pistes quant à l'applicabilité du modèle du simple effort dans l'investigation des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif.

Enfin, un manque important et récurrent concernant l'étude de la menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif, que ce soit lors de l'exploration des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge, représente l'absence de mécanismes explicatifs de ces effets (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). Le même constat peut être fait concernant le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Bien qu'ayant été validé dans différents domaines, dont le domaine physique et sportif, aucun mécanisme concernant l'amélioration de la performance (i.e., si la réponse dominante est correcte) ou la diminution de la performance (i.e., si la réponse dominante est incorrecte) n'a été défini. Il semble nécessaire, en plus d'observer l'applicabilité du modèle du simple effort chez les femmes et chez les seniors après l'induction d'un stéréotype négatif à leurs égards, de définir des mécanismes explicatifs des potentiels effets attendus.

L'objectif principal de ce travail de thèse est alors de tester les hypothèses d'un effet positif de l'induction de stéréotypes sexués et de stéréotypes liés à l'âge lors de tâches d'endurance non-techniques, et d'identifier les mécanismes sous-tendant les modifications de performance attendues.

Six études expérimentales ont été menées, quatre investiguant l'influence des stéréotypes sexués (i.e., études 1, 2, 3 et 4) et deux évaluant les effets des stéréotypes liés à l'âge (i.e., études 5 et 6).

L'étude 1 avait pour objectif de tester l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes sur une tâche d'endurance non-technique. Cette tâche n'étant pas technique (i.e., étant donné le fait qu'elle soit composée que d'une seule composante d'exécution du mouvement) ne semble pas pouvoir s'appliquer au modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008). Cependant, les prédictions du modèle du simple effort suggéreraient que l'induction d'un stéréotype sexué pourrait entraîner une amélioration de la performance (i.e., effet tâche-dépendant). En accord avec ces prédictions, nous avons proposé une amélioration de la performance des femmes après l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard.

Dans l'étude 2, nous avons souhaité répliquer les résultats obtenus dans l'étude 1 lors d'une tâche plus écologique représentant davantage une activité de la vie quotidienne : une tâche de cyclisme à intensité perçue constante. De plus, nous avons testé l'hypothèse d'un engagement accru dans la tâche après l'induction d'un stéréotype négatif, postulé par le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Comme pour l'étude 1, nous avons émis l'hypothèse d'une amélioration de la performance des femmes menacées par un stéréotype, comparativement aux femmes de la condition contre-stéréotypique.

L'étude 3 avait pour principal objectif de tester les potentiels mécanismes centraux responsables des résultats observés dans les études 1 et 2. Dans une précédente recherche, Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) avaient suggéré que les stéréotypes impactaient la performance au travers de mécanismes centraux, c'est-à-dire au niveau du système nerveux central. Nous avons, par conséquent, choisi d'utiliser une tâche induisant un haut niveau de

fatigue centrale : une répétition de contractions maximales volontaires (Taylor et al., 2000), pour attester l'hypothèse d'une influence des stéréotypes par des adaptations d'origine centrale.

L'étude 4 s'est, quant à elle, intéressée aux effets des stéréotypes négatifs sur l'activité corticale. Quelques précédentes études ont montré que l'induction d'un stéréotype négatif impactait l'activité du cortex préfrontal et qu'il influencerait les processus préparatoires de l'exécution du mouvement (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Forbes & Leitner, 2014 ; Krendl et al., 2008 ; Inzlicht & Kang, 2010 ; Wraga et al., 2007). Nous avons, par conséquent, investigué ces processus préparatoires au niveau du cortex préfrontal en investiguant les potentiels corticaux moteurs, impliqués notamment dans la planification et la préparation du futur mouvement. Nous avons également testé l'hypothèse d'une augmentation de la motivation de la part des participants menacés par un stéréotype négatif à leur égard (Jamieson & Harkins, 2007).

Dans l'objectif de répliquer les résultats obtenus dans les études 1, 2, 3 et 4 liés à l'induction d'un stéréotype négatif sexué, nous avons testé, dans l'étude 5, l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des seniors sur leur performance d'endurance non-technique. Pour cela, nous avons utilisé une tâche similaire à celle présentée dans l'étude 1. Nous avons prédit, en accord avec les études 1, 2, 3 et 4, et les prédictions du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), une amélioration de la performance des seniors après l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard.

Enfin, l'objectif de l'étude 6 était d'observer si une variation du niveau d'intensité d'une tâche affectait différemment l'effet de l'induction de stéréotypes liés à l'âge. Le modèle du simple effort remet en effet en question l'un des modérateurs majeurs de la théorie initiale de la menace du stéréotype : le niveau de difficulté de la tâche. Cependant, sur la base des résultats de l'étude 5, les tâches maximales (i.e., maintien d'un niveau de force le plus longtemps possible) ne seraient pas affectées par l'induction d'un stéréotype lié à l'âge. Par conséquent,

nous avons testé l'hypothèse d'un effet intensité-dépendant en mesurant l'effet des stéréotypes liés à l'âge à différentes intensités. Pour cela, nous avons demandé aux participantes de réaliser à la suite de la manipulation des différentes conditions, diverses contractions qu'elles percevaient comme « faciles », « modérées », « difficiles », ou « très difficiles » (Borg, 1998).

CHAPITRE 2 :
METHODOLOGIE
GENERALE

Ce deuxième chapitre expose la méthodologie utilisée dans les différentes études en mettant un accent sur les participant.e.s recruté.e.s, les tâches d'endurance non-techniques utilisées ainsi que les principales variables dépendantes investiguées, étude par étude.

1. PARTICIPANT.E.S ET PLANS EXPERIMENTAUX

1.1. LES PARTICIPANT.E.S

Les caractéristiques des participant.e.s des différentes études réalisées dans ce travail doctoral sont présentées Tableau 1. Les participant.e.s des études 1 à 4 étaient des étudiant.e.s issu.e.s de la Faculté des Sciences du Sport de Nice et ces études ont été réalisées au Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé (LAMHESS) de cette université. L'étude 5 a été effectuée au sein de la « Plateforme Fragilité », au centre hospitalier universitaire de la ville de Nice. Les participantes étaient des seniors de la ville de Nice. Enfin, l'étude 6 a été conduite au sein de l'association « Cannes Bel-Age », auprès de seniors résidant à Cannes.

Tableau 1. Récapitulatif des participant.e.s des différentes études réalisées

	Participant.e.s	Type de plans	Sexe (H/F)	Age (années)
Étude 1	$N = 77$	Inter-participants	38 / 39	19.8 ± 1.7
Étude 2	$N = 40$	Intra-participants	20 / 20	20.2 ± 1.3
Étude 2 (pilote)	$N = 14$	Intra-participants	7 / 7	24.5 ± 4.6
Étude 3	$N = 34$	Intra-participants	17 / 17	20.8 ± 2.4
Étude 3 (pilote)	$N = 10$	Intra-participants	5 / 5	25.3 ± 4.9
Étude 4	$N = 34$	Intra-participants	17 / 17	21.2 ± 2.9
Étude 5	$N = 34$	Inter-participants	0 / 34	73.6 ± 4.8
Étude 6	$N = 50$	Inter-participants	0 / 50	73.6 ± 6.8

Les études 1, 2, 3 et 4 ont investigué les effets des stéréotypes sexués sur la performance d'endurance non-technique des femmes et des hommes. Dans l'étude 1, 77 participant.e.s ont été recruté.e.s. Nous avons réalisé une analyse de sensibilité permettant de définir la taille minimale de l'effet que nous avons le pouvoir de détecter avec cet échantillon. Les résultats ont montré qu'avec cet échantillon de 77 participant.e.s, nous étions en mesure de détecter des effets modérés à larges ($f = 0.38$). Cette taille d'effet est conforme avec la taille d'effet obtenue dans la récente méta-analyse de Gentile et al. (2018), portant sur l'effet des stéréotypes sexués sur la performance des femmes ($d = 0.33$). Dans les études 2, 3 et 4, nous avons réalisé un test de puissance statistique sur la base de la méta-analyse de Gentile et al. (2018) pour définir le nombre de participant.e.s requis.es afin d'obtenir un effet modéré. En fixant un seuil de significativité à 0.05 et une puissance statistique de 0.80, le nombre minimal de participant.e.s pour détecter un effet modéré était de 34 participants. Pour cela, 34 participant.e.s ont été recruté.e.s dans l'étude 2, 40 participant.e.s dans l'étude 3 et 34 participant.e.s dans l'étude 4.

Les études 5 et 6 se sont concentrées sur l'investigation des effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique des seniors. Étant donné le faible nombre d'études conduites dans le domaine physique et sportif concernant les stéréotypes liés à l'âge, la faible réplification des effets de menace du stéréotype et donc l'absence d'une « taille d'effet moyenne », nous n'avons pas réalisé de calculs de puissance pour ces deux études. L'un des objectifs de cette thèse étant de tester si les potentiels effets attendus chez les femmes peuvent être répliqués chez les seniors, nous avons recruté le même nombre de participantes par conditions que dans les études 1, 2, 3 et 4. Par conséquent, 34 participantes ont participé à l'étude 5 et 50 participantes à l'étude 6.

1.2. LES PLANS EXPERIMENTAUX UTILISES

Pour tester l'effet d'une manipulation quelconque sur la performance des participant.e.s, il existe deux types de plan : le plan inter-participants et le plan intra-participants (Charness, Gneezy, & Khun, 2012).

Dans un plan inter-participants, chaque participant.e est assigné.e à une seule condition. Par exemple, Grabow et Köhl (2019) ont récemment testé l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif sexué sur la performance des femmes lors d'une tâche de football. Pour cela, les participantes recrutées ont été assignés aléatoirement à une des deux conditions suivantes : une condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit et une condition où aucun stéréotype négatif n'était induit. Les auteur.e.s ont alors comparé la performance des deux groupes. Cependant, il existe un autre type de plan que les auteur.e.s auraient pu utiliser pour mettre en évidence un effet de menace du stéréotype : un plan intra-participants.

Dans le plan intra-participants, les participant.e.s sont assigné.e.s à chacune des conditions expérimentales. Grabow et Köhl (2019) auraient alors pu assigner les participantes à une condition lors d'une première visite (e.g., condition contrôle), et lors d'une seconde visite à la condition à laquelle elles n'ont pas été assignées (e.g., condition où un stéréotype négatif sexué est induit). Ces plans intra-participants présentent certains avantages par rapport aux plans inter-participants (Charness et al., 2012). L'un d'eux réside dans une meilleure puissance statistique en raison d'un nombre plus faible de participant.e.s requis.es, étant donné que chaque participant.e est assigné.e à chacune des conditions. De plus, un des avantages majeurs de ce type de plan est qu'il permet une minimisation du bruit aléatoire. En effet, la variabilité observée dans les mesures d'un plan intra-participants est plus probablement due aux différences entre les conditions, car c'est le/la même participant.e qui a réalisé toutes les

conditions, qu'à des potentielles différences entre les « comportements » des différent.e.s participant.e.s.

Dans le cadre de la menace du stéréotype, ce dernier argument est primordial. En effet, s'intéresser aux effets de l'induction d'un stéréotype en comparaison de sa propre performance, lors d'une condition contrôle, apparaît comme plus robuste que de comparer la performance d'un groupe en situation de menace du stéréotype à celle d'un autre groupe assigné à une condition contrôle. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a investigué l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif sur la performance des participant.e.s en utilisant un plan intra-participants. L'absence d'utilisation de ce type de plan peut être due au fait que chaque participant.e doit subir chaque manipulation de stéréotypes (i.e., condition où un stéréotype négatif sexué est induit et condition contrôle), ce qui nécessite certaines précautions dans la manipulation des différentes conditions.

L'étude 1 s'intéressant à un tout nouveau type de tâche (i.e., endurance non-technique), nous avons opté pour un plan inter-participants, en accord avec l'ensemble des précédentes études évaluant les effets de menace du stéréotype (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Chalabaev, Stone et al., 2008 ; Heidrich & Chiviowski, 2015 ; Hermann & Vollmeyer, 2016 ; Hively & El-Alayli, 2014 ; Laurin, 2013, 2017a). Pour cela, les participant.e.s ont été aléatoirement réparti.e.s dans trois conditions : une condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit, une condition où une information contre-stéréotypique était induite et une condition contrôle où aucune information n'était dite aux participant.e.s⁴² ; chaque participant.e réalisant une seule condition. Après avoir validé nos

⁴² Dans l'étude 1, en plus de s'intéresser aux effets de l'induction du stéréotype négatif sur la performance d'endurance, un second objectif était de comparer la condition contre-stéréotypique à la condition contrôle. Ces deux conditions ont été utilisées de manière interchangeable comme condition contrôle dans le domaine physique et sportif et il apparaissait nécessaire de s'assurer que ces deux conditions affectaient la performance de la même manière. Après s'en être assuré, les études 2, 3 et 4 ont uniquement utilisé deux conditions expérimentales : une condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit et une condition où une information contre-stéréotypique était induite (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013).

hypothèses dans l'étude 1, nous avons souhaité généraliser nos résultats au plan intra-participants, jusqu'alors jamais utilisé, pour évaluer les effets des stéréotypes. Par conséquent, les études 2, 3, et 4 ont utilisé un plan intra-participants pour évaluer les effets de l'induction d'un stéréotype négatif. Cependant, certaines précautions doivent être prises en compte en raison de quelques limites émanant des plans intra-participants (Charness et al., 2012). Comme chaque participant.e doit subir les différentes manipulations de stéréotypes, il est important de matérialiser le stéréotype pour éviter toute suspicion de la part des participant.e.s quant au réel objectif de l'étude (voir *section 2.1.* du chapitre 2). Dans le même sens, il est possible que, dans ce type de plans, une condition en influence une autre. Pour réduire ce potentiel effet, une randomisation de l'ordre des conditions ainsi qu'un espacement conséquent des différentes sessions expérimentales ont été opérés. En outre, un effet d'apprentissage peut également survenir dans ce type de plans. Des études pilotes et des séances de familiarisation ont donc été réalisées, afin de s'assurer que les tâches utilisées soient reproductibles (voir *section 3.* du chapitre 2).

Enfin, pour évaluer les effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance des seniors (i.e., études 5 et 6), nous avons opté pour des plans inter-participants comprenant une session unique. Ce choix a été fait en raison des multiples difficultés liés à leur recrutement et notamment de devoir les faire revenir à plusieurs reprises au laboratoire (e.g., Kammerer, Falk, Herzog, & Fuchs, 2019 ; UyBico, Pavel, Gross, 2007).

2. LES MANIPULATIONS DE STEREOTYPES

2.1. INDUCTION DES STEREOTYPES SEXUES

Pour induire les stéréotypes sexués dans le domaine physique et sportif, deux techniques ont été principalement utilisées, à savoir la mise en avant de différences groupales sur le test à effectuer (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Heidrich & Chiviowski, 2015) et la mise en avant de caractéristiques stéréotypiques liées à la tâche (e.g., Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Hively & El-Alayli, 2014) (voir *section 3.1.1.* du chapitre 1 pour plus détails). Dans l'étude 1, pour les participant.e.s assigné.e.s à la condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit, il leur était dit : « *Il a été montré que les femmes sous-performaient sur ce test comparativement aux hommes* ». Pour les participant.e.s assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique, l'expérimentateur renseignait les participant.e.s qu' « *il a été montré qu'il n'existait pas de différences de performance entre les hommes et les femmes sur ce test* ». Enfin, aucune information n'était donnée aux participant.e.s assigné.e.s à la condition contrôle. Cette manipulation, utilisée dans de nombreuses études (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Chalabaev, Stone et al., 2008), est effective pour induire un stéréotype négatif envers les femmes, notamment lors d'une tâche isométrique (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013), comme celle utilisée dans l'étude 1. Nous avons également confirmé l'efficacité de cette méthode en demandant aux participant.e.s à la fin de la session s'il existait des différences de performances entre les hommes et les femmes sur le test qu'ils/elles venaient d'effectuer. Quatre réponses leur étaient proposées : « *les hommes obtenaient de meilleures performances* », « *les femmes obtenaient de meilleures performances* », « *aucune différence de performance entre les femmes et les hommes* », et « *aucune indication concernant des différences de*

performance entre les femmes et les hommes ». Tous/toutes les participant.e.s ont correctement répondu à cette question indiquant qu'ils/elles avaient bien perçu la manipulation du stéréotype.

Dans les études 2, 3 et 4, étant donné qu'un plan intra-participants a été adopté, la manipulation utilisée dans l'étude 1 apparaissait comme inadaptée. En effet, le fait d'uniquement dévoiler aux participant.e.s qu'il existe des différences groupales sur le test lors d'une session et qu'il n'en existe pas lors d'une seconde session pourrait éveiller des soupçons chez les participant.e.s quant au réel objectif des études. Par conséquent, les deux types d'induction majoritairement utilisés pour induire un stéréotype sexué ont été croisés. Spécifiquement, lorsque les participant.e.s étaient assigné.e.s à la condition « stéréotype négatif à l'encontre des femmes », il leur était dit : « *Nous allons investiguer les différences entre les hommes et les femmes sur cette tâche. Pour cela, nous allons mesurer des facteurs physiques et physiologiques supplémentaires. De précédentes études ont montré qu'il existait des différences entre les femmes et les hommes. En effet, les femmes ont été montrées comme sous-performantes sur cette tâche par rapport aux hommes* ». Lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique, les participant.e.s recevaient la manipulation suivante : « *Nous allons investiguer les différences entre les hommes et les femmes sur cette tâche. Pour cela, nous allons mesurer des facteurs cognitifs et psychologiques supplémentaires. De précédentes études ont montré qu'il n'existait pas de différences de performance entre les hommes et les femmes sur ce test* ». Sept jours minimum séparait ces deux sessions. Dans l'étude 4, nous avons contrôlé l'efficacité de cette manipulation. A la fin des deux sessions expérimentales, les participant.e.s devaient répondre aux deux items suivants : « *Au regard des paramètres mesurés, dans quelle mesure y avait-il des différences de performance entre les hommes et les femmes sur la tâche que vous avez réalisée précédemment ?* » et « *Qui performent le mieux sur la tâche que vous avez réalisée précédemment ?* ». Pour le premier item, les participant.e.s devaient répondre par l'intermédiaire d'une échelle de Likert en 11

points allant de 1 (i.e., « pas de différence ») à 11 (i.e., « différences »). Pour le second item, les participant.e.s devaient également répondre au travers d'une échelle de Likert en 11 points allant de 1 (i.e., « hommes supérieurs ») à 11 (i.e., « femmes supérieures ») avec 6 indiquant « femmes et hommes égaux ». Cette manipulation a récemment été utilisée pour attester de l'efficacité de la manipulation d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes (e.g., Huber et al., 2015). Les participant.e.s ont rapporté dans une plus grande mesure qu'il existait des différences entre les femmes et les hommes et que les hommes performaient mieux que les femmes lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s au stéréotype négatif envers les femmes, comparativement à lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s à l'information contre-stéréotypique. Ces résultats démontrent que la manipulation a été effective pour induire le stéréotype.

De plus, nous avons essayé de crédibiliser un maximum nos différentes manipulations afin de réduire le risque de suspicion de la part des participant.e.s. Comme il leur était dit que des facteurs psychologiques et cognitifs étaient mesurés dans la condition contre-stéréotypique, ces dernier.e.s étaient équipés d'un casque NIRS (i.e., *near infrared spectroscopy*)⁴³. Une étude pilote a été conduite pour s'assurer que le port du casque n'influçait pas la performance des participants (voir *section 3.2.* du chapitre 2).

Dans le domaine physique et sportif, les différentes manipulations des stéréotypes ont majoritairement été orales (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Heidrich & Chiviawski, 2015 ; Laurin, 2013, 2017a). Par conséquent, nous avons également induit ces différentes conditions de manière orale. L'expérimentateur avait alors appris chaque manipulation par cœur, veillait à ce que le/la participant.e soit attentif.ive lors de la manipulation des stéréotypes et gardait le même ton de voix pour chaque manipulation.

⁴³ Les casques NIRS sont fréquemment utilisés dans les recherches psychologiques et cognitives (e.g., Soltanlou, Sitnikova, Nuerk, & Dresler, 2018). Ce casque était factice.

2.2. INDUCTION DES STEREOTYPES LIES A L'AGE

Dans leur méta-analyse, Lamont et al. (2015) ont montré qu'utiliser une manipulation basée sur un stéréotype (e.g., « *It is widely assumed that intellectual performance declines with age* », Abrams et al., 2006, p. 694) était plus effective que d'utiliser une manipulation basée sur des faits (e.g., « *Past research has shown that memory performance declines with age* », O'Brien & Hummert, 2006, p. 347). Nous avons, par conséquent, opté pour une manipulation basée sur un stéréotype, tout en précisant la supériorité des jeunes adultes comparativement aux seniors sur la tâche. Dans l'étude 5, les participantes étaient informées que « *nous nous intéressons aux performances des jeunes adultes et des seniors sur la tâche. Il est généralement admis que la chute des capacités physiques est dépendante de l'âge. Par conséquent, les seniors ont été montrés comme sous-performants sur ce test en comparaison des adultes plus jeunes* » (i.e., condition stéréotype négatif à l'encontre des seniors). *A contrario*, les participantes de la condition contre-stéréotypique étaient informées que « *nous nous intéressons aux performances des jeunes adultes et des seniors sur la tâche. La chute des capacités physiques ne dépend pas de l'âge. Par conséquent, les seniors et les jeunes adultes ont été montrés comme performants de la même manière sur cette tâche* ».

Enfin, dans l'étude 6, en plus d'investiguer les effets des stéréotypes négatifs à l'encontre des seniors sur leur performance physique, nous avons également observé l'effet de l'induction d'un stéréotype positif à leur égard sur cette même performance. Nous avons également utilisé dans cette étude une manipulation basée sur un stéréotype. Précisément, les participantes assignées à la condition « stéréotype négatif à l'encontre des seniors » recevaient la manipulation suivante : « *Nous allons investiguer les différences entre les jeunes adultes et les seniors sur cette tâche. Avec l'avancée en âge, les personnes deviennent plus faibles et fragiles. Cette faiblesse entraîne une moins bonne régulation de l'effort. Par conséquent, les seniors performant généralement moins bien que les jeunes adultes sur ce type de tâche* ». Cette

induction est basée sur l'étude de Hummert (1990) qui référence la faiblesse et la fragilité comme des stéréotypes négatifs liés aux seniors. L'expérimentateur informait les participantes assignées à la condition « stéréotype positif envers les seniors » que « *nous allons investiguer les différences entre les jeunes adultes et les seniors sur cette tâche. Avec l'avancée en âge, les personnes gagnent de l'expérience. Cette expérience entraîne une meilleure régulation de l'effort. Par conséquent, les seniors performant généralement mieux que les jeunes adultes sur ce type de tâche* ». A notre connaissance, il n'existe pas de stéréotypes positifs envers les seniors dans le domaine physique et sportif. Par conséquent, nous avons utilisé et adapté un stéréotype positif envers les seniors à notre tâche, basé sur l'expérience (Hummert, 1990). Enfin, aucune information n'était donnée aux participantes du groupe contrôle.

3. TACHES D'ENDURANCE, ETUDES PILOTES ET SEANCES DE FAMILIARISATION

3.1. LES TACHES D'ENDURANCE NON-TECHNIQUES

Pour investiguer les effets de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes sur la performance d'endurance non-technique des participant.e.s, quatre tâches différentes ont été utilisées.

Dans l'étude 1, nous avons opté pour une tâche dite « temps-limite » en condition isométrique. Plus précisément, les participant.e.s devaient maintenir un niveau de force correspondant à 50% de leur force maximale le plus longtemps possible, jusqu'à épuisement⁴⁴ (Figure 17). Cette tâche a été choisie pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les tâches isométriques (i.e., contraction musculaire sans modification de la longueur du muscle) sont des tâches que l'on peut qualifier de non-techniques et permettent donc de tester l'hypothèse d'un effet tâche-dépendant. De plus, en plus d'être facile d'utilisation, les tâches de type « temps-limite », largement utilisées dans la littérature scientifique pour évaluer l'endurance des participant.e.s, sont hautement reproductibles (e.g., coefficient de corrélation intraclasse : 0.92 lors d'un test-retest, Gerodimos et al., 2017). Le fait que ce type de tâche soit reproductible suggère que si un effet est observé entre les différentes conditions, cela signifierait qu'il résulterait de nos manipulations expérimentales. Enfin, ce type de tâche a également été fréquemment utilisé pour mettre en évidence l'effet de certains facteurs psychologiques et psychosociaux sur la performance d'endurance (e.g., Hutchinson et al., 2008).

⁴⁴ Dans cette étude 1, les participant.e.s ont réalisé une première fois la tâche permettant une mesure de base, puis une seconde fois après l'induction des différentes conditions.

CMV = Contraction maximale volontaire

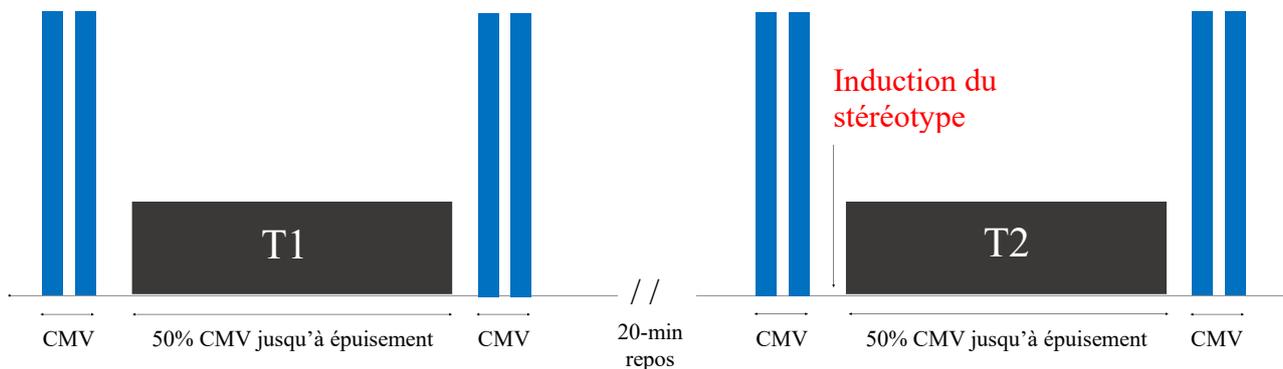


Figure 17 : Schématisation du protocole de l'étude 1

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 1 pour évaluer l'effet des stéréotypes sexués sur la performance d'endurance des participant.e.s. Lors du premier temps expérimental (T1), les participant.e.s ont réalisé une tâche de type « temps-limite » consistant à maintenir 50% de leur force maximale le plus longtemps possible. Avant et après ce protocole d'endurance, les participant.e.s ont réalisé deux contractions maximales volontaires (CMV) (i.e., indicateurs du niveau de fatigue induite par la tâche). Après un temps de repos de 20 minutes, les participant.e.s ont réalisé le même protocole d'endurance. Cependant, avant l'initiation de la deuxième tâche d'endurance, les différentes conditions ont été induites.

Cette tâche, permettant efficacement de mesurer l'endurance des participant.e.s, est majoritairement utilisée en laboratoire. Pour la deuxième étude, nous avons souhaité répliquer les résultats obtenus dans l'étude 1 au travers d'une tâche reflétant davantage les activités de la vie quotidienne : une tâche de cyclisme à intensité perçue constante. Plus précisément, les participant.e.s devaient réaliser 20 minutes de cyclisme à une intensité perçue comme « modérée » (Figure 18). Dans ce type de tâche, les participant.e.s ont pour instruction de maintenir une intensité perçue d'effort constante durant l'intégralité de la tâche et d'adapter leur effort en fonction de leurs perceptions. Autrement dit, les participant.e.s doivent adapter leur puissance développée durant la tâche pour toujours percevoir l'effort comme « modéré ». L'utilisation de ce type de tâche a fortement augmenté ces dernières années (e.g., Farra et al., 2017 ; Roussey et al., 2018 ; Vargas & Marino, 2018). En plus de se rapprocher des activités de la vie quotidienne, ce type de tâche permet de comprendre les mécanismes régulant les réponses perceptuelles au cours d'un exercice où les participant.e.s adaptent leur effort

librement, tout en permettant l'observation d'un indicateur de performance (e.g., puissance développée)⁴⁵. Par exemple, dans cette étude 2, si la puissance développée est supérieure après l'induction d'un stéréotype négatif, malgré une perception de l'effort constante, cela signifierait que la relation dite « RPE/intensité » a été modifiée et donc que la perception de l'effort joue un rôle majeur dans l'amélioration de la performance observée.

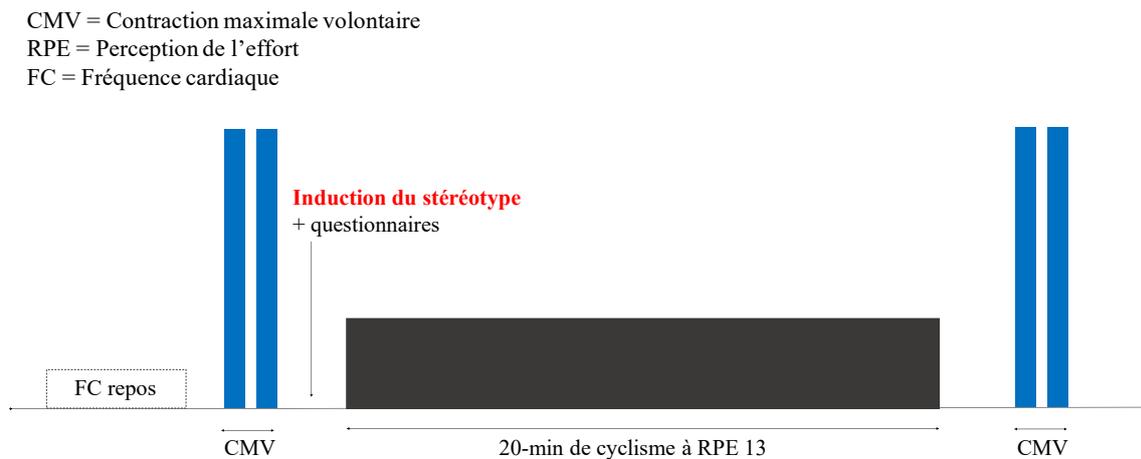


Figure 18 : Schématisation du protocole de l'étude 2

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 2 pour évaluer l'effet des stéréotypes sexués sur la performance d'endurance des participant.e.s. Les participant.e.s ont réalisé 20 minutes de cyclisme à RPE 13, représentant un effort « modéré » (Borg, 1970). L'induction du stéréotype était réalisée juste avant le début de la tâche d'endurance. Avant et après ce protocole d'endurance, les participants ont réalisé deux contractions maximales volontaires (i.e., indicateurs du niveau de fatigue induite par la tâche).

Dans l'étude 3, ce sont les mécanismes physiologiques explicatifs des effets observés dans les études 1 et 2 qui ont été investigués. Les participant.e.s ont réalisé une tâche consistant en une répétition de CMV. Plus précisément, les participant.e.s devaient réaliser 15 CMV (i.e., mesure de base) suivies de 15 autres CMV après la manipulation des différentes conditions

⁴⁵ Habituellement, pour investiguer les réponses perceptuelles en situation de fatigue, les auteur.e.s fixent une intensité d'effort à maintenir durant l'intégralité de l'effort (e.g., pédaler pendant 20 minutes à l'intensité : 25% au-dessus du seuil ventilatoire ; Chow & Etnier, 2016). Les auteur.e.s mesurent alors par exemple l'évolution de la perception de l'effort. Cette méthode permet, effectivement, de correctement définir l'impact de la perception de l'effort lors de la tâche d'endurance. Cependant, comme l'intensité fixée doit être maintenue, aucune différence ne peut être observée entre chacune des conditions.

(Figure 19). Cette tâche a été choisie pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les répétitions de contractions maximales permettent d'induire un haut niveau de fatigue centrale (e.g., Taylor et al., 2000), permettant de tester l'hypothèse d'une modification des stéréotypes au travers d'adaptations centrales (Chalabaev, Brisswalter et al., 2013). Cette hypothèse est également renforcée par le fait que d'autres facteurs environnementaux et psychologiques influencent la performance d'endurance au travers d'adaptations centrales (e.g., Ducrocq et al., 2017 ; Goodall et al., 2015 ; Temesi et al., 2013). De plus, l'investigation des fonctions neuromusculaires (i.e., permettant de détecter l'origine de la fatigue) doit être réalisée lors de CMV isométriques (Merton, 1954). Enfin, le protocole d'endurance a été réalisé au niveau des membres inférieurs car l'investigation des fonctions neuromusculaires au niveau des quadriceps, largement réalisée dans la littérature scientifique, est une méthode fiable, reproductible et simple d'investigation (Coso, Hamouti, Estevez, & Mora-Rodriguez, 2011 ; Place, Maffiuletti et al., 2007).

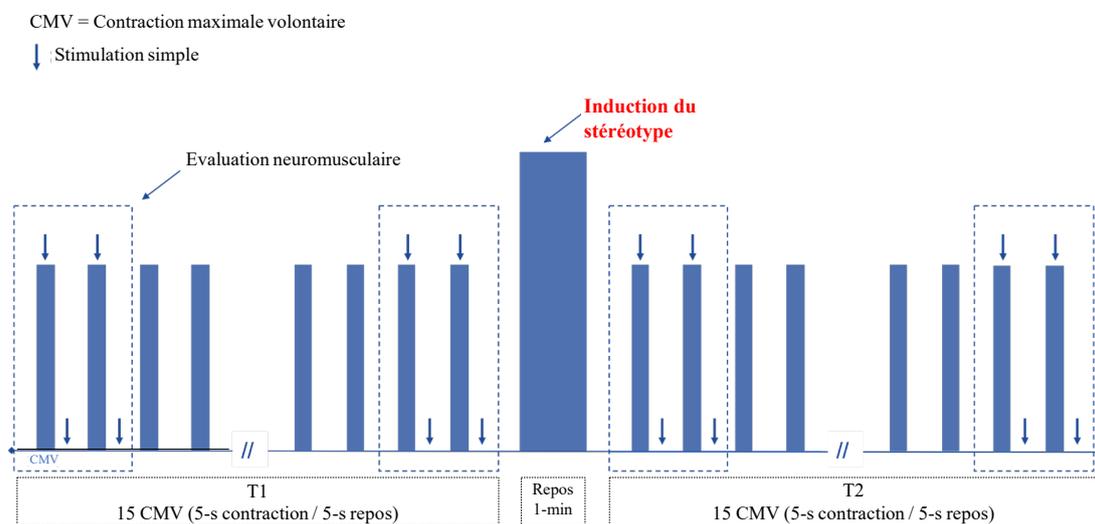


Figure 19 : Schématisation du protocole de l'étude 3

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 3 pour évaluer l'effet des stéréotypes sexués sur la performance d'endurance des participant.e.s. Les participant.e.s ont, dans un premier temps, réalisé 15 CMV (T1). Puis, un temps de repos d'une minute leur était accordé, durant lequel l'expérimentateur induisait les différentes conditions. Puis, les participant.e.s ont de nouveau réalisé 15 CMV (T2). Lors des deux premières et deux dernières contractions de chaque série, une évaluation des fonctions neuromusculaires était réalisée en utilisant une stimulation électrique simple durant la contraction musculaire et une stimulation électrique simple au repos.

L'étude 4 avait pour objectif de confirmer les résultats de l'étude 3 en s'intéressant aux mécanismes centraux responsables de l'amélioration de la performance observée dans les études 1, 2 et 3. Plus particulièrement, cette étude a porté son attention sur les mécanismes corticaux responsables de la planification et l'exécution de la commande motrice centrale : les potentiels corticaux moteurs (MRCPs). La mesure de ces MRCPs permet également de tester avec précision l'hypothèse de Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) qui suggère que les modifications de performance à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif résulteraient d'une modification des processus préparatoires de l'exécution du mouvement. Dans cette étude 4, les participants ont réalisé une série de 80 contractions isométriques du coude à une intensité perçue comme « moyenne » (Figure 20). Cette tâche a été choisie pour deux raisons majeures. D'une part, pour obtenir une mesure fiable des MRCPs, un grand nombre de répétitions de contractions est nécessaire (pour une revue, voir Shakeel et al., 2015). En effet, lors d'un essai simple, les données issues de l'enregistrement EEG contiennent les ondes MRCPs mais également un bruit aléatoire instantané (Luck, 2014). En moyennant plusieurs essais, le bruit de fond de chaque essai est annulé, laissant place uniquement aux MRCPs (Luck, 2014). Par conséquent, un nombre important de contractions de coude, membre largement investigué dans l'investigation des MRCPs (e.g., Siemionow et al., 2000), a été réalisé pour s'assurer d'une mesure fiable de cette variable. D'autre part, pour optimiser la génération de MRCPs, notamment au niveau du cortex préfrontal, la tâche utilisée nécessite une prise de décision de la part des participants quant au mouvement à exécuter (Jahanshahi et al., 2001). Par conséquent, plutôt que de fixer une intensité d'effort (e.g., 50% de la force maximale), une intensité perçue a été fixée, ne cloisonnant pas le participant à développer une force précise, mais lui laissant la possibilité de décider de la force à produire afin de représenter la perception de l'effort établie, dans le but d'optimiser la génération de MRCPs.

CMV = Contraction maximale volontaire
 EEG = Electroencéphalographie

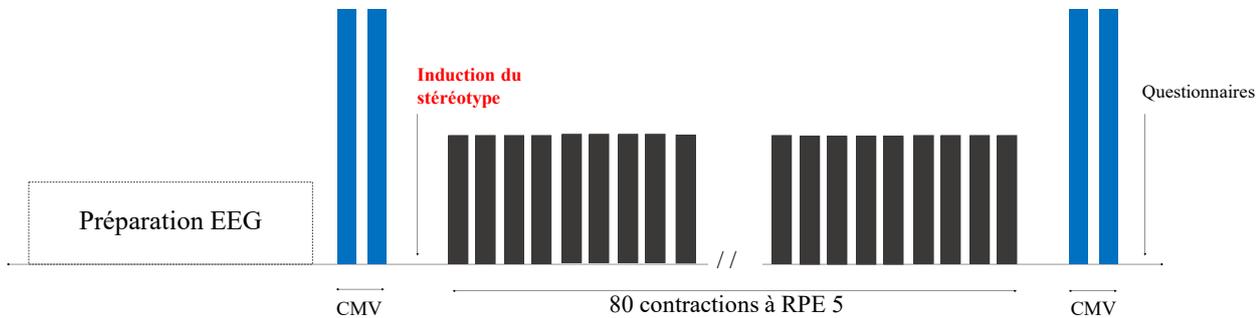


Figure 20 : Schématisation du protocole de l'étude 4

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 4 pour évaluer l'effet des stéréotypes sexuels sur la performance d'endurance des participant.e.s. Les participant.e.s ont réalisé 80 contractions musculaires à RPE 5, représentant un effort « moyen » (Borg, 1998). L'induction du stéréotype était réalisée juste avant le début de la tâche d'endurance. Avant et après ce protocole d'endurance, les participant.e.s ont réalisé deux contractions maximales volontaires (i.e., indicateurs du niveau de fatigue induite par la tâche).

L'objectif de l'étude 5 était de généraliser les résultats obtenus dans les études 1, 2, 3 et 4 à une autre population stéréotypée : les seniors. A l'heure actuelle, la comparaison des résultats obtenus chez les femmes et chez les seniors est difficilement réalisable car les tâches utilisées diffèrent drastiquement entre ces deux populations. Par conséquent, nous avons utilisé, comme dans l'étude 1, une tâche de type « temps-limite ». Plus précisément, il était demandé aux participantes de maintenir une force correspondant à 30% de leur force maximale le plus longtemps possible (Figure 21). Ce type de tâche a aussi été choisi car il s'agit d'une méthode simple et reproductible pour investiguer l'endurance des participant.e.s, et il a été utilisé dans la littérature pour investiguer les effets de certains facteurs psychologiques sur la performance d'endurance (e.g., Pageaux et al., 2013).

CMV = Contraction maximale volontaire

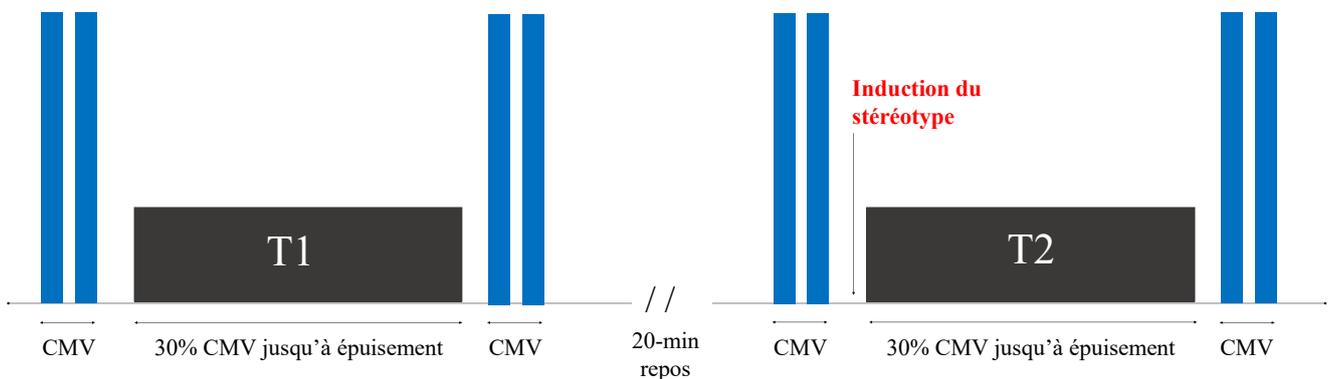


Figure 21 : Schématisation du protocole de l'étude 5

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 5 pour évaluer l'effet des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance des participantes. Lors du premier temps expérimental (T1), les participantes ont réalisé une tâche de type « temps-limite » consistant à maintenir 30% de leur force maximale le plus longtemps possible. Avant et après ce protocole d'endurance, les participants ont réalisé deux CMV (i.e., indicateurs du niveau de fatigue induite par la tâche). Après un temps de repos de 20 minutes, les participantes ont réalisé le même protocole d'endurance. Cependant, avant l'initiation de la deuxième tâche d'endurance, les différentes conditions ont été induites.

Enfin dans l'étude 6, l'objectif était d'observer si une modification de l'intensité de la tâche pouvait impacter différemment les effets liés à l'induction d'un stéréotype. Dans le domaine physique et sportif, il existe deux méthodes principales pour modifier l'intensité d'une tâche : fixer des intensités d'effort différentes (e.g., demander aux participant.e.s de réaliser des contractions musculaires à 30% de la force maximale) ou encore fixer des intensités d'effort perçu en utilisant une échelle de perception d'effort (Borg, 1998) (e.g., demander aux participant.e.s de développer une force qu'ils/elles jugent comme « facile », représentant un échelon de 3 sur une échelle d'effort allant de 0 « aucun effort » à 10 « effort maximal »). La première méthode, bien qu'étant efficace pour modifier l'intensité d'une tâche, ne permet pas d'observer un indicateur de performance lié à l'induction d'un stéréotype. La deuxième méthode, permettant également de modifier le niveau d'intensité d'une tâche, rend possible l'investigation d'un indicateur de performance (e.g., si on demande aux participant.e.s de

développer une force correspondant à un effort qu'ils/elles jugent « facile », la force produite par ces dernier.es peut être différente après l'induction d'un stéréotype, car il ne s'agit pas d'une force fixée mais d'une intensité fixée). De plus, utiliser des intensités perçues plutôt que des intensités fixées est également pertinent car se baser sur l'effort perçu est de plus en plus utilisé pour prescrire et moduler l'exercice lors de programmes d'activités physiques (pour une revue voir Morishita, Yamaushi, Fujisawa, & Domen, 2013), notamment chez les seniors (e.g., Row Lazzarini et al., 2017). Investiguer comment les stéréotypes influencent la performance des seniors sur ce type de tâches apparaissait comme crucial. Par conséquent, pour faire varier le niveau d'intensité de notre tâche tout en pouvant observer un indicateur de performance, nous avons utilisé cette deuxième méthode. Plus précisément, les participantes devaient réaliser des contractions qu'elles percevaient comme « faciles » (i.e., échelon 3), « moyennes » (i.e., échelon 5), « difficiles » (i.e., échelon 7) et « très difficiles » (i.e., échelon 9) (Figure 22).

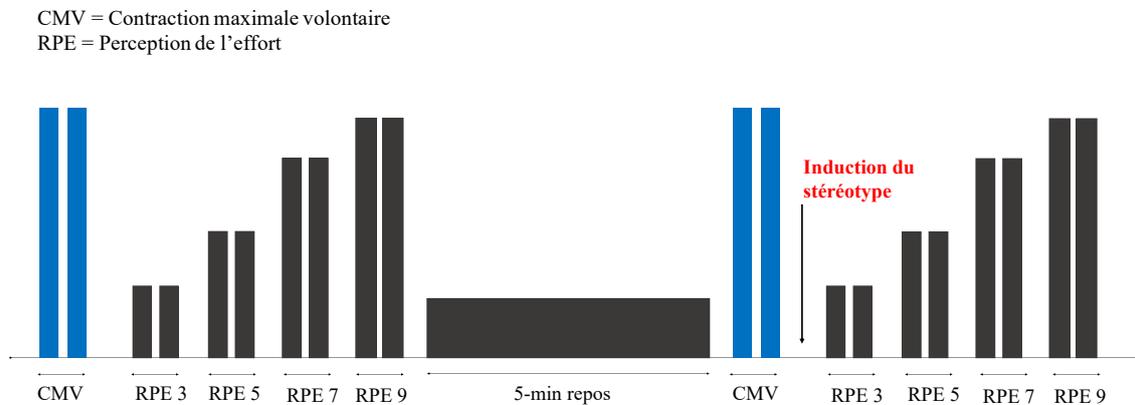


Figure 22 : Schématisation du protocole de l'étude 6

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 6 pour évaluer l'effet des stéréotypes liés à l'âge sur la performance des participantes. Lors du premier temps expérimental (T1), les participantes ont réalisé différentes contractions à 4 intensités perçues, à savoir RPE 3 (i.e., effort « facile »), RPE 5 (i.e., effort « moyen »), RPE 7 (i.e., effort « difficile »), et RPE 9 (i.e., effort « très difficile ») (Borg, 1998), de manière randomisée. Après un temps de repos de 5 minutes, les participantes ont réalisé de nouvelles contractions aux mêmes intensités perçues. Avant la réalisation de cette deuxième phase, les différentes conditions ont été induites.

3.2. LES ETUDES PILOTES

Comme précédemment mentionné (voir *section 2.1.*), pour crédibiliser notre manipulation du stéréotype dans l'étude 3, lorsque les participant.e.s étaient assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique, ils/elles portaient un casque NIRS factice. Nous avons donc vérifié que l'utilisation de ce casque n'influçait pas la performance des participant.e.s. Pour cela, les participant.e.s ont réalisé le même protocole que dans l'étude 3, sans la manipulation de stéréotype. Après une première séance de familiarisation, les participant.e.s ont réalisé 15 CMV suivies d'une minute de repos et de nouveau 15 CMV. Une semaine plus tard, les participant.e.s réalisaient de nouveau ce protocole. La seule différence entre ces deux temps expérimentaux était que, lors d'une des deux sessions, les participant.e.s étaient équipé.e.s du casque NIRS durant la minute de repos. Nous avons alors analysé la chute de performance des 15 dernières contractions entre ces deux conditions (i.e., indicateur de performance). Aucune différence de performance n'était observée entre la condition où le casque NIRS était porté et la condition où la tâche était réalisée sans l'instrumentalisation, suggérant que le port du casque n'influencerait pas la performance des participant.e.s.

Dans l'étude 2, nous avons utilisé une tâche de cyclisme à intensité perçue constante. Cet effort se basant sur une perception subjective de l'effort, il était nécessaire de vérifier que la tâche était reproductible, c'est-à-dire que les participant.e.s puissent répliquer leur performance⁴⁶ sur différentes sessions lorsqu'ils/elles sont placé.e.s dans les mêmes conditions. Pour cela, après avoir été familiarisé.e.s lors d'une session inaugurale (voir *section 3.3.*), les participant.e.s ont réalisé deux fois 20 minutes de cyclisme à une intensité perçue « modérée » lors de deux sessions espacées de sept jours (i.e., aucune manipulation de stéréotype n'était réalisée). Aucune différence de performance n'était observée entre les deux sessions, suggérant

⁴⁶ Lors de tâches d'endurance, et notamment des tâches à intensité perçue constante, les auteur.e.s ont considéré qu'une tâche était reproductible lorsque le coefficient de variation entre plusieurs essais était inférieur à 5% (e.g., Roussey et al., 2018).

une bonne reproductibilité de la tâche. De plus, le coefficient de variation entre ces deux sessions était inférieur à 4% démontrant également une reproductibilité élevée.

3.3. LES SEANCES DE FAMILIARISATION

Dans l'étude 2, la première session était une séance de familiarisation durant laquelle les participant.e.s ont réalisé la même tâche que lors des séances expérimentales (i.e., deux séries de 15 CMV séparées par un temps de repos d'une minute). Cette tâche se basant uniquement sur des CMV, une familiarisation des participant.e.s à ces contractions apparaissait comme primordiale (Gandevia, 2001). Selon cet auteur, une des précautions à prendre lors de l'investigation de CMV est de s'assurer que les participant.e.s soient capables de réaliser des contractions maximales afin d'assurer une mesure fiable et reproductible lors des sessions expérimentales. Si la CMV des participant.e.s n'était pas réellement maximale, cela influencerait, en plus de la performance, la mesure d'activation volontaire (AV ; indicateur majeur d'une fatigue centrale). En effet, si la stimulation électrique délivrée par l'expérimentateur/trice survient à un niveau de force sous-maximal, l'AV est alors sous-estimée et inutilisable (Gandevia, 2001 ; Shield & Zhou, 2004). Enfin, cette session avait également pour but de familiariser les participant.e.s avec les stimulations électriques utilisées dans le but de définir l'origine de la fatigue induite par la tâche. En effet, ces stimulations pouvant paraître déplaisantes vis-à-vis des participant.e.s, les familiariser avec cette mesure apparaissait comme nécessaire.

Les tâches utilisées dans les études 2 et 4 étaient basées sur une perception de l'effort subjective que les participant.e.s devaient maintenir pendant l'intégralité de la tâche. Lors de l'investigation ou l'utilisation de la perception de l'effort (RPE), Pageaux (2016) a établi une liste de recommandations visant à améliorer la qualité de la mesure. Une séance de familiarisation est notamment conseillée pour s'assurer que les participant.e.s comprennent et

évaluent correctement leur RPE (Pageaux, 2016). Il est de surcroît primordial de familiariser les participant.e.s lorsque la RPE est utilisée pour définir l'intensité de la tâche (i.e., tâche à intensité perçue constante). Pour ce type de protocole, le/la participant.e doit rester à une intensité perçue fixe pendant toute la durée de la tâche. Pour s'assurer que les participant.e.s sont capables de correctement gérer leur effort produit en se basant sur leur RPE, une visite de familiarisation est primordiale. Deux techniques ont été utilisées dans la littérature scientifique pour s'assurer que les participant.e.s soient capables de correctement gérer leur effort : (1) familiariser les participant.e.s aux différents échelons de l'échelle d'effort utilisée (e.g., Lander et al., 2009) ou (2) vérifier la reproductibilité de la tâche sur la RPE établie (e.g., Roussey et al., 2018). Dans les études 2 et 4, nous avons couplé ces deux méthodes pour augmenter la reproductibilité de la tâche. Cette combinaison de techniques permettait de s'assurer que les participant.e.s étaient capables de gérer leur effort à la cible fixée, tout en étant aptes à déterminer à quels moments ils/elles devaient adapter leur effort pour maintenir la même RPE, dans le cas où une adaptation était nécessaire.

Dans l'étude 2, lors de la séance de familiarisation, des instructions standardisées sur la RPE ont été données aux participant.e.s (Pageaux, 2016). Ils/elles ont ensuite réalisé 5 minutes de cyclisme à différentes intensités perçues, sous une forme pyramidale, dans l'ordre suivant : RPE 11, RPE 13, RPE 15, RPE 13, RPE 11, basée sur l'échelle 6-20 de Borg (1970). Il était demandé aux participant.e.s de pédaler à une intensité représentant la valeur choisie de RPE. Les participant.e.s pouvaient adapter leur effort si nécessaire et avaient pour principale consigne de maintenir l'effort perçu sélectionné constant. Entre chaque intensité perçue, les participant.e.s disposaient de 5 minutes de repos, durant lesquelles l'expérimentateur redonnait des consignes sur la RPE et des feedbacks aux participant.e.s, pour d'éventuelles adaptations lors des futurs essais. L'objectif de ces différents essais était de permettre aux participant.e.s de se familiariser avec l'intensité qui était utilisée lors des sessions expérimentales (i.e., RPE 13)

mais également aux perceptions situées autour de cet échelon (i.e., RPE 11 et RPE 15). A la suite de cette pyramide d'essais, les participant.e.s devaient réaliser deux fois 7 minutes de cyclisme à RPE 13 avec 15 minutes de repos entre les deux essais (Figure 23). L'objectif était de vérifier si les participant.e.s étaient capables de réaliser deux fois la même tâche avec un coefficient de variation inférieur à 5% entre les deux essais (e.g., Roussey et al., 2018). Si c'était bien le cas, la session était terminée, sinon d'autres essais étaient réalisés jusqu'à atteindre ce seuil de reproductibilité.

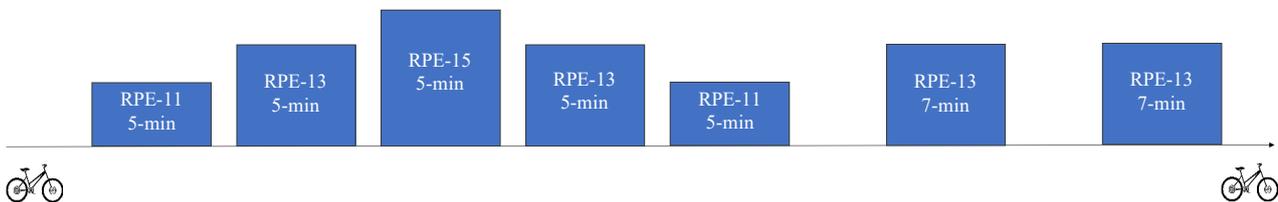


Figure 23 : Schématisation de la séance de familiarisation de l'étude 2

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 2 pour familiariser les participant.e.s à gérer leur effort au travers de leur RPE. Dans un premier temps, ils/elles ont réalisé 5 minutes de cyclisme à différentes intensités perçues (i.e., RPE 11, RPE 13, RPE 15) (Borg, 1970). Puis, les participant.e.s ont réalisé deux tâches de cyclisme de 7 minutes à RPE 13 (intensité choisie pour les sessions expérimentales) dans le but de vérifier la reproductibilité de la tâche et la capacité du/de la participant.e à correctement gérer son effort en utilisant sa RPE.

Dans l'étude 4, le protocole de familiarisation a été adapté pour des tâches de contraction isométrique. Après avoir reçu les instructions standardisées, les participant.e.s ont réalisé 5 contractions de 5 secondes avec 5 secondes de récupération, à différentes intensités perçues dans l'ordre suivant : RPE 3, RPE 5, RPE 7, RPE 5, RPE 3, en utilisant l'échelle CR-10⁴⁷ (Borg, 1998). La force produite par les participant.e.s devait toujours correspondre à l'effort perçu

⁴⁷ L'échelle d'effort utilisée dans l'étude 4 (i.e., CR-10, Borg, 1998) était différente de celle utilisée dans l'étude 2 (i.e., échelle 6-20, Borg, 1970). Ce choix a été fait en fonction du type de tâche utilisé dans ces études. Alors que l'étude 2 se focalise sur un effort aérobic (i.e., 20 minutes de cyclisme), l'étude 4 représente plutôt un effort de type force. Par conséquent, comme l'échelle 6-20 a été initialement créée pour les efforts à composante aérobic du fait de la corrélation importante entre les échelons composant l'échelle et les paramètres physiologiques, comme la fréquence cardiaque (Scherr et al., 2013), cette échelle a été utilisée dans l'étude 2. Enfin, comme l'échelle CR-10 a plutôt été conçue pour des efforts de type force (e.g., Borg, 1998), il nous a semblé judicieux d'utiliser cette échelle dans l'étude 4.

sélectionné. Entre chaque intensité perçue, les participant.e.s disposaient de 2 minutes de repos durant lesquelles l'expérimentateur leur donnait des feedbacks. A la suite de cette pyramide, les participant.e.s ont réalisé deux séries de 10 contractions de 5 secondes avec 5 secondes de récupération, séparées de 10 minutes de repos (Figure 24). Comme pour l'étude 2, l'objectif était de vérifier si les participant.e.s étaient capables de réaliser deux fois la même tâche avec un coefficient de variabilité inférieur à 5% entre les deux essais. Si le coefficient était bien inférieur à 5%, alors la session de familiarisation était terminée, sinon, des nouvelles séries étaient réalisées jusqu'à ce que ce coefficient soit inférieur à ce seuil.

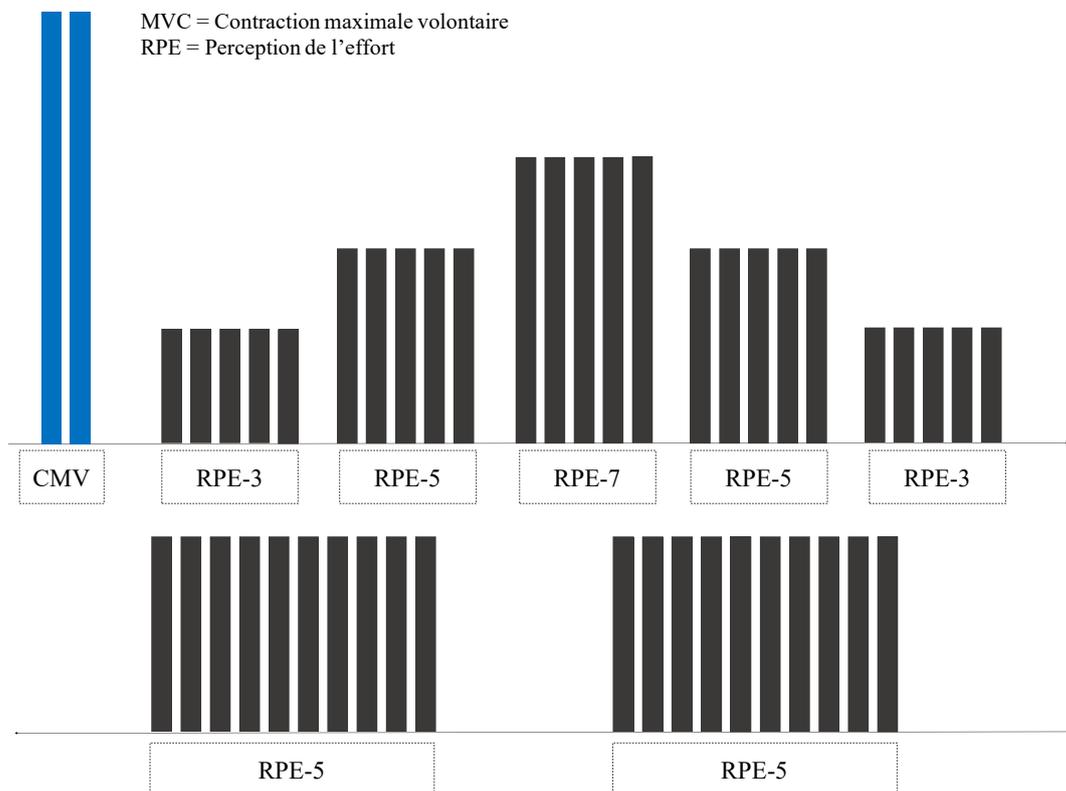


Figure 24 : Schématisation de la séance de familiarisation de l'étude 4

Cette figure représente le protocole utilisé dans l'étude 4 pour familiariser les participant.e.s à gérer leur effort au travers de leur perception d'effort. Dans un premier temps, les participant.e.s ont réalisé deux MVC. Ces contractions avaient pour but de représenter l'échelon 10, servant de repère aux participant.e.s dans la gestion de leurs futurs efforts. Ensuite, ils/elles ont réalisé des séries de 5 contractions à différentes intensités perçues (i.e., RPE 3, RPE 5, RPE7) (Borg, 1998). Puis, les participant.e.s ont réalisé deux séries de 10 contractions à RPE 5 (intensité choisie pour les sessions expérimentales) dans le but de vérifier la reproductibilité de la tâche et la capacité du/de la participant.e à correctement gérer son effort en utilisant sa perception de l'effort.

4. LES VARIABLES DEPENDANTES INVESTIGUEES

4.1. LA PERFORMANCE

Dans chacune des études réalisées, la performance des participant.e.s reflétait notre variable principale. Dans l'étude 1, la performance était caractérisée par le temps de maintien, c'est-à-dire le temps durant lequel les participant.e.s ont réussi à maintenir 50% de leur force maximale. L'arrêt de la tâche était défini lorsque les participant.e.s n'étaient plus capables de maintenir la force requise (i.e., 50% de la force maximale) pendant trois secondes consécutives, ou lorsqu'ils/elles stoppaient d'eux/elles-mêmes leur effort (e.g., Hutchinson et al., 2008 ; Place, Martin, Ballay, & Lepers, 2007). La puissance développée durant les 20 minutes de cyclisme représentait notre indicateur de performance dans l'étude 2. Dans le cadre de l'étude 3, la chute de force (en pourcentage) lors d'une répétition de 15 CMV correspondait à la performance des participant.e.s. Enfin, l'indice de performance de l'étude 4 était la force développée durant les 80 contractions isométriques intermittentes du coude.

Concernant l'étude 5, notre principale variable était le temps de maintien durant lequel les participantes devaient maintenir une force correspondant à 30% de leur force maximale. Cette valeur était définie lorsque les participantes n'étaient plus capables de maintenir la force requise (i.e., 30% de la force maximale) pendant trois secondes consécutives, ou lorsque les participantes stoppaient d'elles-mêmes leur effort (e.g., Hutchinson et al., 2008 ; Place, Martin et al., 2007). Enfin, dans l'étude 6, la force développée par les participantes aux différentes intensités perçues (i.e., RPE 3, RPE 5, RPE 7, RPE 9 sur l'échelle CR-10 (Borg, 1998)) représentait notre principale variable dépendante.

4.2. LES MECANISMES NEUROPHYSIOLOGIQUES

4.2.1. Fatigue centrale et fatigue périphérique

Durant l'étude 3, nous nous sommes intéressés aux mécanismes centraux et périphériques responsables de l'amélioration de la performance observée lors des études 1 et 2. Plus particulièrement, nous avons examiné si cette amélioration de la performance était due à une moindre fatigue centrale dans la condition où un stéréotype négatif était induit. Pour cela, la fonction neuromusculaire du quadriceps a été évaluée au départ et à la fin de chaque série de 15 CMV, par l'intermédiaire d'une stimulation simple supramaximale surimposée au pic de force de la CMV, suivie d'une seconde stimulation du nerf fémoral réalisée sur le muscle au repos 2 secondes après la fin de la contraction. Cette technique est fiable et reproductible pour mesurer les adaptations centrales et périphériques (Allen et al., 1995 ; Todd et al., 2004). L'intensité de stimulation délivrée correspondait à l'intensité où l'ensemble des unités motrices était recruté ; une estimation incorrecte de ce niveau d'intensité requis entraînerait une estimation faussée des niveaux de fatigue. Cette intensité était définie avant le début du protocole. Pour cela, au repos, le nerf moteur était stimulé toutes les 10 secondes, générant une secousse musculaire. L'intensité délivrée était augmentée à chaque stimulation. Une augmentation de l'amplitude de la secousse musculaire indiquait un recrutement de plus en plus important d'unités motrices. Lorsque la réponse de force n'augmentait plus malgré l'augmentation de l'intensité de stimulation, l'ensemble des unités motrices était alors recruté (Neyroud et al., 2014)⁴⁸. L'intensité de stimulation était fixée à 120% pour assurer la supramaximalité (Lagerquist & Collins, 2010 ; Neyroud et al., 2014). Les électrodes de

⁴⁸ Pour s'assurer que l'estimation de l'intensité de stimulation était correcte, il est également possible de s'intéresser à l'amplitude de l'onde M. Plus l'intensité de stimulation augmente, plus le recrutement d'unités motrices augmente également. Lorsque l'amplitude plafonne, le recrutement d'unités motrices est considéré comme maximal.

stimulation étaient placées de la manière suivante : la cathode au niveau du triangle fémoral et l'anode sous le pli fessier.

L'évaluation de la fonction neuromusculaire nous a permis d'évaluer si l'induction du stéréotype négatif entraînait des adaptations centrales et/ou périphériques (Gandevia, 2001). Au niveau central, notre variable principale était l'activation volontaire (AV). Cette variable était calculée à partir de la formule suivante (i.e., technique de la *twitch interpolation* ; Merton, 1954) : $AV (\%) = \left(1 - \frac{\text{amplitude secousse surimposée}}{\text{amplitude secousse potentiée}} \right) \times 100$. Une diminution du niveau d'AV entre le début et la fin de chaque série de 15 CMV nous renseignait du niveau de fatigue centrale induit par la tâche, et plus précisément de l'altération de la capacité du/de la participant.e à activer volontairement son muscle (e.g., Stackhouse et al., 2000). L'AV représente la mesure la plus utilisée dans la littérature scientifique pour quantifier une fatigue d'origine centrale et est de surcroît hautement reproductible (e.g., Allen et al., 1995 ; Todd et al., 2004). Au niveau périphérique, la principale variable utilisée était l'amplitude de la secousse potentiée (i.e., obtenue par la stimulation réalisée 2 secondes après la CMV). Une réduction de l'amplitude de la secousse potentiée entre le début et la fin du protocole d'endurance nous a permis de détecter une fatigue d'origine périphérique (Merton, 1954). L'investigation de l'amplitude de la secousse musculaire, principal indicateur utilisé pour attester d'une fatigue périphérique, est une mesure fiable et reproductible (e.g., Kufel, Pineda, & Mador, 2002 ; Place, Maffiuletti et al., 2007 ; Tofari et al., 2016).

4.2.2. L'activité électromyographique

L'activité musculaire a été quantifiée dans l'étude 3 en mesurant l'activité électromyographique (EMG) du quadriceps. Les électrodes ont été placées selon les recommandations SENIAM (*Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of*

Muscles ; Hermens et al., 2000). La position des électrodes était marquée au feutre indélébile pour s'assurer d'un placement identique à chaque session. Avant de placer ces électrodes, la peau était rasée, abrasée et nettoyée pour réduire l'impédance sous les 5 k Ω , toujours dans un objectif d'optimisation de la qualité du signal myoélectrique. Le signal EMG était amplifié, filtré (bande passante : 3.5 Hz - 350 Hz) et enregistré (fréquence d'échantillonnage = 2kHz) avec l'aide d'un logiciel spécifique (Labchart 7, ADInstrument, Bella-Vista, Australia). La fréquence moyenne du signal électromyographique (MPF) a été calculée par l'intermédiaire d'une transformée de Fourier (Cifrek, et al., 2000). Lors de tâches d'endurance, une diminution de la MPF est généralement observée, indiquant une fatigue neuromusculaire (Cifrek et al., 2009). Cet indicateur a été calculé car il permet, en plus du niveau d'AV et de l'amplitude de la réponse potentiée, d'attester d'une fatigue neuromusculaire. L'origine des modifications de la MPF durant une tâche d'endurance peut être soit centrale, soit périphérique (voir *section 4.2.2.2.2*).

4.2.3. Potentiels corticaux moteurs (i.e., motor-related cortical potential, MRCP)

Dans l'étude 4, l'activité EEG a été enregistrée durant l'intégralité de la tâche d'endurance isométrique par l'intermédiaire d'un casque comprenant 64 électrodes, monté selon le système international 10-10, avec une fréquence d'échantillonnage de 2000 Hz (e.g., Liu et al., 2005). Les artéfacts, liés au clignement des yeux, ont été enregistrés par l'intermédiaire d'une électrode placée au niveau de la paupière (EOG). Il était demandé aux participants de maintenir une position du corps et de la tête stable, d'éviter une « exagération » du clignement des yeux et d'éviter de claquer des dents, dans un objectif d'optimisation de la qualité du signal EEG (e.g., Berchicci et al., 2013 ; Liu et al., 2005). L'impédance des électrodes devait être inférieure à 5 k Ω (e.g., de Morree et al., 2012 ; Spring et al., 2016). Le traitement hors ligne a été effectué à l'aide du logiciel d'analyse *Brainstorm* (version 3.4.). Les

données brutes ont été re-référencées à l'activité corticale moyenne puis filtrées par une bande passante (i.e., 0,1 – 40 Hz) ainsi qu'inspectées visuellement pour identifier et éliminer les fenêtres contaminées par des artefacts (e.g., mouvement brusque de la tête) (Guo et al., 2017 ; de Morree et al., 2012). De ce signal brut, nous avons extrait les MRCPs pour chacune des contractions. Pour cela, l'activité corticale lors de chaque contraction a été segmentée et moyennée sur une fenêtre de 2500 ms allant de 2000 ms avant l'initiation du mouvement à 500 ms après son initiation (e.g., Berchicci et al., 2013 ; Spring et al., 2016). La mesure de base était dérivée de l'amplitude moyenne des premières 500 ms de chaque fenêtre (e.g., Berchicci et al., 2013 ; Spring et al., 2016). Pour chaque condition expérimentale, l'ensemble des contractions a été moyenné pour obtenir la grande moyenne (Berchicci et al., 2013 ; Spring et al., 2016). Enfin, pour réduire le bruit haute-fréquence, la grande moyenne a été filtrée par un filtre passe-bas à 5 Hz (e.g., de Moree et al., 2012).

Sur la base de précédentes études, deux composantes des MRCPs ont été calculées (e.g., Guo et al., 2017). Tout d'abord, les potentiels de préparation (*readiness potentials* ; RP) ont été calculés en moyennant l'amplitude du signal allant de 1500 ms à 100 ms avant l'initiation du mouvement, reflétant la planification et la préparation du futur mouvement (e.g., Guo et al., 2017). Les potentiels moteurs (i.e., *motor potentials* ; MP) ont été calculés en moyennant le signal allant de l'initiation du mouvement à 100 ms après son initiation, indiquant l'activité corticale lors de l'exécution du mouvement (e.g., Guo et al., 2017).

Ces MRCPs ont été analysés au niveau de deux régions du cerveau : le cortex moteur et le cortex préfrontal (CPF). Le cortex moteur est la zone la plus investiguée dans le cadre de l'investigation des MRCPs durant les tâches d'endurance (pour une revue, voir Shibasaki & Hallett, 2006) et est particulièrement impliqué dans la planification et l'exécution des mouvements (pour une revue, voir Ghez, 1991). De nombreuses études ont montré un lien significatif entre l'amplitude des MRCPs et la force générée au niveau du cortex moteur (e.g.,

Nishira et al., 1989 ; Siemionow et al., 2000). Notre indicateur de performance étant la force développée, il apparaissait nécessaire d'investiguer le cortex moteur pour expliquer les effets observés dans nos études 1, 2 et 3, et plus particulièrement l'aire motrice supplémentaire et l'aire centrale controlatérale, notamment impliquées lors de contractions de l'avant-bras (pour une revue, voir Shibasaki & Hallett, 2006). De plus, de nombreux/ses auteur.e.s ont récemment postulé que le CPF pouvait avoir un rôle majeur dans la performance d'endurance (e.g., McMorris et al., 2018 ; Robertson & Marino, 2016), et plus particulièrement dans le traitement des réponses motivationnelles et émotionnelles afin de prendre une décision quant à l'engagement dans la tâche (e.g., St Clair Gibson et al., 2016). De plus, certain.e.s auteur.e.s ont montré que le CPF était également impliqué dans la planification du mouvement et donc dans la génération de MRCPs (Berchicci et al., 2013 ; Jahanshahi et al., 2001 ; Guo et al., 2017). Les facteurs motivationnels pouvant être impliqués dans l'amélioration de la performance observée dans les études 1, 2 et 3 (voir aussi Jamieson & Harkins, 2007), il apparaissait nécessaire de s'intéresser au CPF. Enfin, de précédentes études dans le domaine cognitif avaient déjà mis en évidence une influence de l'induction de stéréotypes sur l'activité du CPF (Inzlicht & Kang, 2010 ; Krendl et al., 2008 ; Wraga et al., 2007), renforçant l'intérêt de son investigation.

4.2.4. La fréquence cardiaque

De nombreuses études ont montré que le corps réagissait physiologiquement à une situation de menace du stéréotype (e.g., Blascovich et al., 2001 ; Croizet et al., 2004 ; Vick et al., 2008). D'après le modèle biopsychosocial de la menace et du défi (Blascovich & Mendes, 2000 ; Blascovich, 2008 ; Blascovich & Tomaka, 1996), en réponse à une situation, les individu.e.s peuvent soit être dans un état de défi, s'ils/elles pensent qu'ils/elles ont suffisamment de ressources pour faire face à la demande de la tâche ou être dans un état de

menace, s'ils/elles pensent ne pas avoir suffisamment de ressources. De nombreux/ses auteur.e.s ont suggéré qu'une situation de menace du stéréotype motiverait les participant.e.s à mieux performer sur la tâche dans le but de contrer le stéréotype (voir le modèle des processus intégrés : Schmader et al., 2008 ; voir le modèle du simple effort : Jamieson & Harkins, 2007 ; Steele, 1997). Cependant, ces auteur.e.s n'ont apporté qu'un faible nombre de preuves empirique appuyant cette hypothèse. Il est alors possible de suggérer qu'une situation de menace serait davantage perçue comme un défi par les participant.e.s menacé.e.s que comme une menace. En plus de mesurer ces états de défi et de menace par l'intermédiaire de questionnaires (voir *section 4.3.1.*), il est possible d'utiliser la fréquence cardiaque (FC) (e.g., Blascovich & Tomaka, 1996). Une augmentation de la FC peut aussi bien révéler un état de défi qu'un état de menace (Blascovich & Tomaka, 1996). Une hausse de la FC associée à une augmentation de la performance pourrait indiquer un état de défi. En effet, si les participants perçoivent qu'ils ont suffisamment de ressources pour faire face au stéréotype, ils/elles s'engageraient dans davantage d'effort qui se caractériserait par une amélioration de la performance (i.e., état de défi). En revanche, une augmentation de la FC accompagnée d'une baisse de la performance suggérerait plutôt un état de menace. Le/la participant.e pourrait percevoir qu'il/elle n'a pas suffisamment de ressources pour subvenir à la tâche et sous-performerait malgré une augmentation de la fréquence cardiaque.

La fréquence cardiaque a été mesurée par un cardiofréquencemètre (Modèle F6 ; Polar Electro, Lake Success, NY). Cet instrument était attaché à une ceinture et placé sur la poitrine du/de la participant.e. Il était équipé d'un microprocesseur qui mesurait l'intervalle de temps entre deux battements de cœur avec une précision d'une milliseconde. Toutes les 10 secondes, la fréquence cardiaque était moyennée et la fréquence cardiaque moyenne était calculée. L'évolution de la fréquence cardiaque au cours de la tâche a également été mesurée. Pour cela, les 20 minutes de cyclisme ont été découpées en 10 segments de 2 minutes.

4.3. LES MECANISMES PSYCHOLOGIQUES

4.3.1. Défi et menace

Dans l'étude 2, le défi a été mesuré par une mesure physiologique (i.e., fréquence cardiaque) mais également par des mesures auto-rapportées. Plus précisément, nous avons utilisé un questionnaire d'évaluation du défi et de la menace (*Challenge and threat appraisals scale*, Elliot & Harackiewicz, 1996), adapté par Chalabaev et al. (2012). Les participant.e.s devaient noter immédiatement après la manipulation du stéréotype dans quelle mesure ils/elles se sentaient impatient.e.s et confiant.e.s sur une échelle de Likert en 7 points allant de 1 (i.e., « pas du tout d'accord ») à 7 (i.e., « tout à fait d'accord »). En opposition à l'échelle de défi, la menace perçue a également été mesurée et les participant.e.s devaient noter, juste après la manipulation du stéréotype, dans quelle mesure ils/elles se sentaient inquiet.e.s et nerveux/euses sur la même échelle de Likert. Les participant.e.s devaient répondre à ce questionnaire durant la séance de familiarisation (i.e., mesure de base), ainsi que lors des deux conditions expérimentales (i.e., condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit et condition où l'information contre-stéréotypique était induite).

4.3.2. Le sentiment d'auto-efficacité

Le sentiment d'auto-efficacité, défini comme « *the belief in one's capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainments* » (Bandura, 1997, p. 3), a également été mesuré dans l'étude 2. Son rôle dans les modifications de performance en situation de menace du stéréotype reste débattu dans le domaine physique et sportif (Chalabaev, Stone et al., 2008 ; Heidrich & Chiviowski, 2015). Alors que Chalabaev, Stone et al. (2008) n'ont observé aucune différence d'auto-efficacité auto-rapportée entre une condition où un stéréotype négatif était induit et une condition contrôle, Heidrich et

Chiviawski (2015) ont montré que les femmes menacées par un stéréotype négatif présentaient un sentiment d'auto-efficacité inférieur aux femmes assignées à la condition contrôle. Pour cela, le sentiment d'auto-efficacité a, dans un premier temps, était mesuré immédiatement après l'induction des différentes conditions (i.e., avant le début du protocole). En se basant sur l'étude de Welch, Hulley, et Beauchamp (2010), cinq items ont été utilisés pour mesurer le sentiment d'auto-efficacité. Les participant.e.s devaient indiquer à quel point ils/elles se sentaient confiant.e.s de pouvoir maintenir avec succès l'effort RPE 13 sans s'arrêter pendant 10, 20, 30, 45 et 60 minutes. Ils/elles devaient répondre à ces items au travers d'une échelle allant de 0% (i.e., « aucune confiance ») à 100% (i.e., confiance totale). Le score d'auto-efficacité était calculé en moyennant l'ensemble des réponses et en les divisant par le nombre total d'items. Cette variable a également été mesurée tout au long de la tâche, toutes les 4 minutes. Les participant.e.s devaient répondre à quel point ils/elles se sentaient confiant.e.s de pouvoir maintenir avec succès l'effort RPE 13 sans s'arrêter pendant 10, 30 et 60 minutes. Le nombre d'items a été réduit car les participant.e.s devaient répondre à ces items pendant qu'ils/elles réalisaient la tâche de cyclisme (Welch et al., 2010). Le score d'auto-efficacité était calculé de la même façon que le score d'auto-efficacité mesuré avant l'exercice.

4.3.3. La motivation

Dans le cadre de l'étude 4, la motivation a été mesurée. Comme de nombreuses études ont suggéré que les participant.e.s menacé.e.s par un stéréotype sont motivé.e.s à mieux performer et à contrer ce stéréotype négatif (voir le modèle des processus intégrés : Schmader et al., 2008 ; voir le modèle du simple effort : Jamieson & Harkins, 2007 ; Steele, 1997), nous avons adapté la version française du questionnaire des buts d'accomplissement pour le sport et l'exercice (Riou et al., 2012). Ce questionnaire comprenait 4 items : « *je cherche à faire mieux que les hommes* », « *mon objectif est d'être bon.ne comparé aux hommes* », « *je cherche à faire*

mieux que les femmes » et enfin « *mon objectif est d'être bon.ne comparé aux femmes* ». Tous/toutes les participant.e.s devaient répondre à ce questionnaire à la fin de la séance de familiarisation (i.e., mesure de base) ainsi qu'à la fin des deux conditions expérimentales (i.e., condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit et condition où l'information contre-stéréotypique était induite), par l'intermédiaire d'une échelle de Likert en 7 points allant de 1 (i.e., « pas du tout d'accord ») à 7 (i.e., « tout à fait d'accord »).

5. LES ANALYSES STATISTIQUES

L'étude 1 était composée d'un premier temps expérimental (T1) durant lequel les participant.e.s réalisaient une première fois la tâche (i.e., mesure de base), suivi d'un deuxième temps expérimental (T2) où les participant.e.s performaient la même tâche après la manipulation des différentes conditions. Pour évaluer l'effet de ces manipulations, nos différentes variables ont été analysées par des analyses de variance (ANOVAS) à mesures répétées sur la base du plan expérimental suivant : 2 (Sexe : hommes vs. femmes) x 3 (Condition : condition où un stéréotype négatif est induit vs. condition contre-stéréotypique vs. condition contrôle) x 2 (Temps de mesure : T1 vs. T2). Dans ce plan expérimental, les facteurs Sexe et Condition étaient des facteurs inter-participants et le facteur Temps de mesure était intra-participants.

Dans l'étude 2, différentes analyses statistiques ont été conduites en fonction de nos variables. Après une séance de familiarisation, les participant.e.s ont réalisé deux fois la tâche (i.e., 20 minutes de cyclisme à une intensité perçue constante « modérée » (RPE 13 ; Borg, 1970), espacées de 7 jours. La FC moyenne et la puissance moyenne ont été analysées au travers d'ANOVAS à mesures répétées sur la base du plan expérimental suivant : 2 (Sexe : hommes vs. femmes) x 2 (Condition : condition où un stéréotype négatif envers les femmes est induit vs. condition contre-stéréotypique), avec Sexe représentant un facteur inter-participants et Condition un facteur intra-participants. Pour tester l'évolution de l'effet des stéréotypes sur ces 20 minutes de cyclisme, nous avons également découpé ces 20 minutes en 10 fenêtres de 2 minutes, permettant d'analyser la puissance et la FC au travers du plan : 2 (Sexe : hommes vs. femmes) x 2 (Condition : condition où un stéréotype négatif envers les femmes est induit vs. condition contre-stéréotypique) x 10 (Temps de mesure : 2 min vs. 4 min. vs. 6 min vs. 8 min vs. 10 min vs. 12 min vs. 14 min vs. 16 min vs. 18 min vs. 20 min). Les mesures de défi et de

menace auto-rapportées, étant substantiellement corrélées, une analyse multivariée de covariance (i.e., MANCOVA) à mesures répétées 2 (Sexe) x 2 (Condition) a été conduite en contrôlant les mesures de base recueillies lors de la séance de familiarisation. Enfin, pour évaluer l'effet de l'induction du stéréotype sur le sentiment d'auto-efficacité immédiatement après l'induction du stéréotype négatif, une analyse de covariance (ANCOVA) à mesures répétées 2 (Sexe) x 2 (Condition) a été conduite en contrôlant la mesure de base recueillie lors de la séance de familiarisation. Concernant l'évolution du sentiment d'auto-efficacité au cours des 20 minutes de cyclisme, une ANOVA à mesures répétées 2 (Sexe) x 2 (Condition) x 5 (Temps de mesure : 0 min vs. 4 min vs. 8 min vs. 12 min vs. 16 min) a été effectuée.

Dans l'étude 3, les participant.e.s ont réalisé, sur deux séances séparées de 7 jours, 30 CMV et les conditions étaient induites entre la quinzième et la seizième contraction. Pour cela, des ANOVAS ont été conduites pour s'assurer qu'il n'existait pas de différences entre les différentes conditions au niveau des 15 premières contractions. Puis, pour évaluer l'effet des différentes conditions, des ANOVAS à mesures répétées ont été réalisées sur les 15 dernières contractions au travers du plan expérimental suivant : 2 (Sexe : hommes vs. femmes) x 2 (Condition : condition où un stéréotype négatif envers les femmes était induit vs. condition contre-stéréotypique), avec Sexe représentant un facteur inter-participants et Condition un facteur intra-participants.

Dans l'étude 4, les participants ont réalisé une tâche consistant en une grande répétition de contractions (i.e., 80 contractions isométriques du coude à une intensité perçue constante « moyenne »). Plutôt que de moyenner les 80 contractions, ce qui entraîne une perte d'informations (Speelman & McGann, 2013), toutes les contractions ont été analysées en utilisant une approche basée sur les modèles mixtes. Concernant la performance (i.e., force développée à chaque contraction), la distribution représentait une loi gamma. Par conséquent, un modèle mixte linéaire généralisé a été utilisé. Ce type d'analyse est adapté pour les données

positives ayant une asymétrie au niveau des plus grandes valeurs (Myers & Montgomery, 1997). Dans ce modèle, les facteurs fixes étaient : Sexe (hommes vs. femmes), Condition (condition où un stéréotype négatif envers les femmes vs. condition contre-stéréotypique), l'ordre des conditions (Séance 2 vs. Séance 3), la force maximale développée avant le début du protocole et l'interaction entre Sexe et Condition. Pour les MRCPs, la distribution étant cette fois-ci normale, un modèle mixte linéaire a été réalisé en utilisant les mêmes facteurs que pour la performance. Enfin, concernant la motivation auto-rapportée, un modèle mixte linéaire a également été conduit en utilisant les mêmes facteurs fixes ainsi que la valeur de motivation recueillie lors de la séance de familiarisation.

Le plan expérimental de l'étude 5 était identique à celui de l'étude 1. Les participants réalisaient une première fois la tâche lors d'un premier temps expérimental (T1 : mesure de base), puis réalisaient lors d'un second temps expérimental (T2) la même tâche, après la manipulation des différentes conditions. Par conséquent, nos différentes variables ont été analysées au travers d'ANOVAS à mesures répétées, sur la base du plan expérimental suivant : 2 (Condition : condition où un stéréotype négatif était induit vs. condition contre-stéréotypique) x 2 (Temps de mesure : T1 vs. T2), avec Condition et Temps de mesure en facteurs intra-participants. Comparativement aux études précédentes, il n'y a pas de facteur Sexe ; l'échantillon étant exclusivement féminin.

Enfin, dans l'étude 6, il était demandé aux participantes de réaliser des contractions à différentes intensités perçues (i.e., « faciles », « moyennes », « difficiles », « très difficiles »). Comparativement aux contractions soutenues à une intensité fixe (e.g., 30% de la force maximale ; étude 5) où la force développée durant la tâche est relativement stable, la force développée par les participants lors de tâches où une intensité perçue est fixée peut être variable durant la contraction. Par conséquent, plutôt que de s'intéresser à la force moyenne développée durant la contraction, chaque temps de mesure de la contraction (i.e., fréquence

d'échantillonnage : 100 Hz) a été analysé au travers d'un modèle mixte linéaire. La distribution des données pour chaque intensité perçue représentait une loi gamma, et par conséquent des modèles mixtes linéaires généralisés ont été utilisés. Les facteurs fixes étaient : Temps de mesure (avant la manipulation des conditions vs. après la manipulation des conditions), Condition (condition où un stéréotype positif lié à l'âge était induit vs. condition où un stéréotype négatif lié à l'âge était induit vs. condition contrôle), Ordre de contraction⁴⁹ (contraction 1 vs. contraction 2) ainsi que l'interaction entre Condition et Temps de mesure.

⁴⁹ Dans l'étude 6, les participantes réalisaient deux contractions pour chacune des intensités perçues demandées. Le facteur Ordre de contraction permettait notamment de faire émerger de potentielles différences entre ces deux contractions.

CHAPITRE 3 :
CONTRIBUTIONS
PERSONNELLES

ETUDE 1

Can the stereotype threat and lift phenomenon be applicable to a muscular endurance task ?

Cette étude a fait l'objet d'une publication scientifique :

**Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (in press).
Can the stereotype threat and lift phenomenon be applicable to a muscular endurance task ? *Research Quarterly for Exercise and Sport.***

1.1. PRESENTATION DE L'ETUDE

Les effets négatifs liés à l'induction d'un stéréotype sexué sur la performance des femmes ont été généralisés au domaine physique et sportif (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). Cette réduction de la performance a été principalement expliquée par une surveillance explicite du mouvement (voir le modèle des processus intégrés ; Schmader et al., 2008). Alors que les participant.e.s devraient réaliser la tâche de manière automatique, l'induction du stéréotype négatif mènerait à une focalisation trop importante sur le mouvement, qui entrainerait les participant.e.s à exécuter la tâche étape par étape, augmentant le risque d'erreurs et donc une altération de la performance. Cette explication semble applicable à la majorité des tâches précédemment réalisées dans le domaine physique et sportif. Les études dans ce domaine ont, en effet, porté une attention particulière sur les tâches techniques (e.g., tâche de dribbles en football ; Chalabaev, Sarrazin et al., 2008), pouvant être séquencées étape par étape. Cependant, une question émerge : si le stéréotype négatif impacte la performance au travers d'un séquençage étape par étape du mouvement, comment affecterait-il la performance lors de tâches qui ne peuvent être séquencées (i.e., tâches non-techniques) ? Par ailleurs, l'induction d'un stéréotype négatif a également été montré comme pouvant impacter positivement la performance du groupe non-menacé (i.e., les hommes), caractérisant un effet d'ascenseur du stéréotype (Walton & Cohen, 2003). Cet effet a cependant été faiblement exploré dans le domaine physique et sportif. Examiner si les précédents effets observés peuvent être répliqués lors d'un nouveau type de tâche permettrait de généraliser cet effet positif sur la performance des hommes après l'induction d'un stéréotype négatif envers les femmes.

L'objectif de cette première étude était de déterminer l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes sur la performance des femmes et des hommes lors d'une tâche non-technique. Pour cela, nous avons utilisé une tâche isométrique de type « temps-limite » durant laquelle les participants devaient maintenir une force correspondant à 50% de

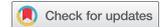
leur force maximale jusqu'à épuisement (voir *section 3.1.* du chapitre 2 pour plus de détails). En se basant sur les prédictions du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), et contrairement au modèle initial de la menace du stéréotype (Steele, 1997), nous avons émis l'hypothèse d'une amélioration de la performance des femmes lorsqu'un stéréotype négatif à leur égard était induit. Concernant les hommes, nous avons également suggéré une amélioration de leur performance après l'induction du stéréotype négatif à l'encontre des femmes, traduisant un effet d'ascenseur du stéréotype (Walton & Cohen, 2003).

1.2. L'ETUDE

RESEARCH QUARTERLY FOR EXERCISE AND SPORT
<https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1668518>



RESEARCH NOTE



Can the Stereotype Threat and Lift Phenomenon be Applicable to a Muscular Endurance Task?

Maxime Deshayes ^a, Raphael Zorya^a, Allison E. Seitchik^b, Aina Chalabaev ^c, and Corentin Clement-Guillotin^a

5 ^aUniversité Côte d'Azur; ^bMerrimack College; ^cUniversité Grenoble Alpes

ABSTRACT

Purpose. Inducing a negative stereotype toward women usually leads to a decrease in women performance and an increase in men performance. These effects were observed during technical tasks. The purpose of the present study was to investigate the effect of this sex stereotype during a non-technical muscular endurance task. The perception of effort, closely related to endurance performance, was also recorded. Based on the type of task and the mere effort account, we predicted that both men and women in the negative stereotype toward women condition would perform better than participants in the two other groups. **Method.** Seventy-seven participants (38 women and 39 men) were randomly assigned to a negative stereotype toward women, a nullified-stereotype, or a control condition. Then, they performed a submaximal handgrip task until exhaustion at 50% of their maximal strength. **Results.** This study showed that performance at T2 was reduced for men and women in the nullified-stereotype and control conditions, but not in the negative stereotype toward women condition, revealing that participants in the negative stereotype toward women condition performed better than participants in the other conditions. No significant difference was observed concerning the perception of effort according to the conditions. **Conclusion.** As compared to technical tasks, inducing a negative stereotype toward women increased women's performance. The perception of effort could be responsible for this performance improvement. However, more research is needed to investigate the mechanisms involved. Concerning men, in line with the stereotype lift phenomenon, a performance increase was observed in this same condition.

ARTICLE HISTORY

Received 13 October 2018
 Accepted 10 September 2019

KEYWORDS

Stereotype threat;
 stereotype lift; muscular
 endurance; gender

According to the stereotype threat theory (Steele, 1997), stereotyped individuals can underperform on a task in the stereotyped domain when thinking about the negative performance expectations for their group (e.g., females performing more poorly on a math test than males). In the motor domain, most research focused on the salient stereotype that women have poor athletic ability and found a decrease in women's performance when a negative stereotype toward them was induced (for a review, see Gentile, Boca, & Giammusso, 2018) as well as an increase in men's performance (i.e., group non-targeted by the stereotype) revealing a stereotype lift phenomenon (Walton & Cohen, 2003). Concerning the negative effect on women, most studies focused on tasks that are closely related to technical aspects such as soccer-dribbling tasks (e.g., Chalabaev, Sarrazin, Stone, & Cury, 2008), basketball shooting tasks (e.g., Hively & El-Alayli, 2014), a stride jumping task (Laurin, 2017) or a tennis serving task (Hively & El-Alayli, 2014). However, what can happen when the task does not focus on these technical aspects but rather on energy

expenditure like muscular endurance tasks? Therefore, the main aim of the present study was to investigate the effect of the induction of a negative stereotype toward women on men's and women's performances during a muscular endurance task (i.e., squeezing a handgrip dynamometer until exhaustion). This type of task needs to be investigated as endurance is a major component of physical activities and some sports (e.g., Iai, Rampinini, & Bangsbo, 2009). Also, theoretical aspects of the literature suggest that a performance increase may be observed on this type of task after the induction of a negative stereotype contrary to what is expected from the stereotype threat literature.

The performance decrease observed in previous studies in women was explained by the type of tasks: technical. Schmader, Johns, and Forbes (2008) suggested that, in motor tasks, the induction of a negative stereotype leads to an explicit monitoring of task execution. Specifically, individuals under threat become more conscious of their performance and more vigilant for signs of failure, leading to a controlled rather than automated form of behavior

CONTACT Maxime Deshayes maxime.deshayes@univ-cotedazur.fr Faculté des Sciences du Sport – Laboratoire Motricité, Humaine, Expertise, Sport, Université Côte d'Azur, Santé (EA 6312), 261, boulevard du Mercantour – BP 3259, Nice cedex 3 06205, France

© 2019 SHAPE America

regulation. In line with this model, Beilock and Carr (2001) suggested that a one-step task (i.e., non-technical tasks) could not be negatively affected by the explicit monitoring because the task is composed of only one component of task execution. In other words, they would predict that for the current study females would not be negatively influenced by the stereotype. Finally, the mere effort account suggests that the effect of stereotype would be dependent on the quality of the prepotent response (Jamieson & Harkins, 2007). In brief, under threat, participants would be more motivated to counter the stereotype which potentiates the prepotent response on the task (i.e., the most likely produced). If this response is correct, the performance is facilitated and conversely. Two studies validated this account in the sport domain (Huber, Brown, & Sternad, 2016; Huber, Seitchik, Brown, Sternad, & Harkins, 2015) and revealed that when the prepotent response is directly correct, participants increased their performance (Huber et al., 2016). Thus, in the present study, the non-technical muscular endurance task used should result in a performance increase after the induction of a negative stereotype.

As previously evoked, inducing a negative stereotype toward women can lead to an increase in men's performance (i.e., stereotype lift phenomenon; Walton & Cohen, 2003). For example, Chalabaev, Stone, Sarrazin, and Croizet (2008) showed that when women's poorer ability on a balance task is made salient, men increase their performance during a balance task, as compared to when no stereotype was induced. This positive effect was replicated during tasks of maximal strength (Chalabaev et al., 2013), stride jumping (Laurin, 2017) and ball-bouncing (Huber et al., 2016). The present research focused on a new component of task performance, a muscular endurance task, which was never investigated in the stereotype lift literature.

In the present research, we decided to not use a technical task, as in previous studies, but an isometric muscular endurance task (i.e., a contraction of a muscle without changing the length of the muscle, no coordination), that relies more on energetic aspects. This muscular endurance task was performed until exhaustion, allowing for an assessable performance indicator. During endurance tasks, a fatigue (i.e., reversible decline in maximal muscle force capacity; Gandevia, 2001) may emerge. Consequently, in the present research, we measured the fatigue induced by the task. We also measured perception of effort (RPE), which is the subjective intensity of effort, strain, discomfort and/or fatigue that are experienced during physical exercises (Noble & Robertson, 1996). As RPE plays an important role in the modification of motor performance (e.g., see the *psychobiological model* by Marcora, 2008), it

seems necessary to evaluate the effect of the induction of a negative stereotype toward women on RPE.

The main aim of the present study was to investigate the influence of the induction of a negative stereotype toward women on men's and women's performance during a non-technical muscular endurance task. Participants were randomly assigned to one of three conditions: a negative stereotype toward women, a nullified-stereotype, or a control condition. In the motor domain, the nullified-stereotype condition and the control condition were used interchangeably as control conditions (e.g., Chalabaev et al., 2013, 2008). However, Spencer, Steele, and Quinn (1999) observed that during a math test, women in the nullified-stereotype condition performed better than women in the control condition, revealing that in the cognitive domain, these two conditions are different and lead to different results. Thus, a secondary aim of the present study was to determine if these two conditions could be used as interchangeable control conditions in the motor domain. Concerning women, based on the type of the task (i.e., non-technical) and the mere effort account, we predicted that the activation of a negative sex stereotype toward them would increase their performance. Also, in line with the stereotype lift phenomenon, we suggested that men's performance would increase when exposed to the same negative stereotype about women.

Method

Participants and design

The present study employed a 2 (men vs. women) x 3 (negative stereotype toward women condition vs. nullified-stereotype condition vs. control condition) between-subjects design. A total of 77 students from a sport university (38 women and 39 men; $M_{age} = 19.81$, $SD_{age} = 1.69$) took part in the study. A sensitivity power analysis, assuming an α of 0.05 and power of 0.70, indicated that the minimum effect size we had power to detect was a moderate-to-large effect of $f = 0.38$, which is in line with a recent meta-analysis (Gentile et al., 2018). Approval of the study protocol was obtained from the ethics committee of the university and all participants provided informed consent.

Procedure

The single visit consisted of two experimental tasks separated by a recovery time (20 minutes; see Figure 1). During the baseline experimental task (T1), participants performed a muscular endurance task consisting of maintaining 50%

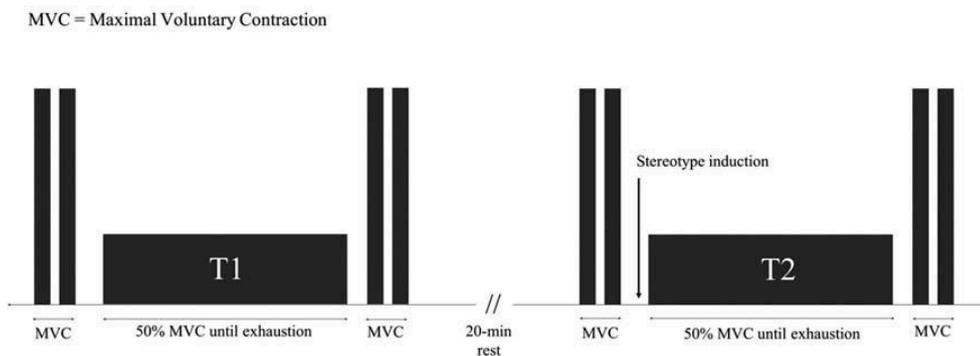


Figure 1. Schematic illustration of the protocol.

170 of their maximal strength, as long as possible. Participants
 received visual feedback of strength production from
 a screen in order to maintain the level of strength required
 represented by a horizontal line. The task was stopped
 when participants were not able to maintain the set level
 for three consecutive seconds (i.e., exhaustion time). Before
 175 and after this task, participants performed two maximal
 contractions, to define the amount of fatigue induced by
 the task, and their perception of effort was recorded.

Next, participants had twenty minutes for recovery
 (e.g., Yates, Kearney, Noland, & Felts, 1987), during
 180 which they were asked to sit on a chair without moving.
 After recovery, two isometric MVCs were performed to
 determine the 50% of their MVC that they had to main-
 tain for the second muscular endurance task. Then, partic-
 ipants were assigned to one of three conditions: They
 185 were told that “women had been shown to underperform
 on this test relative to men” (negative stereotype toward
 women condition), or that “the test had not been shown
 to produce gender differences” (nullified-stereotype con-
 dition), or nothing (control condition). The stereotype
 190 induction was followed by the second phase of the experi-
 ment (T2), during which participants performed the same
 endurance protocol as in T1. Finally, as a stereotype
 manipulation check, participants were asked whether
 there were gender differences on the test or not. They
 195 had four answer options: “men performed better”,
 “women performed better”, “men and women performed
 the same” or “no indication concerning differences
 between men and women”. All participants correctly
 answered the question according to condition and were
 200 consequently added in the statistical analysis.

Apparatus and measures

All measurements were performed on a digital handgrip
 dynamometer (TSD 121C, MP100 Holliston, MA, USA).

Participants’ position during the test was standardized.
 They were standing, arms alongside the body, with the
 205 handgrip held on the dominant hand at a 90° angle of the
 arm. To define the level of strength during the endur-
 ance protocol (i.e., 50% of their maximal strength), we
 used the highest peak torque of the best contraction
 performed before the muscular endurance protocol. 210

Performance was determined by the exhaustion time
 (time to maintain 50% of maximal strength as long as
 possible). We also measured fatigue (characterized by
 the difference in strength pre-to-post the muscular
 endurance task). Perception of effort was recorded 215
 with the 6–20 point Borg Scale (Borg, 1970), composed
 of 15 points from 6 corresponding to “no effort” to 20
 corresponding to “maximal effort” (characterized by
 the difference in RPE pre-to-post the muscular endur-
 220 ance task).

Statistics

To evaluate the effect of the induction of a negative
 stereotype on performance (i.e., exhaustion time, fati-
 gue, and RPE), 2 (Sex) x 3 (Condition) x 2 (Time of
 225 measurement) ANOVAs with repeated measures were
 conducted, with sex and condition as the between-
 subject factors and time of measurement as the within-
 subject factor. Means and standard deviations for the
 present study variables are presented in Table 1.

Results

Concerning exhaustion time, analyses revealed a time
 of measurement effect, $F(1, 71) = 9.26$, $p = .003$,
 $\eta^2 = .12$, as well as a time of measurement x condition
 interaction effect, $F(2, 71) = 3.30$, $p = .04$, $\eta^2 = .09$.
 230 Participants in the nullified-stereotype condition per-
 formed worse at T2 ($M = 71.69$; $SD = 21.22$) than at T1

Table 1. Means (\pm standard deviations) for the dependent variables.

Sex & Variables	Conditions					
	Negative stereotype toward women condition		Nullified-stereotype condition		Control condition	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Men						
Exhaustion time (s)	61.64 \pm 22.21	62.66 \pm 21.43	91.70 \pm 37.97	78.74 \pm 25.87*	76.64 \pm 33.72	65.99 \pm 19.06*
Fatigue (%)	25.46 \pm 15.82	29.62 \pm 14.82	14.93 \pm 14.08	21.99 \pm 12.88	22.58 \pm 11.12	30.91 \pm 10.51
RPE	7.69 \pm 3.49	8.15 \pm 3.05	8.30 \pm 2.75	8.69 \pm 1.89	7.46 \pm 3.04	9.15 \pm 3.24
Women						
Exhaustion time (s)	71.28 \pm 16.29	72.55 \pm 19.33	71.54 \pm 17.97	64.05 \pm 11.39*	75.21 \pm 21.64	67.37 \pm 19.15*
Fatigue (%)	19.17 \pm 9.53	23.29 \pm 18.40	19.46 \pm 10.01	26.67 \pm 13.55	15.63 \pm 18.27	25.82 \pm 18.65
RPE	6.15 \pm 2.73	7.77 \pm 4.19	6.5 \pm 2.84	8.25 \pm 2.86	7.77 \pm 3.61	9 \pm 3.87

MVC = maximal voluntary contraction; RPE = rate of perceived exertion.

* $p < .05$ for test of difference for exhaustion time in the different conditions between T1 and T2.

($M = 82.02$; $SD = 31.22$), as well as in the control condition (T1: $M = 75.93$; $SD = 27.77$; T2: $M = 66.68$; $SD = 18.72$). However, there was no significant difference between T1 and T2 concerning the negative stereotype toward women condition ($M = 66.47$; $SD = 19.71$, and $M = 67.61$; $SD = 20.62$, respectively, see Figure 2).

Concerning fatigue, analyses revealed only a time of measurement effect, $F(1, 71) = 19.34$, $p < .001$, $\eta^2 = .21$ (see Table 1). Finally, for RPE, results also showed only a time of measurement effect, $F(1, 71) = 17.68$, $p < .001$, $\eta^2 = .20$ (See Table 1).

Discussion

The main aim of the present study was to investigate the influence of the induction of a negative stereotype toward women on performance during a muscular endurance task. Results showed that both men and

women in the negative stereotype toward women condition performed better than participants in the nullified-stereotype condition and in the control condition (i.e., performance at T2 was reduced for both men and women in the nullified-stereotype and the control conditions, but not in the negative stereotype toward women condition). While men's responses are in line with the stereotype lift effect (Walton & Cohen, 2003), the observed increase in women's performance seems contrary to the stereotype threat theory but is in line with our hypothesis.

Effect of stereotype threat on women's performance

Most studies in the motor domain observed a performance decrease after the induction of a negative stereotype toward women, during technical tasks (for a meta-analysis, see Gentile et al., 2018). In

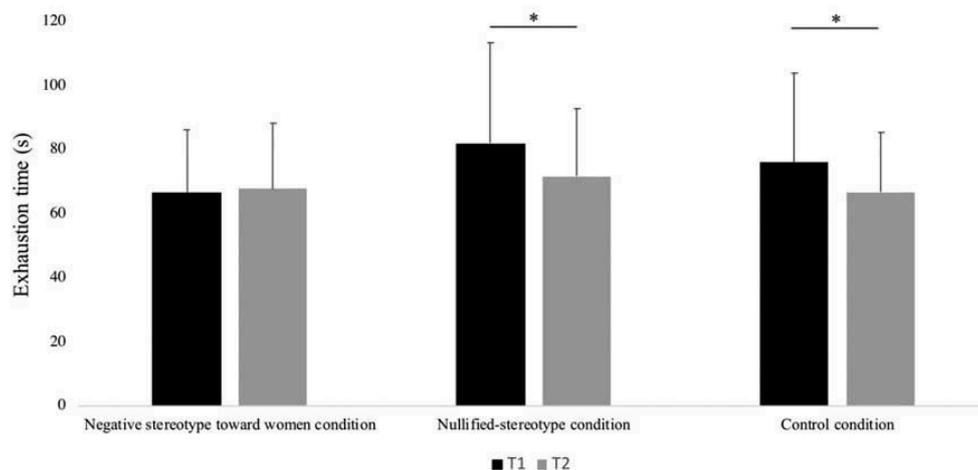


Figure 2. Difference of exhaustion time between T1 and T2 according the three conditions. Data are expressed in seconds. *Significant differences between T1 and T2 ($p < .05$).

the present research, a non-technical task was used, task that cannot be impacted by explicit monitoring (e.g., Beilock & Carr, 2001). In line with the mere effort account, as the task was non-technical, only one response can be realized (i.e., squeezing the handgrip), explaining why a performance increase was observed in the present study. This is in line with Huber et al.'s (2016) study observing that when prepotent response is immediately correct, a performance improvement was observed after the induction of the negative stereotype.

This performance increase may also be explained by the sample we used. To observe a stereotype threat effect, participants have to consider the studied/stereotyped domain as important to them (i.e., domain identification; Steele, 1997). In the present research, participants were all enrolled in a sport science program and we may, consequently, suggest that they viewed physical activity as important to them. Previous studies found that the level of identification could moderate the effect of stereotype threat (e.g., Laurin, 2017) and that a high level of identification could increase performance (Saunders, 2016). Consequently, we may suggest that a high level of identification can boost rather than burst threatened women's motor performance.

The performance increase observed after the induction of a negative stereotype toward women was certainly due to a central adaptation (i.e., residing in the central nervous system; Gandevia, 2001). This hypothesis is based on Chalabaev et al.'s (2013) study observing in a strength task that the rate of force development (i.e., indicator of a central adaptation; Maffiuletti et al., 2016) was affected after the induction of a negative stereotype toward women. At this step, as the physiological processes involved in a strength task (Chalabaev et al., 2013) and a muscular endurance task (the present study) may be likely different, more research is needed to test in depth this central adaptation hypothesis by, for example, assessing neuromuscular functions (Gandevia, 2001).

Also, we did not observe any modification of the perception of effort despite the performance increase. This result suggests that women maintained the task longer but did not perceive the task to be more difficult, suggesting that the RPE/exercise intensity relationship was modified (i.e., performance increased without a RPE increase). As the rate of RPE increase predicts performance (e.g., Crewe, Tucker, & Noakes, 2008), it could be interesting to evaluate the evolution of the RPE during a muscular endurance task when a negative stereotype is induced, by recording RPE throughout the task. We may suggest that the increase of RPE would be slower in a situation of threat as

compared to the nullified-stereotype or the control condition, resulting in performance improvement.

Effect of stereotype threat on men's performance

For men, results are in line with previous studies investigating the stereotype lift phenomenon (Walton & Cohen, 2003). It suggests that inducing a negative stereotype toward one group (e.g., women) increased outgroup performance (e.g., men), notably by encouraging downward social comparisons with a denigrated outgroup (i.e., women) resulting in higher self-confidence and motivation to succeed. For example, Chalabaev et al. (2008) found that inducing a negative stereotype toward women increased men's performance when observing balance ability. This effect was mediated by higher self-confidence and higher heart rate (i.e., characterizing a better task involvement). Also, Chalabaev et al. (2013) observed an involvement of men's strength after the induction of a negative stereotype toward women, as compared to when no stereotype was induced. Laurin (2017) noted the same positive effect during a stride jump task. The present research extends the stereotype lift phenomenon to a muscular endurance task. However, more research is needed to evaluate more deeply the possible mechanisms responsible for this performance improvement during muscular endurance tasks.

Nullified-stereotype condition vs. control condition

A secondary goal of this research was to examine differences in performance between the nullified-stereotype condition and the control condition. In the sport domain, these two conditions were used interchangeably as control conditions (Chalabaev et al., 2013, 2008). However, Spencer et al. (1999) showed in the cognitive domain that women in the nullified-stereotype condition performed better than women in the control (no-stereotype) condition, suggesting that the nullified-stereotype condition is not a real control condition. To our knowledge, the present research is the first comparing the effect of stereotype threat on performance with a nullified-stereotyped group and a control group in the motor domain. Results showed that there was no significant difference in exhaustion time between the nullified-stereotype condition and the control condition. This observation suggests that saying "there is no gender difference on the task" or saying nothing seems to lead to the same effects on performance during motor tasks. Consequently, we may suggest that, in the sport domain and contrary to the

cognitive domain, the nullified-stereotype condition could be considered as a control condition.

Limitations and perspectives

375 Despite these innovative results, the present study presents some limits. Firstly, based on the mere effort account, we suggested that women were more motivated to counter the negative stereotype after the induction of the negative stereotype toward them. However, 380 we did not measure motivation in the present research. Further research should test this hypothesis using self-reported measures. Also, even if participants were enrolled in a sport science program, we did not assess domain identification and especially how the endurance task was important to them. Also, our sample 385 size allowed us to detect moderate-to-large effects. In future studies, it could be interesting to replicate this study with more participants to potentially observe smaller effects.

390 In addition to domain identification, it could be wise to measure group identification as a potential moderator of the effect of negative stereotypes. Indeed, Becker and Wagner (2009) showed that women who are highly identified to their group and have internalized progressive identity contents (e.g., women are independent, interfere with politics, share household tasks) reject negative sexist beliefs and could consequently want to disprove the negative stereotype. Next, it has been shown that stereotype threat effects would only emerge during difficult tasks (e.g., Spencer et al., 1999) while a performance increase could be observed during easy tasks (e.g., O'Brien & Crandall, 2003). Despite the fact that the present task was fatiguing (i.e., characterized by the time of measurement effect on the fatigue variable), 400 we did not ensure that participants perceived the task as difficult.

410 Finally, we observed that participants did not fully recover after the resting time. A difference in maximal strength appeared between the MVC performed before T1 and T2. However, as there was no difference in participants' maximal strength between the three conditions before the beginning of the muscular endurance task at T2, and as the calculation of the 50% MVC allowing to define the level of strength that participants had to maintain was realized before each endurance time, this did not prevent us from examining the effect of stereotype manipulation. However, to ensure a total recovery and examine the whole extent of the effect of such stereotype manipulation, 415 it could be interesting to separate the baseline measure (T1) and the stereotype manipulation measure

(T2) for many days (e.g., one week later; Laurin, 2017).

Conclusion

In summary, the present research showed that threatened women performed better than women in the control groups. This finding suggests that during muscular endurance tasks, the negative stereotype does not act like a threat but rather as a boost, probably due to the type of the task. This suggests that socially threatening a minority group does not always lead to a performance decrease. More research is needed to investigate when and why inducing a negative stereotype toward one's group leads to a performance increase. 425 430 435

What does this article add?

Several contemporary studies have examined the effects of stereotype threat on performance, especially in the sport domain (for a meta-analysis, see Gentile et al., 2018). However, no studies investigated these effects on muscular endurance tasks, a major component of physical activities. This study showed that women in the negative group performed better than women in the control groups, which is contrary to the stereotype threat theory (e.g., Steele, 1997). The present research provides evidence that negative stereotypes are not always negative but can be beneficial for performance. Finally, the present research showed that, in the motor domain, the nullified-stereotype condition can be used as a control condition. 440 445

ORCID

Maxime Deshayes  <http://orcid.org/0000-0001-8624-3991>
Aina Chalabaev  <http://orcid.org/0000-0002-1806-354X> 450

References

- Becker, J. C., & Wagner, U. (2009). Doing gender differently? The interplay of strength of gender identification and content of gender identity in predicting women's endorsement of sexist beliefs. *European Journal of Social Psychology*, 39, 487–508. doi:10.1002/ejsp.551 455
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 701–725. doi:10.1037/0096-3445.130.4.701 460
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92–98. 465
- Chalabaev, A., Brisswalter, J., Radel, R., Coombes, S. A., Easthope, C., & Clément-Guillot, C. (2013). Can stereotype threat affect motor performance in the absence of

- 470 explicit monitoring processes? Evidence using a strength
task. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35, 211–215.
doi:10.1123/jsep.35.2.211
- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Stone, J., & Cury, F. (2008). Do
achievement goals mediate stereotype threat? An investiga-
475 tion on females' soccer performance. *Journal of Sport &
Exercise Psychology*, 30, 143–158. doi:10.1123/jsep.30.2.143
- Chalabaev, A., Stone, J., Sarrazin, P., & Croizet, J.-C. (2008).
Investigating physiological and self-reported mediators of
stereotype lift effects on a motor task. *Basic and Applied
480 Social Psychology*, 30, 18–26. doi:10.1080/
01973530701665256
- Crewe, H., Tucker, R., & Noakes, T. D. (2008). The rate of
increase in rating of perceived exertion predicts the dura-
tion of exercise to fatigue at a fixed power output in
485 different environmental conditions. *European Journal of
Applied Physiology*, 103, 569–577. doi:10.1007/s00421-
008-0741-7
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in
human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81,
490 1725–1789. doi:10.1152/physrev.2001.81.4.1725
- Gentile, A., Boca, S., & Giammusso, I. (2018). “You play like
a woman!” Effects of gender stereotype threat on women's
performance in physical and sport activities: A meta-
analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 39, 93–103.
doi:10.1016/j.psychsport.2018.07.013
- 495 Heckman, C. J., & Enoka, R. M. (2012). Motor unit.
Comprehensive Physiology, 2, 2629–2682. doi:10.1002/
cphy.c100087
- Hively, K., & El-Alayli, A. (2014). “You throw like a girl!” The
effect of stereotype threat on women's athletic perfor-
500 mance and gender stereotypes. *Psychology of Sport and
Exercise*, 15, 48–55. doi:10.1016/j.psychsport.2013.09.001
- Huber, M. E., Brown, A. J., & Sternad, D. (2016). Girls can
play ball: Stereotype threat reduces variability in a motor
skill. *Acta Psychologica*, 169, 79–87. doi:10.1016/j.
505 actpsy.2016.05.010
- Huber, M. E., Seitchik, A. E., Brown, A. J., Sternad, D., &
Harkins, S. G. (2015). The effect of stereotype threat on
performance of a rhythmic motor skill. *Journal of
Experimental Psychology: Human Perception and
510 Performance*, 41, 525–541. doi:10.1037/xhp0000039
- Iaia, F. M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High inten-
sity training in football. *International Journal of Sports
Physiology and Performance*, 4, 291–306. doi:10.1123/
ijsp.4.3.291
- Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2007). Mere effort and
515 stereotype threat performance effects. *Journal of
Personality and Social Psychology*, 93, 544–564.
doi:10.1037/0022-3514.93.4.544
- Laurin, R. (2017). Stereotype threat and lift effects on per-
520 ceived ability and motor task performance of high school
physical education students: The moderating role of
stereotype endorsement and domain identification.
Movement & Sport Sciences - Science & Motricité, 95,
21–30. doi:10.1051/sm/2016005
- Maffioletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J.,
525 Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force develop-
ment: Physiological and methodological considerations.
European Journal of Applied Physiology, 116, 1091–1116.
doi:10.1007/s00421-016-3346-6
- Marcora, S. M. (2008). Do we really need a central governor
530 to explain brain regulation of exercise performance?
European Journal of Applied Physiology, 104, 929–931.
doi:10.1007/s00421-008-0818-3
- Noble, B. J., & Robertson, R. J. (1996). *Perceived exertion*.
Champaign, IL: Human Kinetics. 535
- O'Brien, L. T., & Crandall, C. S. (2003). Stereotype threat and
arousal: Effects on women's math performance. *Personality
and Social Psychology Bulletin*, 29, 782–789. doi:10.1177/
0146167203029006010
- Saunders, B. A. (2016). Identification with math boost
540 women's performance on mathematical tasks under stereo-
type threat. *Journal of Scientific Psychology*, 9–17.
- Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated
process model of stereotype threat effects on performance.
545 *Psychological Review*, 115, 336–356. doi:10.1037/0033-
295X.115.2.336
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999).
Stereotype threat and women's math performance.
Journal of Experimental Social Psychology, 35, 4–28.
doi:10.1006/jesp.1998.1373 550
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How stereotypes
shape intellectual identity and performance. *The American
Psychologist*, 52, 613–629. doi:10.1037/0003-066X.52.6.613
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2003). Stereotype lift. *Journal
of Experimental Social Psychology*, 39, 456–467.
555 doi:10.1016/S0022-1031(03)00019-2
- Yates, J. W., Kearney, J. T., Noland, M. P., & Felts, W. M.
(1987). Recovery of dynamic muscular endurance.
*European Journal of Applied Physiology and Occupational
560 Physiology*, 56, 662–667. doi:10.1007/BF00424807

1.3. SYNTHÈSE

L'objectif majeur de cette étude 1 était de déterminer l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif envers les femmes sur leur performance d'endurance non-technique. Contrairement au modèle initial de la menace du stéréotype (Steele, 1997), nous avons émis l'hypothèse d'une amélioration de la performance des femmes menacées par un stéréotype négatif à leur égard. Le raisonnement était le suivant : la tâche étant non-technique, l'explication apportée par le modèle des processus intégrés (i.e., surveillance explicite du mouvement : Schmader et al., 2008) ne semblait pas pouvoir s'appliquer. En effet, ce type de tâche ne peut être séquencé étape par étape, se constituant d'une seule composante d'exécution. Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) suggère, quant à lui, que l'effet des stéréotypes dépendrait de la qualité de la réponse dominante (i.e., correcte vs incorrecte). Les tâches non-techniques ne présentant qu'une seule composante d'exécution du mouvement, la réponse ne peut être que correcte et, par conséquent, devrait entraîner une amélioration de la performance des femmes menacées par un stéréotype à leur égard.

En accord avec cette hypothèse, les résultats de cette étude ont montré que les femmes menacées par un stéréotype négatif obtenaient de meilleures performances que les femmes assignées à la condition contre-stéréotypique et que les femmes assignées à la condition contrôle. Ces résultats suggèrent que l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif ne serait pas toujours délétère pour la performance mais pourrait apparaître comme étant tâche-dépendant (i.e., diminution de la performance lors de tâches techniques mais amélioration de la performance lors de tâches non-techniques). Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) semble donc s'adapter au domaine physique et sportif pour expliquer les effets des stéréotypes sexuels.

Les résultats de cette étude 1 ont également mis en évidence un effet ascenseur du stéréotype chez les hommes. En effet, en accord avec les précédentes études (e.g., Huber et al.,

2016 ; Laurin, 2013, 2017a), les hommes assignés à la condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit ont obtenu de meilleures performances que les hommes assignés à la condition contre-stéréotypique et les hommes de la condition contrôle.

Un second objectif était de comparer la performance des participant.e.s assigné.e.s à la condition contrôle (i.e., aucune information n'était donnée aux participant.e.s) à la performance des participant.e.s assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique où il leur était informé qu'il n'existait pas de différence de performance entre les femmes et les hommes sur cette tâche. Ces deux conditions ont, en effet, été utilisées de manière interchangeable dans le domaine physique et sportif (voir par exemple, Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Hermann & Vollmeyer, 2016). Cependant, dans le domaine cognitif, Spencer et al. (1999, étude 3) ont montré que ces deux conditions pouvaient entraîner des résultats différents. Il était alors nécessaire de comparer ces deux conditions dans le domaine physique et sportif. Aucune différence n'était observée entre ces deux conditions, suggérant que la condition contre-stéréotypique peut être utilisée dans le domaine physique et sportif comme une condition contrôle.

Malgré des résultats novateurs, cette étude présente certaines limites. Par exemple, les tâches isométriques de type « temps-limite », bien qu'utilisées dans la littérature scientifique pour investiguer l'influence de multiples facteurs sur la performance d'endurance (e.g., Hutchinson et al., 2008), représentent des tâches à faible valeur écologique. Ces tâches sont, en effet, régulièrement utilisées en laboratoire mais leur utilisation dans les tâches de la vie quotidienne reste limitée. Il nous a alors semblé intéressant de répliquer les résultats de cette étude 1 lors d'une tâche reflétant davantage les activités de la vie quotidienne : une tâche cyclique à intensité perçue constante. De plus, nous testerons dans l'étude 2 une hypothèse centrale du modèle du simple effort : un engagement accru dans la tâche après l'induction d'un stéréotype négatif.

ETUDE 2

“Men are better than women !” : The positive effect of a negative stereotype toward women on a self-paced cycling exercise

Cette étude a fait l'objet d'une publication scientifique :

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., & Zory, R. (2019). « Men are better than women ! » The positive effect of a negative stereotype toward women on a self-paced cycling exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 41*, 242-250. doi: 10.1123/jsep.2018-0213

2.1. PRESENTATION DE L'ETUDE

Dans l'objectif de comprendre l'effet des stéréotypes sexuels négatifs sur la performance d'endurance, l'étude 1 a apporté une première preuve d'un effet tâche-dépendant. Ces résultats novateurs méritaient d'être généralisés à d'autres tâches. Pour cela, plutôt que de répliquer cet effet positif sur la performance non-technique sur un membre isolé, nous avons opté pour une tâche dite « corps-entier » : une tâche de cyclisme. L'intensité de la tâche n'était non pas fixée par une valeur prédéfinie que les participant.e.s devaient conserver mais par une perception de l'effort que les participant.e.s devaient maintenir. Dans ce type de tâche, les participant.e.s doivent adapter leur effort en se basant sur une perception subjective de leur effort (e.g., Roussey et al., 2018). Cette tâche, en plus de refléter davantage les activités physiques et sportives de la vie quotidienne (i.e., étant basée sur une régulation personnelle de l'intensité de l'exercice), permet de comprendre les réponses perceptuelles au cours d'un exercice où les participant.e.s adaptent leur effort librement, tout en permettant l'observation d'un indicateur de performance, nécessaire à l'investigation des effets de l'induction d'un stéréotype négatif.

Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) suggère que les participant.e.s s'engageraient de manière plus importante dans la tâche lorsqu'ils/elles sont menacé.e.s. Cependant, cette hypothèse n'a pas été vérifiée de manière auto-rapportée (Jamieson & Harkins, 2007, 2009). Nous testerons donc cette hypothèse au travers d'une mesure physiologique : la fréquence cardiaque. Un engagement plus important dans la tâche est, en effet, associé à une élévation de la fréquence cardiaque (e.g., Grazzi et al., 1999).

Ainsi, l'objectif de cette deuxième étude était de répliquer les résultats de l'étude 1 lors d'une tâche de cyclisme à intensité perçue constante et de tester l'hypothèse d'un engagement accru dans la tâche pour les participantes menacées. De plus, un plan intra-participants a également été utilisé pour la première fois dans l'observation des effets de l'induction d'un

stéréotype sexué dans le domaine physique et sportif, permettant de directement comparer la performance des hommes et des femmes après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes, à leur performance lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s à une condition contre-stéréotypique. Pour cela, après avoir été familiarisé.e.s lors d'une session initiale, les participant.e.s ont été assigné.e.s à une condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit et à une condition contre-stéréotypique ; les sessions étaient espacées de sept jours. Dans ces deux conditions, les participant.e.s ont réalisé 20 minutes de cyclisme à une intensité perçue comme « modérée » (i.e., échelon 13 sur l'échelle de Borg, 1970). En accord avec les résultats obtenus dans l'étude 1 et les prédictions du modèle du simple effort, nous avons émis l'hypothèse d'une amélioration de la performance des femmes et des hommes assigné.e.s à la condition où un stéréotype négatif envers les femmes était induit, comparativement à lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique, accompagnée d'une fréquence cardiaque plus élevée dans cette même condition.

2.2. L'ETUDE

Journal of Sport and Exercise Psychology, 2019, 41, 242-250
<https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0213>
 © 2019 Human Kinetics, Inc.

Human Kinetics 
 ORIGINAL RESEARCH

“Men are Better Than Women!” The Positive Effect of a Negative Stereotype Toward Women on a Self-Paced Cycling Exercise

Maxime Deshayes, Corentin Clément-Guillotin, and Raphaël Zory

Université Côte d'Azur

Previous research on the stereotype threat phenomenon has shown that inducing a negative stereotype toward a group debilitates motor performance despite the increase in motivation. Most of the studies focused on tasks requiring technical skills. However, what happens when the task does not require technical skills but focuses on energy expenditure? To examine this question, 34 male and female participants were assigned to a negative stereotype toward women and a nullified-stereotype condition and performed 20 min of self-paced cycling exercise. The authors hypothesized better performances when participants were assigned to the negative stereotype toward women condition than when assigned to the nullified-stereotype condition. As predicted, men and women increased their performances, accompanied by increases in heart rate. Concerning women, this result provides support for the notion that the effect of inducing a negative stereotype is task dependent, but further research is needed to more deeply investigate the mechanisms involved.

Keywords: perception of effort, self-paced cycling exercise, stereotype lift, stereotype threat

According to the stereotype threat model (Steele, 1997), people may underperform on a task when thinking about the negative performance expectations for their own group (for a review in the sports field, see Chalabaev, Sarrazin, Fontayne, Boiché, & Clément-Guillotin, 2013; Gentile, Boca, & Giammusso, 2018). In the sports field, when negative stereotypes toward certain social groups were activated, the members of the targeted groups showed decreased performances for a wide range of tasks requiring technical skills (i.e., fine movement coordination and integration of information): golf putting (e.g., Stone, Lynch, Sjomeling, & Darley, 1999); soccer dribbling (e.g., Chalabaev, Sarrazin, Stone, & Cury, 2008); basketball shooting (e.g., Hively & El-Alayli, 2014); tennis serves (Hively & El-Alayli, 2014); or stride jumping (Laurin, 2017). The aim of the present study was to investigate the effects of activating a negative stereotype for a task not requiring technical skill but instead high energy expenditure. To do so, we focused on the sex stereotype that women have poor athletic ability, as it is very salient in the sports domain (e.g., Clément-Guillotin & Fontayne, 2011) and widely investigated in the stereotype threat studies in the sports field (for a review, see Chalabaev, Sarrazin, et al., 2013; Gentile et al., 2018).

The performance decreases observed in previous studies after the induction of a negative stereotype have been explained by the explicit monitoring hypothesis (Beilock & Carr, 2001). According to this hypothesis, expertise in tasks that require coordination, such as soccer dribbling, depends on proceduralized skills that run relatively automatically with minimal intervention from the working memory system. Under negative stereotyping, targeted individuals are likely to isolate and focus on specific components of task execution. This results in a breakdown of the integrated control structure into a sequence of smaller independent units, each unit being activated and run separately. In turn, the probability of

making errors is likely to increase, resulting in a decrease in performance (Beilock & Carr, 2001).

However, what happens when the task does not focus on technical skill but rather on energy expenditure? No studies in the stereotype threat literature have thus far focused on tasks that require high involvement. Yet this question needs to be addressed because this type of task is encountered in real-life settings (e.g., endurance sports). Moreover, theoretical aspects of the literature suggest that this type of task is not susceptible to stereotype threat but rather lead to an increase in performance. As highlighted by the integrated process model (Schmader, Johns, & Forbes, 2008), the induction of a negative stereotype toward a group has consistently been shown to increase motivation to perform well as a way of countering the negative stereotype by greater task engagement. If the task does not require technical skill, individuals do not need to focus on specific components of task execution, as the movement cannot be split into independent units (Beilock & Carr, 2001). Consequently, the increased motivation prompted by the induction of the negative stereotype will likely elicit better engagement and thus a performance increase. Moreover, even if majority of studies found a performance decrease after the induction of a negative stereotype, it has been shown that, in some cases, performance could also be improved (e.g., O'Brien & Crandall, 2003). For example, to explain the positive effect observed on performance after the induction of a negative stereotype, O'Brien and Crandall (2003) suggested that their participants perceived the task manageable and expect success on it.

This positive effect hypothesis is also supported by the mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007), which argues that inducing a negative stereotype motivates individuals to perform well to disprove the negative stereotype about their group, which potentiates the prepotent response (i.e., dominant response) to the given task. If the prepotent response is incorrect, and the individuals do not know how or do not have the motivation or time to correct it, performance is debilitated. But if the prepotent response is correct or if the individuals are able to recognize that their prepotent response is incorrect and have sufficient motivation and

The authors are with Laboratoire Motricité, Humaine, Expertise, Sport, Santé (LAMHES), Université Côte d'Azur, Nice, France. Deshayes (maxime.deshayes@gmx.fr) is corresponding author.

time to correct it, performance is enhanced. In the sports field, two studies have tested this effect on ball-bouncing tasks and observed better performances for participants when a negative stereotype was activated than for participants in a control condition (Huber, Brown, & Sternad, 2016; Huber, Seitchik, Brown, Sternad, & Harkins, 2015).

The present research investigated the effect of sex stereotype induction on physical performance for a task that does not require technical skill. We used an endurance task that can be encountered in daily life: a self-paced cycling task. In addition to recording power output during the cycling task, challenge appraisals were also investigated. In response to a situation, individuals can feel challenged (thinking they have sufficient resources to cope with the task demands) or threatened (thinking they do not have sufficient resources to cope with the task demands; see the biopsychosocial model of challenge and threat, Blascovich, 2008). If individuals are more motivated to counter a negative stereotype, we can assume that when the negative stereotype is induced, they will feel challenged instead of threatened. One good way to investigate the challenge is by recording the heart rate (e.g., Blascovich & Tomaka, 1996). In addition to using this physiological measure, we also investigated challenge through self-report measures. Previous research has examined challenge appraisals in the cognitive domain after the induction of a negative stereotype (e.g., Chalabaev, Major, Cury, & Sarrazin, 2009), but no study to our knowledge has investigated the effect of inducing a negative stereotype on challenge appraisals in the sports field. We decided to cross self-reported and physiological measures because majority of studies in the motor domain failed to observe the effect of inducing a negative stereotype on self-report measures (e.g., Hermann & Vollmeyer, 2016) and because it has been shown that results may differ between self-reported measures and more indirect measures (i.e., behavioral, physiological measures; e.g., Bosson, Haymovitz, & Pinel, 2004). The feeling of threat (the opposite of challenge) was also measured with self-report measures.

As the self-paced cycling exercise did not focus on technical skills, only one response could be made (i.e., pedaling), and this response was correct and prepotent (i.e., the response was known to the participants because the experimenter clearly explained the instructions). With this type of task, it was also unlikely that the specific components of task execution could be separated into independent units (Beilock & Carr, 2001). Thus, we predicted that the activation of a negative stereotype toward women would increase the women's performances, accompanied by increases in task engagement (characterized by challenge measures), as compared with the nullified-stereotype condition. This assumption may be reinforced by the stereotype manipulation through the stereotype reactance theory (Kray, Thompson, & Galinsky, 2001). According to this theory, when an explicit stereotype is induced (as in the present research), the participants negatively targeted by the stereotype are more likely to be aware that it is directed toward them and consequently want to disprove it by behaving in a manner inconsistent with it.

For the male participants, we predicted that their performances would increase when they were exposed to the same negative stereotype toward women during the same self-paced task. This assumption was based on the stereotype lift model (Walton & Cohen, 2003), which suggests that when a negative stereotype toward one group is induced (e.g., women), nonstereotyped individuals perform better (e.g., men). In the sports field, this positive effect was observed during tasks of balance (Chalabaev, Stone, Sarrazin, & Croizet, 2008); basketball shooting (Laurin, 2013);

strength (Chalabaev, Brisswalter, et al., 2013); stride jumping (Laurin, 2017); and ball bouncing (Huber et al., 2016). Therefore, in addition to examining women's reactions, how men react when a negative stereotype toward women is induced during an endurance task needs to be addressed.

A secondary aim of the present research was to observe the effect of the induction of a negative stereotype toward women on self-reports women's and men's self-efficacy (i.e., "beliefs in one's capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainments"; Bandura, 1997, p. 3). For men, previous research showed that inducing a negative stereotype toward women leads to an increase in self-efficacy (Chalabaev, Stone, et al., 2008). Consequently, we suggested an increase in self-efficacy when assigned to the negative stereotype toward women condition, as compared with when assigned to the nullified-stereotype condition. However, concerning women, results are more debated (e.g., Heidrich & Chiviacowsky, 2015; Chalabaev, Stone, et al., 2008). As we suggested that they would be more challenged by the task (i.e., thinking that they have sufficient resources to cope with the task demands), we predicted that their self-efficacy would be higher when assigned to the negative stereotype toward women condition than when assigned to the nullified-stereotype condition.

Methods

Participants

Thirty-four students (17 women and 17 men; $M_{\text{age}} = 20.8$, $SD_{\text{age}} = 2.4$) took part in this study. On the basis of a recent meta-analysis evaluating the effect size of the induction of a negative stereotype toward women on performance (Gentile et al., 2018), a moderate effect size was expected ($F = 0.25$). With a fixed α level (.05) and a high statistical power of .80, the required sample size was at least 34 participants. To be susceptible to stereotype threat effects, individuals need to identify with the domain (i.e., domain identification) and thus consider the relevant task to be important for them (Roberson & Kulik, 2007; Steele, 1997). Therefore, the present research focused on individuals who identified with sports in general. To ensure that participants considered athletic ability important (i.e., domain identification), prior to the experiment, potential participants completed two 7-point questionnaires (items included "it is important for me to have good physical abilities" and "it is important for me to be good during physical activities"), with responses ranging from 1 (*strongly disagree*) to 7 (*strongly agree*). The internal reliability of the domain identification scale was satisfactory ($\alpha = .81$). All the recruited participants had a mean score higher than 4 ($M = 6.03$, $SD = 1.02$) and were consequently added in this study. Approval of the study protocol was obtained from the ethics committee of the Université Côte d'Azur.

Study Design

The large majority of stereotype threat studies have used a between-subject design in which participants are randomly assigned to one of the conditions (for a review, see Chalabaev, Sarrazin, et al., 2013; Gentile et al., 2018). In the present research, a within-subject design was used because it has greater statistical power (Charness, Gneezy, & Khun, 2012) and enables better observation of individual differences, as each participant is assigned to both conditions.

In particular, this study included three visits: one familiarization session followed by two randomized experimental sessions. During each visit, the exercise was performed on an air-braked

cycle ergometer (Wattbike Pro, Nottingham, United Kingdom). During this task, participants were asked to develop the required effort (i.e., characterized by power output) based on an effort scale (Borg, 1970). The experience of effort (rating of perceived exertion [RPE]) can be described as “the particular feeling of that energy being exerted” (Preston & Wegner, 2009). RPE is a reliable method to regulate the intensity of exercise during a training program (for a review, see Morishita, Yamaushi, Fujisawa, & Domen, 2013). This method makes training simpler, more accessible, and more useful than alternative methods because practitioners adjust their intensity according to a selected RPE (i.e., RPE–exercise intensity relationship; e.g., Brownsberger, Edwards, Crowther, & Cottrell, 2013).

To analyze the effects of inducing a negative stereotype on performance, the participants were asked to adjust their cycling power to stay at a fixed perceived intensity throughout the entire task (i.e., RPE–exercise intensity relationship). More precisely, after a familiarization session, participants were assigned to a “negative stereotype” toward women condition and a “nullified-stereotype” condition in randomized order and performed 20 min of self-paced cycling exercise at moderate effort (RPE 13). The three visits were separated by 7 days and occurred at the same time of day. Participants were prohibited from engaging in physical activity 24 hr before each session to avoid any prefatigue.

Familiarization

Participants came to the laboratory 1 week prior to the first experimental session and were familiarized with the cycle ergometer, the cycling task, and the RPE scale (RPE 6–20; Borg, 1970). This session lasted approximately 2 hr. At the beginning, standardized instructions on use of the RPE scale were read and explained to them, and then the familiarization protocol began. Participants exercised at specific RPE values according to the following order: RPE 11 (i.e., light effort); 13 (i.e., somewhat hard effort); 15 (i.e., strong effort); 13; and 11 (Borg, 1970). For each level, they cycled for 5 min. During the first 2 min, they adjusted the work rate themselves to find the appropriate rate. During the final 3 min, mean power output was recorded. Participants were informed that they would need to follow specific instructions to achieve the work rate that corresponded to the selected RPE values. Between each level, they had 5 min to recover. During this resting time, feedback was given: The experimenter and the participant discussed the last trial and especially the participant’s perceptions and the power developed; this was done to improve accuracy in the next trial by correctly matching the perception of effort and the power developed. Then, after a 15-min rest, they performed two self-paced cycling trials for 7 min each at RPE 13 (i.e., including 2 min to find the appropriate work rate), separated by 15 min of recovery between the two trials. The coefficient of variation had to be lower than 5% in these last two trials. The coefficient of variation has been suggested as the most appropriate method to assess reliability (Atkinson & Nevill, 1998). This threshold indicated participants’ ability to consistently replicate similar performance outcomes when placed under the same conditions. If this coefficient was higher than 5%, participants had to perform another 5 min of self-paced cycling exercise at RPE 13 and continued to do so until their coefficient of variation value was less than 5% ($M = 3.9$, $SD = 1.3$).

Validity and Reproducibility of the Task

Before evaluating the influence of inducing a negative stereotype toward women on performance, we checked the reproducibility of

the task over two sessions. In this pilot study, participants (seven women and seven men; $M_{\text{age}} = 24.5$, $SD_{\text{age}} = 4.6$) individually cycled in a familiarization session (identical to the main study session). One week later, they returned to the laboratory for a 20-min session of self-paced exercise at RPE 13, and finally, 1 week later, they performed this same exercise at RPE 13.

To detect potential differences between the two sessions, we conducted 2 (sex) \times 2 (session) analyses of variance (ANOVAs) on power output, with sex as the between-subject factor and session as the within-subject factor. Results showed a lack of significance for the main effects of sex, $F(1, 12) = 0.55$, $p = .47$, and session, $F(1, 12) = 0.02$, $p = .89$, and the Session \times Sex interaction effect, $F(1, 12) = 0.05$, $p = .82$, suggesting the good reproducibility of the task.

Experimental Conditions

At the beginning of each experimental condition, two isometric maximal voluntary contractions (MVCs) were performed on a dynamometric chair. Following this, participants were seated on a chair, and their resting heart rate was recorded. Then, they were assigned to either the negative stereotype toward women condition or the nullified-stereotype condition. In the negative stereotype toward women condition, all participants were told: “Now, we are going to investigate the differences between men and women. For this reason, we will measure new physical and physiological settings. Previous research has demonstrated sex differences. Indeed, women have been shown to underperform on this test relative to men.” By contrast, for the nullified-stereotype condition, participants were told: “Now, we are going to investigate differences between men and women. For this reason, we will measure new cognitive and psychological settings. Previous research has demonstrated that this test has not been shown to produce any sex differences.” This induction was adapted from previous research (e.g., Chalabaev, Brisswalter, et al., 2013; Chalabaev, Sarrazin, et al., 2008) for the within-subject design. Subsequently, they answered a “challenge or threat appraisal questionnaire” and a preexercise self-efficacy questionnaire. The cycling task was then initiated. Participants had to perform 22 min of self-paced cycling exercise at moderate effort (RPE 13) without stopping. During the first 2 min, they adjusted the work rate themselves to find the appropriate work rate. The final 20 min were recorded. They could modify their power output as much as they wanted to stay at the same perceived intensity requested (RPE 13). Every 4 min, self-efficacy was measured. Immediately after this task, they performed two more MVCs. The MVCs before and after the self-paced cycling task were performed to assess the level of fatigue induced by the task. Participants then returned 1 week later and performed the same self-paced cycling exercise but in the condition to which they had not yet been assigned (i.e., the negative stereotype toward women condition or the nullified-stereotype condition).

Data Collection

Performance and Fatigue. Performance was defined as the mean power output developed by participants throughout the entire 20 min of self-paced cycling. Every 10 s, power output was averaged, and we also examined whether it varied during the 20 min of the task. To do so, we segmented the task into 10 parts of 2 min. The Wattbike calculates power output by measuring the chain tension over a load cell (sampled at 100 Hz) using the formula $P = (F \times l)/t$, where P is the power output per revolution

(in watts), F = average force per crank revolution (in newtons), l = 0.17 m as the crank length (in meters), and t = time taken to complete a crank revolution (in seconds).

As explained, two MVCs were performed before and after the self-paced cycling task. The difference between the pre/post MVCs was a fatigue indicator, which was expressed in normalized units (percentage change from the highest peak strength). We determined the MVCs using a dynamometric chair with a 140° hip angle and a 90° knee angle and measured the maximal voluntary isometric torque of the knee extensor muscles. The axis of the dynamometer was aligned with the anatomical knee axis. A noncompliant strap attached to the participant's right ankle (just superior to the malleoli) was connected to a calibrated load cell (Model SM 2000N; Interface, Scottsdale, AZ) by a nondeformable metallic rod to determine voluntary quadriceps force.

Challenge and Threat. Challenge was assessed with two types of measure: physiological (i.e., heart rate) and a self-report challenge appraisal scale. Heart rate was recorded with a Polar HR monitor (Model F6; Polar Electro, Lake Success, NY). The instrument was strapped on a belt and placed on the participant's chest. It was equipped with a microprocessor that measured the time lapse between two heartbeats with millisecond precision. Every 10 s, heart rate was averaged, and the mean heart rate was calculated. We also examined whether heart rate varied during the 20-min task. To do so, we segmented the task into 10 parts of 2 min. For the self-report measure, challenge was assessed with a scale previously used by Chalabaev et al. (2009). This scale included the stem: "As I anticipate the test, I feel . . ." and the following items: eager and confident (Cronbach α = .60). Threat was measured with the same stem, and the following items: worried and nervous (Cronbach α = .83). For both self-reported measures, participants responded on a 7-point Likert scale from 1 (*strongly disagree*) to 7 (*strongly agree*). These two scales were substantially correlated (r = .45).

Self-Efficacy. Preexercise self-efficacy was assessed by six items adapted from the study of Welch, Hulley, and Beauchamp (2010). Each item represented an increment of 10 min in duration, ranging from 10 to 60 min. Participants indicated how confident they were that they could successfully maintain the RPE 13 effort without stopping for 10, 20, 30, 45, and 60 min. They responded using a 100-point percentage scale with 10-point increments (0% = *no confidence at all*; 100% = *complete confidence*). The self-efficacy score was calculated by summing the confidence ratings and dividing by the number total of items.

Self-efficacy was also assessed repeatedly throughout exercise (every 4 min) with three measures adapted from Welch et al. (2010). Participants indicated how confident they were that they could successfully maintain the RPE 13 effort without stopping for 10, 30, and 60 min on the same 100-point percentage scale. The self-efficacy score was calculated by summing the confidence ratings and dividing them by the number total of items.

Statistics

For mean power output, mean heart rate, and fatigue, 2 (sex) \times 2 (condition) ANOVAs with repeated measures were conducted, with sex as the between-subject factor and condition as the within-subject factor. For the evolution of power and heart rate throughout the task, 2 (sex) \times 2 (condition) \times 10 (time of measurement) ANOVAs with repeated measures were conducted, with sex as the between-subject factor, and condition and time of measurement as the within-subject factors. Next, a 2 (sex) \times 2 (condition)

analysis of covariance on preexercise self-efficacy was computed, with controlling for familiarization (baseline) measures. For self-efficacy, a 2 (sex) \times 2 (condition) \times 5 (time) ANOVA with repeated measures was conducted, with sex as the between-subject factor, and condition and time as the within-subject factors. Finally, as the challenge and threat appraisals scale were substantially correlated, a 2 (sex) \times 2 (condition) multivariate analysis of covariance was employed to examine potential differences in the challenge and threat appraisals dimensions, with controlling for familiarization (baseline).

Results

Means and SDs for the study variables are presented in Table 1.

Performance and Fatigue

In terms of power output, the analyses showed the main effect of sex on mean power output, $F(1, 32) = 15.92, p < .001, \eta_p^2 = .33$, suggesting that men developed more power than women during the 20 min of self-paced cycling exercise. We also observed a main effect of condition, $F(1, 32) = 15.77, p < .001, \eta_p^2 = .33$. Participants developed more power over the entire 20 min when the negative stereotype about women was induced ($M = 119.1, SD = 35.9$) than when the nullified-stereotype was induced ($M = 112.5, SD = 36.7$). When we examined the evolution of power output, the analyses also showed the main effects of sex, $F(1, 32) = 15.94, p < .001, \eta_p^2 = .33$, and condition, $F(1, 32) = 16.17, p < .001, \eta_p^2 = .33$ (see Figure 1[a]). A time of measurement effect was also found, $F(9, 288) = 4.86, p < .001, \eta_p^2 = .13$. However, none of the interactions reached significance (all $ps > .05$).

Finally, fatigue was characterized by the difference between the pre/post MVCs. There was no significant main effect of sex, $F(1, 32) = 0.10, p = .76$, or condition, $F(1, 32) = 0.03, p = .86$, or a Condition \times Sex interaction effect, $F(1, 32) = 1.85, p = .18$.

Challenge and Threat

When we considered heart rate, the analyses only showed a main effect of condition, $F(1, 27) = 4.55, p = .04, \eta_p^2 = .14$. Participants' heart rate was higher when the negative stereotype about women was induced ($M = 148.0, SD = 15.9$) than when the nullified-stereotype condition was induced ($M = 143.3, SD = 17.3$)¹. When we examined the evolution of heart rate throughout the task, the analyses also showed the main effect of condition, $F(1, 29) = 4.56, p = .04, \eta_p^2 = .14$ (see Figure 1[b]). However, no significant Sex \times Condition effect, $F(1, 29) = 0.02, p = .90$, Sex \times Condition \times Time of measurement effect, $F(9, 261) = 0.15, p = .99$, or Condition \times Time of measurement, $F(9, 261) = 0.38, p = .94$, emerged.

Concerning the self-reported challenge and threat dimensions, the multivariate analysis of covariance revealed no significant main effect of sex, $F(2, 29) = 0.73, p = .49$ or condition, $F(2, 29) = 0.05, p = .95$, or a Condition \times Sex interaction effect, $F(2, 29) = 0.01, p = .99$.

Self-Efficacy

Concerning preexercise self-efficacy, the results showed no significant main effect of sex, $F(1, 31) = 1.27, p = .27$, or condition, $F(1, 31) = 0.82, p = .37$, or Condition \times Sex interaction effect, $F(1, 31) = 1.04, p = .32$. Finally, for self-efficacy during the task, the results only showed a main effect of sex, $F(1, 31) = 4.81,$

Table 1 Dependent Variables, $M \pm SD$

Sex and variables	Condition		
	Familiarization	Negative stereotype toward women	Nullified stereotype
Men ($n = 17$)			
Fatigue (%)	—	10.5 ± 10.6	5.6 ± 14.7
Mean power output (W)	—	140.8 ± 39.0*	131.6 ± 42.5
Mean heart rate (beats/min)	—	142.4 ± 18.8*	138.9 ± 21.6
Challenge appraisals	4.1 ± 1.3	4.1 ± 0.9	4.1 ± 0.9
Threat appraisals	1.9 ± 0.7	1.6 ± 0.5	1.6 ± 0.6
Preexercise self-efficacy	62.2 ± 20.9	75.5 ± 21.8	79.7 ± 16.5
Mean self-efficacy (T1–T5)	—	64.8 ± 22.8	67.3 ± 21.0
Women ($n = 17$)			
Fatigue (%)	—	5.2 ± 13.1	8.9 ± 14.0
Mean power output (W)	—	97.4 ± 11.4*	93.4 ± 14.1
Mean heart rate (beats/min)	—	153.9 ± 15.0*	147.9 ± 9.6
Challenge appraisals	3.2 ± 1.22	4.1 ± 1.0	4.0 ± 1.3
Threat appraisals	2.4 ± 1.1	1.7 ± 1.0	1.8 ± 1.0
Preexercise self-efficacy	48.9 ± 21.3	64.8 ± 16.7	64.9 ± 17.8
Mean self-efficacy (T1–T5)	—	51.8 ± 17.2	51.7 ± 12.1

*Difference in the mean power output and the mean heart rate between the negative stereotype toward women condition and the nullified-stereotype condition ($p < .05$).

$p = .04$, $\eta_p^2 = .14$, suggesting that men's self-efficacy was higher ($M = 77.6$, $SD = 19.2$) than women's self-efficacy ($M = 64.9$, $SD = 17.0$) during the 20 min of self-paced cycling exercise.

Discussion

This study aimed to investigate the effects of a negative sex stereotype toward women on women's and men's performances of a self-paced cycling task (RPE 13). We predicted that the activation of this stereotype would increase the women's performances and their involvement in the task (characterized by challenge measures) based on the type of task: an endurance cycling task that did not require technical skill. An increase in the men's performances was also expected when this negative stereotype about women's poorer performance was activated compared with the activation of the nullified stereotype. The present research showed an increase in men's and women's performance (i.e., characterized by power output) accompanied by an increase in heart rate, while no effect emerged on all the self-reported measures.

Our study highlighted that, for the same perceived intensity, our female and male participants developed more power output when a negative stereotype toward women was induced than when the nullified stereotype was induced. In both the female and male participants, this increase was accompanied by an increase in heart rate. The present research is one of the first in the sports field to report that women performed better when a negative stereotype toward women had been activated (see Chalabaev, Sarrazin, et al., 2013; Gentile et al., 2018). Conversely, in line with the stereotype lift phenomenon (Walton & Cohen, 2003), men showed consistently better performances during motor tasks when this stereotype was previously activated (e.g., Chalabaev, Brisswalter, et al., 2013). This stereotype lift effect has also been observed in tasks such as maximal strength (Chalabaev, Brisswalter, et al., 2013); motor balance (Chalabaev, Stone, et al., 2008); basketball shooting (Laurin, 2013); stride jumping (Laurin, 2017); and ball bouncing (Huber et al., 2016). The originality regarding men in the present

research is that this classic effect was observed in an expenditure task. The stereotype lift effect in expenditure tasks has never been studied, although these types of tasks can be encountered in real-life settings (e.g., endurance sports). The same remark can be made about stereotype threat effects in expenditure tasks.

Although the same effects were observed in the men and women in the present research, the literature suggests different explanations for each sex. On the one hand, the stereotype lift literature on men suggests that when the negative stereotype toward women is activated, the men want to prove it true (Walton & Cohen, 2003). These authors suggested that the stereotype lift effect exerts its impact by encouraging downward social comparisons with a denigrated out-group. In this way, individuals can elevate their self-confidence and their motivation to succeed, leading to improved performance. Chalabaev, Stone, et al. (2008) validated this assumption and found that the improved performances of men after the induction of a negative stereotype toward women were mediated by higher self-confidence (measured before the task) and task involvement (characterized by heart rate measured before and during the task). Thus, this effect can be observed during technical tasks (e.g., Laurin, 2013); nontechnical tasks (e.g., Chalabaev, Brisswalter, et al., 2013); and an expenditure task not requiring technical skills. This suggests that the stereotype lift effect is not task dependent.

On the other hand, the women's performance increase could be interpreted as a determination to prove that the stereotype is wrong. It is well established that inducing a negative stereotype for a social group leads to an increased motivation in the individuals belonging to this group (see the mere effort account, Jamieson & Harkins, 2007; the integrated process model, Schmader et al., 2008; Steele, 1997). We suggest that this greater motivation was characterized in the present research by an increase in heart rate, which is a challenge indicator (e.g., Blascovitch & Tomaka, 1996).

Thus far, the majority of the stereotype threat studies have used technical tasks (e.g., soccer dribbling), and performance decreases were observed in individuals targeted by the negative stereotype (for a review, see Chalabaev, Sarrazin, et al., 2013; Gentile et al.,

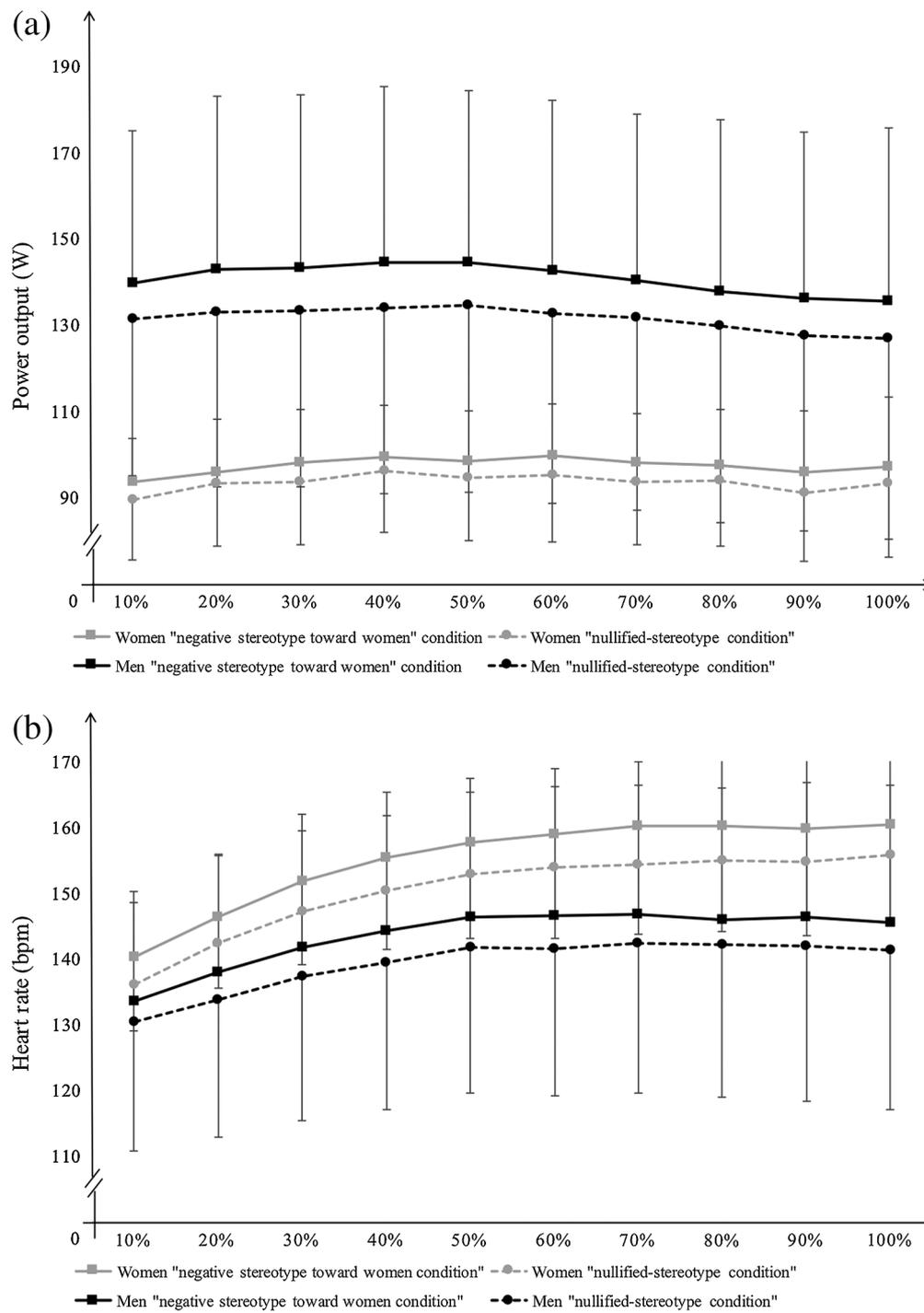


Figure 1 — Evolution of men's and women's power output (a) and heart rate (b) during the 20 min of exercise according to the conditions.

2018). As previously mentioned, this result was explained by the explicit monitoring hypothesis (e.g., Beilock & Carr, 2001). However, the present research used a cycling task that did not require technical skills but instead required energetic expenditure, and therefore, this task could not be impacted by explicit monitoring. Thus, the type of task, coupled with an increased motivation (i.e., characterized by an increase in heart rate) might be the likely explanation for the better performances.

A second explanation of the present findings could implicate the mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007). According to this account, inducing a negative stereotype motivates participants to want to perform well, which potentiates the prepotent response (i.e., dominant response) to the task. If the prepotent response is incorrect, and individuals do not know or do not have the motivation or time to correct it, performance is debilitated. But if the prepotent response is correct or if individuals are able to recognize that their prepotent response is incorrect and have sufficient motivation and time to correct it, performance is facilitated. This model has been applied during cognitive tasks (e.g., Jamieson & Harkins, 2007), but only two studies have tested the mere effort account during motor tasks (Huber et al., 2015, 2016). The authors observed that when the prepotent response was correct, either after a practice period (Huber et al., 2015) or from the beginning of the task (Huber et al., 2016), the induction of a negative stereotype led to a performance increase.

In the present study, the participants had to stay at a fixed perceived intensity (i.e., RPE 13) for 20 min of cycling exercise. We can assume that the only response that could be made is pedaling. Thus, in this instance, pedaling would be the prepotent response. Also, as the instructions were to pedal at this fixed intensity, this prepotent response was correct and the participants knew it. The mere effort account may thus potentially explain these results. At this step, more studies are required to test the mere effort hypothesis using tasks that elicit more than one possible response during endurance tasks.

Concerning the mechanisms involved in such performance, we first investigated challenge through physiological and self-reported measures. Concerning the physiological measures, as expected, an increase in heart rate was observed for the men and the women, revealing that participants felt more challenged by the stereotype manipulation. However, no significant difference emerged concerning the self-reported challenge measures. Many studies failed to observe the effects of inducing a negative stereotype on self-reported measures (e.g., Bosson et al., 2004; Hermann & Vollmeyer, 2016). For example, Bosson et al. (2004) found that participants assigned to the negative stereotype condition felt more anxious, compared with participants in the control condition, using behavioral measures, while no effect emerged when measuring self-reported anxiety. In the literature, this difficulty to observe the effect on self-reported measures after the induction of a stereotype is hypothesized to be due to an emotional regulation, in order to suppress thoughts and emotions resulting from the activation of the negative stereotypes (e.g., Johns, Inzlicht, & Schmader, 2008), suggesting that self-reported measures seem not to be the most appropriate tool to apprehend the effects of the induction of a negative stereotype. Then, the within-subject design and the measure used may also explain why no significant difference emerges for the self-reported challenge measure. Indeed, given that the time between each session was short and the scale contained only two items, it is likely that the participants remembered their responses from one session to the other. These last comments may also be applied to self-efficacy in our study.

Finally, we investigated the effect of inducing a negative stereotype toward women on self-efficacy. For male and female participants, no difference in preexercise self-efficacy or the evolution of self-efficacy emerged when we compared the negative stereotype toward women condition and the nullified-stereotype condition. Heidrich and Chiviawosky (2015) reported that the induction of a negative stereotype toward women resulted in a modification in self-efficacy, which they observed after the task and mostly the day after induction. In the present research, self-efficacy was measured before and during the task, but not afterward. This may also explain why no modification in self-reported self-efficacy was noted between the negative stereotype toward women and the nullified-stereotype conditions. To our knowledge, no study thus far has measured self-efficacy before, during, after, and the day after the task during a threat situation.

Limitations and Future Directions

First, the results we observed for women (i.e., performance increase) may have been reinforced by the protocol we used, with the implication of the stereotype reactance theory (Kray et al., 2001). This theory is based on the type of stereotype manipulation (i.e., explicit: clearly expresses the stereotype vs. implicit: the stereotype is not directly expressed but implied). It argues that when an explicit stereotype is induced, the participants negatively targeted by the stereotype are more likely to be aware that it is directed toward them and consequently want to disprove it by behaving in a manner inconsistent with it. As the stereotype manipulation was verbally provided (i.e., explicit manipulation), it may well have motivated the women to prove that the negative stereotype was wrong. It would therefore be interesting to examine the effects of more implicit stereotype activation on performance during the same type of task.

Next, as in previous research, we compared a nullified-stereotype condition with a negative stereotype toward women condition (e.g., Chalabaev, Brisswalter, et al., 2013). However, this nullified stereotype can be questioned (i.e., this condition could make sex a salient category and implicitly induce a stereotype), and it would therefore be interesting to compare a negative stereotype condition with a nullified-stereotype condition and a control condition to observe whether the nullified-stereotype condition can be used as a control condition.

We noted that self-reported challenge and threat measures were substantially correlated, and the reliability of the challenge appraisals scale was low. Even if self-reported measures seem not to be the more appropriate to investigate the effect of negative stereotypes, it could be interesting to investigate the effects of negative stereotypes on self-reported challenge with other indicators (e.g., crossing cognitive and affective responses; Trotman, Williams, Quinton, & Veldhuijzen van Zanten, 2018). Also, we suggested that women were more motivated to counter the negative stereotype to prove that it is wrong. However, because of the within-subject design, we did not directly ask participants at the end of the task whether they performed trying to prove or disprove the stereotype was true. This information is precious and could be easily collected with a between-subject design in a future research.

Moreover, the present research showed, during an energy expenditure task that did not require technical skills, an increase in men's and women's performance when a negative condition toward women was induced. It would be interesting to observe whether these effects emerge during women's performances when a negative condition toward men is induced and whether men

also improve their performances (as the women did in the present study) when they are negatively targeted. Also, with the results observed in the present research, we may hypothesize that the effect of inducing a negative stereotype toward women is task dependent (i.e., performance decrease during technical tasks but performance increase during high energy expenditure that does not require coordination). Future research should directly test our task-dependency hypothesis (i.e., energetic task vs. technical task in one study).

More particularly, the present results showed that the participants developed more power during the self-paced cycling exercise after the sex stereotype was activated, while the required RPE was the same in all conditions. Since 1962, the RPE–exercise intensity relationship has generally been used to monitor, prescribe, and regulate exercise following performance objectives and in health-related physical activities (for a review, see Morishita et al., 2013). This relationship is very sensitive and may be influenced by exposure to psychological and environmental factors during energy expenditure tasks, such as self-task motivation (Blanchfield, Hardy, de Morree, Staiano, & Marcora, 2014) or mental fatigue (Brownsberger et al., 2013). The present results suggest that the RPE–exercise intensity relationship may also be influenced by a sex stereotype.

It is well known that many individuals do not engage in sufficient physical activity (e.g., Craig, 2008). One of the most cited barriers is the feeling of fatigue, related to the perception of effort (i.e., they do not engage in physical activity because they feel the effort is too difficult; Lovell, El Ansari, & Parker, 2010). To further explore this issue, it would be interesting to investigate the influence of stereotypes on the RPE–exercise intensity relationship and whether the RPE can be directly influenced in an expenditure task. Instead of fixing a perceived intensity, we might fix an exercise intensity and observe the evolution of the RPE throughout the task. We expect that the RPE increase would be slower after the induction of a negative stereotype than when a nullified stereotype is induced.

Conclusion

The present research examined the influence of inducing a negative stereotype toward women on men's and women's performances during an energy expenditure task that did not require technical skills. In line with the stereotype lift phenomenon, the men increased their performances when exposed to the negative stereotype toward women condition. The women also increased their performances when exposed to the negative stereotype as compared with when exposed to the nullified stereotype. This result provides support for the task-dependency hypothesis, but further research is needed to replicate this effect and investigate in greater depth the mechanisms involved in such performance increases. While these results are intriguing and seem to open a promising avenue of research on the stereotype threat phenomenon, they should not encourage practitioners to use negative sex stereotypes to motivate women or men. Given what we currently know about the effects of negative sex stereotypes in the sports field (see Chalabaev, Sarrazin, et al., 2013), there do not seem to be grounds to assume that the positive effects of negative stereotypes will last over the long term, nor can we overlook their deleterious effects (e.g., reinforcing men's negative stereotypes toward women, maintaining the status quo). Moreover, based on the notion of stereotype threat spillover (e.g., Inzlicht & Kang, 2010), inducing a negative stereotype not only influences performance in the stereotyped

domain, but it can also spill over and impact self-control in a diverse array of nonstereotyped domains (e.g., women tend to respond more aggressively after the induction of negative stereotypes toward their poorer abilities in mathematics). Therefore, even if this positive result is replicated, it should be kept in mind that induced stereotypes may have deleterious impacts on other functions/characteristics.

Notes

1. To control for baseline differences, we performed a 2 (sex) × 2 (condition) ANOVA with repeated measures on resting heart rate. The analyses only showed a sex main effect, $F(1, 28) = 7.33, p = .01, \eta_p^2 = .21$ (women's resting heart rate was higher than men's). There was no condition effect and no Sex × Condition effect, which suggests that there was no individual difference in heart rate before the stereotype manipulation.

References

- Atkinson, G., & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26, 217–238. PubMed ID: 9820922 doi:10.2165/00007256-199826040-00002
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: W.H. Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- Beilock, S.L., & Carr, T.H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 701–725. doi:10.1037/0096-3445.130.4.701
- Blanchfield, A.W., Hardy, J., de Morree, H.M., Staiano, W., & Marcora, S.M. (2014). Talking yourself out of exhaustion: The effects of self-talk on endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46, 998–1007. PubMed ID: 24121242 doi:10.1249/MSS.000000000000184
- Blascovich, J. (2008). Challenge and threat. In A.J. Elliot (Ed.), *Handbook of approach and avoidance motivation* (pp. 431–445). New York, NY: Psychology Press.
- Blascovich, J., & Tomaka, J. (1996). The biopsychosocial model of arousal regulation. *Advances in Experimental Social Psychology*, 28, 1–51. doi:10.1016/S0065-2601(08)60235-X
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92–98. PubMed ID: 5523831
- Bosson, J.K., Haymovitz, E.L., & Pintel, E.C. (2004). When saying and doing diverge: The effects of stereotype threat on self-reported versus non-verbal anxiety. *Journal of Experimental Social Psychology*, 40, 247–255. doi:10.1016/S0022-1031(03)00099-4
- Brownsberger, J., Edwards, A., Crowther, R., & Cottrell, D. (2013). Impact of mental fatigue on self-paced exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 1029–1036. doi:10.1055/s-0033-1343402
- Chalabaev, A., Brisswalter, J., Radel, R., Coombes, S.A., Easthope, C., & Clément-Guillotin, C. (2013). Can stereotype threat affect motor performance in the absence of explicit monitoring processes?: Evidence using a strength task. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35, 211–215. doi:10.1123/jsep.35.2.211
- Chalabaev, A., Major, B., Cury, F., & Sarrazin, P.G. (2009). Physiological markers of challenge and threat mediate the effects of performance-based goals on performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, 991–994. doi:10.1016/j.jesp.2009.04.009
- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Fontayne, P., Boiché, J., & Clément-Guillotin, C. (2013). The influence of sex stereotypes and gender roles on

- participation and performance in sport and exercise: Review and future directions. *Psychology of Sport and Exercise*, *14*, 136–144. doi:10.1016/j.psychsport.2012.10.005
- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Stone, J., & Cury, F. (2008). Do achievement goals mediate stereotype threat?: An investigation on females' soccer performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *30*, 143–158. doi:10.1123/jsep.30.2.143
- Chalabaev, A., Stone, J., Sarrazin, P., & Croizet, J.-C. (2008). Investigating physiological and self-reported mediators of stereotype lift effects on a motor task. *Basic and Applied Social Psychology*, *30*, 18–26. doi:10.1080/01973530701665256
- Charness, G., Gneezy, U., & Khun, M.A. (2012). Experimental methods: Between-subject and within-subject design. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *81*, 1–8. doi:10.1016/j.jebo.2011.08.009
- Clément-Guillotin, C., & Fontayne, P. (2011). Situational malleability of gender schema: The case of the competitive sport context. *Sex Roles*, *64*, 426–439. doi:10.1007/s11199-010-9912-1
- Craig, R.J.M. (2008). *Health survey for England 2006*. Leeds, UK: The Information Centre.
- Gentile, A., Boca, S., & Giammusso, I. (2018). 'You play like a woman!' Effects of gender stereotype threat on women's performance in physical and sport activities: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, *39*, 95–103. doi:10.1016/j.psychsport.2018.07.013
- Heidrich, C., & Chiviawosky, S. (2015). Stereotype threat affects the learning of sport motor skills. *Psychology of Sport and Exercise*, *18*, 42–46. doi:10.1016/j.psychsport.2014.12.002
- Hermann, J.M., & Vollmeyer, R. (2016). "Girls should cook, rather than kick!"—Female soccer players under stereotype threat. *Psychology of Sport and Exercise*, *26*, 94–101. doi:10.1016/j.psychsport.2016.06.010
- Hively, K., & El-Alayli, A. (2014). "You throw like a girl:" The effect of stereotype threat on women's athletic performance and gender stereotypes. *Psychology of Sport and Exercise*, *15*, 48–55. doi:10.1016/j.psychsport.2013.09.001
- Huber, M.E., Brown, A.J., & Sternad, D. (2016). Girls can play ball: Stereotype threat reduces variability in a motor skill. *Acta Psychologica*, *169*, 79–87. doi:10.1016/j.actpsy.2016.05.010
- Huber, M.E., Seitchik, A.E., Brown, A.J., Sternad, D., & Harkins, S.G. (2015). The effect of stereotype threat on performance of a rhythmic motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *41*, 525–541. doi:10.1037/xhp0000039
- Inzlicht, M., & Kang, S.K. (2010). Stereotype threat spillover: How coping with threats to social identity affects aggression, eating, decision making, and attention. *Journal of Personality and Social Psychology*, *99*, 467–481. doi:10.1037/a0018951
- Jamieson, J.P., & Harkins, S.G. (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, *93*, 544–564. doi:10.1037/0022-3514.93.4.544
- Johns, M., Inzlicht, M., & Schmader, T. (2008). Stereotype threat and executive resource depletion: Examining the influence of emotion regulation. *Journal of Experimental Psychology: General*, *137*, 691–705. doi:10.1037/a0013834
- Kray, L.J., Thompson, L., & Galinsky, A. (2001). Battle of the sexes: Gender stereotype confirmation and reactance in negotiations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *80*, 942–958. doi:10.1037/0022-3514.80.6.942
- Laurin, R. (2013). Stereotype threat and lift effects in motor task performance: The mediating role of somatic and cognitive anxiety. *The Journal of Social Psychology*, *153*, 687–699. doi:10.1080/00224545.2013.821098
- Laurin, R. (2017). Stereotype threat and lift effects on perceived ability and motor task performance of high school physical education students: The moderating role of stereotype endorsement and domain identification. *Movement and Sport Sciences—Science & Motricité*, *95*, 21–30.
- Lovell, G.P., El Ansari, W., & Parker, J.K. (2010). Perceived exercise benefits and barriers of non-exercising female university students in the United Kingdom. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *7*, 784–798. doi:10.3390/ijerph7030784
- Morishita, S., Yamauchi, S., Fujisawa, C., & Domen, K. (2013). Rating of perceived exertion for quantification of the intensity of resistance exercise. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *1*, 172. doi:10.4172/2329-9096.1000172
- O'Brien, L.T., & Crandall, C.S. (2003). Stereotype threat and arousal: Effects on women's math performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *29*, 782–789. doi:10.1177/0146167203029006010
- Preston, J., & Wegner, D.M. (2009). Elbow grease: When action feels like work. In E. Morsella, J.A. Bargh, & P.M. Gollwitzer (Eds.), *Social cognition and social neuroscience. Oxford handbook of human action* (pp. 569–586). New York, NY: Oxford University Press.
- Roberson, L., & Kulik, C. (2007). Stereotype threat at work. *Academy of Management Perspectives*, *21*, 24–40. doi:10.5465/amp.2007.25356510
- Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, *115*, 336–356. PubMed ID: 18426293 doi:10.1037/0033-295X.115.2.336
- Steele, C.M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *The American Psychologist*, *52*, 613–629. PubMed ID: 9174398 doi:10.1037/0003-066X.52.6.613
- Stone, J., Lynch, C.I., Sjomeling, M., & Darley, J.M. (1999). Stereotype threat effects on Black and White athletic performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, *77*, 1213–1227. doi:10.1037/0022-3514.77.6.1213
- Trotman, G.P., Williams, S.E., Quinton, M.L., & Veldhuijzen van Zanten, J.J.C.S. (2018). Challenge and threat states: Examining cardiovascular, cognitive and affective responses to two distinct laboratory stress tasks. *International Journal of Psychophysiology*, *126*, 42–51. PubMed ID: 29477547 doi:10.1016/j.ijpsycho.2018.02.004
- Walton, G.M., & Cohen, G.L. (2003). Stereotype lift. *Journal of Experimental Social Psychology*, *39*, 456–467. doi:10.1016/S0022-1031(03)00019-2
- Welch, A.S., Hulley, A., & Beauchamp, M. (2010). Affect and self-efficacy responses during moderate-intensity exercise among low-active women: The effect of cognitive appraisal. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *32*, 154–175. PubMed ID: 20479476 doi:10.1123/jsep.32.2.154

2.3. SYNTHÈSE

L'objectif de cette étude était de répliquer les résultats obtenus dans l'étude 1 lors d'une tâche de cyclisme à intensité perçue constante. Les résultats ont montré que lorsque les participant.e.s étaient assigné.e.s à la condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit, ils/elles développaient une plus grande puissance durant les 20 minutes de cyclisme (i.e., performance plus élevée), comparativement à lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique. Ce résultat est renforcé par une augmentation de la fréquence cardiaque dans cette même condition, pouvant être interprétée comme un engagement plus important dans la tâche (e.g., *Grazzi et al., 1999*), renforçant les prédictions du modèle du simple effort d'un engagement accru à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif.

A l'instar de l'étude 1, le modèle du simple effort semble expliquer cette amélioration de la performance. Il prédit notamment que les participant.e.s menacé.e.s seraient motivé.e.s à contrer le stéréotype et investiraient davantage d'effort dans la tâche, se traduisant dans notre étude par une puissance développée plus importante. Ces résultats signifient que les participant.e.s ont développé une plus grande puissance durant la tâche sans percevoir la tâche plus difficile (i.e., la consigne étant de maintenir la perception d'effort constante sur la tâche). Dans la littérature scientifique, de nombreuses études ont montré que la perception de l'effort pouvait être influencée par de multiples facteurs psychologiques et psychosociaux (e.g., pour une revue, voir *McCormick et al., 2015*). Le fait que les participant.e.s aient développé une plus grande puissance sans modification de la perception de l'effort suggère que la relation RPE/intensité a été modifiée (i.e., puissance supérieure mais perception de l'effort stable). L'induction du stéréotype négatif a probablement modifié la perception de l'effort du participant, expliquant une performance plus élevée.

Après avoir renforcé l'idée d'un effet tâche-dépendant des stéréotypes négatifs (études 1 et 2), il apparaissait nécessaire de définir les mécanismes responsables de ces effets. Deux nouvelles études ont été conduites afin de tenter d'expliquer les résultats obtenus dans les études 1 et 2.

ETUDE 3

Can stereotype threat increase women's performance? The case of a fatiguing task

Cette étude a fait l'objet d'une publication scientifique :

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (2019). Can stereotype threat increase women's performance ? The case of a fatiguing task. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. doi: 10.1037/spy0000190

3.1. PRESENTATION DE L'ETUDE

Dans l'investigation des effets de menace du stéréotype dans le domaine physique et sportif, un des manques majeurs représente le faible niveau d'explications apporté à ces effets. Très peu d'études ont tenté de définir les mécanismes responsables des modifications de performance engendrées par l'induction du stéréotype négatif. Après avoir montré une amélioration de la performance des femmes et des hommes à la suite de l'induction d'un stéréotype sexué négatif (études 1 et 2), il apparaissait nécessaire de tenter de définir les mécanismes sous-jacents à ce phénomène.

Lors de tâches d'endurance, comme les tâches utilisées dans les études 1 et 2, une fatigue neuromusculaire est inexorablement induite, notamment caractérisée par une diminution de la force maximale des participants entre avant et après la tâche. Cette fatigue peut être d'origine centrale (i.e., adaptations au niveau du système nerveux central) et/ou d'origine périphérique (i.e., adaptations au niveau du muscle) (Gandevia, 2001). De précédentes études ont montré que certains facteurs environnementaux ou psychologiques pouvaient influencer la performance d'endurance, et que cette modification était principalement due à des adaptations centrales comme une augmentation de l'activité musculaire, plutôt qu'à des adaptations périphériques (e.g., Ducrocq et al., 2017 ; Goodall et al., 2015 ; Temesi et al., 2013). Dans le même sens, Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) ont suggéré, lors d'une tâche de force, que l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes conduisait à des adaptations d'origine centrale. Au regard de ces informations, nous pourrions suggérer que l'amélioration de la performance observée dans les études 1 et 2 serait due à des adaptations d'origine centrale.

Ainsi, l'objectif de l'étude 3 était d'étudier les mécanismes physiologiques sous-tendant l'amélioration de la performance observée dans les études 1 et 2, et ce au travers d'une mesure des fonctions neuromusculaires permettant de discriminer l'origine de la fatigue (centrale vs. périphérique). Les participant.e.s ont réalisé 15 contractions maximales volontaires du genou,

suivies d'une minute de récupération durant laquelle l'expérimentateur induisait les différentes conditions expérimentales. Enfin, les participant.e.s ont réalisé de nouveau 15 contractions maximales volontaires pour évaluer l'effet des différentes conditions. Lors des deux premières et deux dernières contractions, les fonctions neuromusculaires étaient évaluées à l'aide de stimulations simples du nerf moteur périphérique. Nous avons prédit une amélioration de la performance des hommes et des femmes qui pourrait se traduire par une fatigue centrale moins élevée, lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s à la condition où un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit, comparativement à lorsqu'ils/elles étaient assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique.

3.2. L'ETUDE



AMERICAN
PSYCHOLOGICAL
ASSOCIATION



SOCIETY FOR SPORT, EXERCISE
& PERFORMANCE PSYCHOLOGY
APA Division 47

Sport, Exercise, and Performance Psychology

© 2019 American Psychological Association
ISSN: 2157-3905

<http://dx.doi.org/10.1037/spy0000190>

Can Stereotype Threat Increase Women's Performance? The Case of a Fatiguing Task

Maxime Deshayes and Raphael Zory
University Côte d'Azur

Allison E. Seitchik
Merrimack College

Aina Chalabaev
University Grenoble Alpes

Corentin Clement-Guillotin
University Côte d'Azur

In the sports field, most studies evaluating the effect of inducing a negative stereotype on performance observed a performance decrease of the targeted group (e.g., women). This effect was explained by the explicit monitoring hypothesis and consequently the type of tasks (i.e., technical). The main aim of the present research was to observe the effect of a negative stereotype toward women on men's and women's performance during a nontechnical task that required a high energy expenditure (i.e., fatiguing task). A secondary goal was to investigate the psychophysiological mechanisms involved. During a fatiguing task, the modification of performance may result from central adaptations (i.e., residing within the central nervous system and assessed through voluntary activation and mean power frequency) and/or peripheral adaptations (i.e., within the contractile muscle, characterized by a modification of the resting potentiated twitch amplitude). Finally, rate of perceived exertion was also recorded. A total of 40 participants (20 women and 20 men; $M_{age} = 20.19$, $SD_{age} = 1.29$) were assigned to a negative stereotype toward women condition and to a nullified-stereotype condition. They performed 30 maximal voluntary contractions with an assessment of neuromuscular function (i.e., quantifying central and peripheral adaptations). Both men and women increased their performance after the induction of a negative stereotype toward women, as compared with when they were assigned to the nullified-stereotype condition, accompanied by a lesser decrease of mean power frequency. This study demonstrated that negative stereotypes could affect performance differently according to the characteristics of the task.

Keywords: stereotype threat, stereotype lift, fatiguing task, performance

Many studies have observed the influence of individual psychological factors on performance during a fatiguing task that involves high energy expenditure, such as emotion regulation (Wagstaff, 2014), stress (Mehta, 2015), mental fatigue (Marcora, Staiano, & Manning, 2009), or motivation (Andreacci et al., 2002). It is also

well-established that social factors, stereotypes in particular, may affect performance during motor tasks and especially during technical tasks (for a meta-analysis, see Gentile, Boca, & Giammusso, 2018). However, how stereotypes impact performance during tasks requiring high energy expenditure, as compared with technical

 Maxime Deshayes and Raphael Zory, LAMHESS Laboratory, University Côte d'Azur; Allison E. Seitchik, Department of Psychology, Merrimack College; Aina Chalabaev, SENS Laboratory, University Grenoble Alpes; Corentin Clement-Guillotin, LAMHESS Laboratory, University Côte d'Azur.

Correspondence concerning this article should be addressed to Maxime Deshayes, Faculté des Sciences du Sport – Laboratoire Motricité, Humaine, Expertise, Sport, Santé (EA 6312), Université Côte d'Azur, 261, boulevard du Mercantour, BP 3259, 06205 Nice cedex 3, France. E-mail: maxime.deshayes@gmx.fr

tasks, is still poorly understood. This question deserves particular attention as fatigue is one of the most important limiting factors of sports performance (Enoka, Burnett, Graves, Kornatz, & Laidlaw, 1999). The aim of the present study was to investigate the impact of the induction of a negative stereotype toward women on performance during a fatiguing task (i.e., repetition of maximal voluntary contractions).

Stereotype threat is a situational phenomenon that occurs when a stigmatized group feels pressured by the possibility of confirming a stereotype and performs below the group's capacity in the stereotyped domain (Steele, 1997). According to this theory, only participants who consider the studied/stereotyped domain as important to them can be affected by the stereotype manipulation (i.e., domain identification; Roberson & Kulik, 2007). This negative effect on performance was previously investigated in a large variety of tasks such as soccer-dribbling tasks (Chalabaev, Sarrazin, Stone, & Cury, 2008; Heidrich & Chiviawosky, 2015; Hermann & Vollmeyer, 2016), golf-putting tasks (Stone, Lynch, Sjomeling, & Darley, 1999), driving tasks (Yeung & von Hippel, 2008), basketball-shooting tasks (Hively & El-Alayli, 2014; Laurin, 2013), a tennis serving task (Hively & El-Alayli, 2014), balance tasks (Chalabaev, Stone, Sarrazin, & Croizet, 2008), a stride-jump task (Laurin, 2017), and a maximal strength task (Chalabaev et al., 2013). Most of these studies observed a decrease in women's performance when a negative stereotype regarding their ability on the task was induced, revealing the existence of stereotype threat in the motor domain.

This deleterious effect has been explained so far by the explicit monitoring hypothesis (Beilock & Carr, 2001), which is relevant for technical tasks (e.g., soccer-dribbling and basketball shooting). These tasks rely on proceduralized skills that run relatively automatically in experts. However, when a negative stereotype is induced, individuals are likely to focus consciously on specific components of task execution. This conscious monitoring, instead of relying on their proceduralized skills, increases the probability of making errors (Beilock & Carr, 2001) leading to a decrease in performance. However, evidence exists in the stereotype literature that the induction of a negative stereotype may increase performance.

It is well-established that inducing negative stereotypes increases the motivation to disconfirm it (see the mere effort account, Jamieson & Harkins, 2007; the integrated process model, Schmader, Johns, & Forbes, 2008; Steele, 1997). The mere effort account predicts that this increased motivation potentiates the prepotent response (i.e., the most likely response to be produced). When the prepotent response is incorrect, and individuals do not know or do not have the motivation or time to correct it, performance is debilitated. On the contrary, when the prepotent response is correct, or if individuals are able to recognize that their prepotent response is incorrect and have sufficient motivation and time to correct it, performance is facilitated (Huber, Brown, & Sternad, 2016; Huber, Seitchik, Brown, Sternad, & Harkins, 2015). In a typical nontechnical fatiguing task such as the repetition of isometric contractions (i.e., contraction of a muscle expressed in an increase in its tension while its length remains unchanged), the prepotent response is likely to be correct because its execution is easy (i.e., there is only one component of task execution). This suggests that the effect of the induction of a negative stereotype on performance would be task-dependent, with a performance decrease during technical tasks (for a review, see Gentile et al., 2018) and a performance increase during nontechnical tasks.

In addition to impacting performance of the group targeted by the stereotype (e.g., women), the induction of a negative stereotype can positively influence the opposing, nontargeted group (e.g., men). For example, Chalabaev, Stone, et al. (2008) found that men improved their performance after the induction of a negative stereotype toward women during a balance task. This phenomenon, called stereotype lift (Walton & Cohen, 2003), was replicated during a large variety of motor tasks (Chalabaev et al., 2013; Chalabaev, Stone, et al., 2008; Huber et al., 2016; Laurin, 2013, 2017). According to Chalabaev, Stone, et al. (2008), this performance increase in men was due to higher task involvement and self-confidence from downward comparisons to women. However, how men would react when a negative stereotype toward women is induced during a fatiguing task is still poorly understood and, thus, was investigated in the present study.

Accordingly, the first aim of the present study was to investigate the influence of inducing a negative stereotype toward women on women's and men's performance during a nontechnical fatiguing isometric task. Based on the type of the task, we first predicted that women would increase their performance when a negative stereotype toward them was induced. For men, as predicted by the stereotype lift phenomenon, we hypothesized that their performance would increase when exposed to the same negative stereotype about women.

A second aim was to determine possible mechanisms responsible for any stereotype threat performance effects. During a fatiguing task, as used in the present research, motor performance can be affected. Fatigue is usually defined as a reversible decline in maximal muscle force or torque-generating capacity (Enoka & Duchateau, 2008). This modification can result in a variety of processes along the motor pathway, and these are typically defined as being of central or peripheral origin (Gandevia, 2001). Peripheral fatigue refers to processes that occur distal to the neuromuscular junction (i.e., within the contracting muscle), whereas central fatigue refers to processes occurring proximal to the neuromuscular junction (i.e., residing within the central nervous system; Gandevia, 2001). For example, Hureau, Olivier, Millet, Meste, and Blain (2014) found that performing 10 all-out sprints induced a peripheral fatigue, but there was no modification in central fatigue (i.e., characterized by no difference in voluntary activation between pre-to-post exercise). This suggests that the decrease in performance observed was not due to a decrease in the ability of the central nervous system to maximally drive the muscle, but rather to changes within the muscle itself. On the contrary, Taylor, Allen, Butler, and Gandevia (2000) observed that during a repetition of maximal voluntary contractions, a central fatigue appeared, reflecting adaptations within the central nervous system.

Chalabaev et al. (2013) suggested that stereotypes could impact performance through central adaptations (i.e., through the central nervous system and not within the contracting muscle). To test this, in the present research we used a task that has been shown to induce a central and a peripheral fatigue (i.e., repetition of maximal voluntary contractions; Taylor et al., 2000) and examined the mediating role of central factors

in the expected performance increase, by measuring voluntary activation and mean power frequency, main indicators of central adaptations. Finally, the rate of perceived exertion (i.e., RPE; Borg, 1970), defined as "the conscious sensation of how hard, heavy, and strenuous a physical task is" (Marcora, 2010, p. 380), has been showed to plays an important role in performance modification during fatiguing tasks (see e.g., the *Flush model* [Millet, 2011] and the *psychobiological model* [Marcora, 2008]). Also, it may be influenced by a lot of factors such as motivation (Blanchfield, Hardy, de Morree, Staiano, & Marcora, 2014) or social comparison (Hutchinson, Sherman, Martinovic, & Tenenbaum, 2008). As a performance modification was expected after the induction of the negative stereotype, RPE was also measured in the present research.

Method

Participants and Design

A total of 40 students from a sports university (20 women and 20 men; $M_{\text{age}} = 20.19$, $SD_{\text{age}} = 1.29$) participated in this study. On the basis of a recent meta-analysis evaluating the effect size of the induction of a negative stereotype toward women on performance (Gentile et al., 2018), a moderate effect size was expected ($F = 0.25$). With a fixed α -level (.05) and a high statistical power of .80, the required sample size was at least 28 participants. Participants were recruited on a voluntary basis by announcements made during classes and provided informed consent.

Participants took part in the experimental procedure, which included three visits separated by at least 7 days and performed at the same time of day. The first session allowed participants to be familiarized with the protocol (i.e., familiarization session). In the second and third sessions, participants performed the same fatiguing task, during different conditions: a negative stereotype toward women condition and a nullified-stereotype condition, in a randomized order.

To ensure that participants considered athletic ability important (domain identification), they completed two 7-point items assessing its importance before the experiment ranging from 1 (*strongly disagree*) to 7 (*strongly agree*). A mean score of 4 or higher was required for

participation. All the recruited participants had a mean score higher than 4, suggesting that all participants were identified with the sport domain ($M = 6.10$, $SD = 0.68$). Approval of the study protocol was obtained from the ethics committee of the university.

Experimental Task and Materials

Strength measures. Each session was performed on a dynamometric chair with a 140° hip angle and a 90° knee angle. The axis of the dynamometer was aligned with the anatomical knee axis. A noncompliant strap attached to the participants' right ankle (just superior to the malleoli) was connected to a calibrated load cell (Model SM 2000N; Interface, Scottsdale, AZ) by a nondeformable metallic rod to determine quadriceps strength (Figure 1).

Electromyographical activity. Electromyographical activity of the vastus lateralis and the rectus femoris were recorded by means of two pairs of Ag/AgCl surface electrodes (diameter = 15 mm; interelectrode distance = 30 mm) connected to an electromyograph (PowerLab 16/35-ML138; ADInstruments, Bella Vista, Australia). The skin was shaved, abraded with emery paper, and cleaned with alcohol to reduce skin impedance below $5\text{ k}\Omega$. Electrodes were placed according to the Surface ElectroMyoGraphy for the

Non-Invasive Assessment of Muscles. The reference electrode was positioned on the lateral epicondyle of the tibia (Figure 1). The position of the electrodes was marked with indelible ink to ensure identical placement at subsequent visits. This measure allows us to investigate the mean power frequency.

Electrical stimulations. Neuromuscular functions were assessed to quantify neuromuscular fatigue (i.e., central and peripheral). A self-adhesive electrode (cathode) was placed on the femoral triangle allowing the stimulation of the femoral nerve (Figure 1). An anode ($5 \times 10\text{ cm}$) was placed on the inferior portion of the gluteus maximus. During the task, the stimulation intensity corresponded to 120% of the intensity that elicited maximal spatial recruitment of the quadriceps muscle. Electrical stimuli were delivered with a constant-current, variable-voltage stimulator (Digitimer Ltd., DS7, Hertfordshire, United Kingdom).

Rate of perceived exertion. RPE was measured using a 15-point scale ranging from 6 to 20, with anchors ranging from *very very light* to *very very hard* (Borg, 1970). Participants rated their perceived exertion at the end of each experimental time (T1 and T2). This scale is one of the most widely used instruments to measure perceived exertion during a fatiguing task and

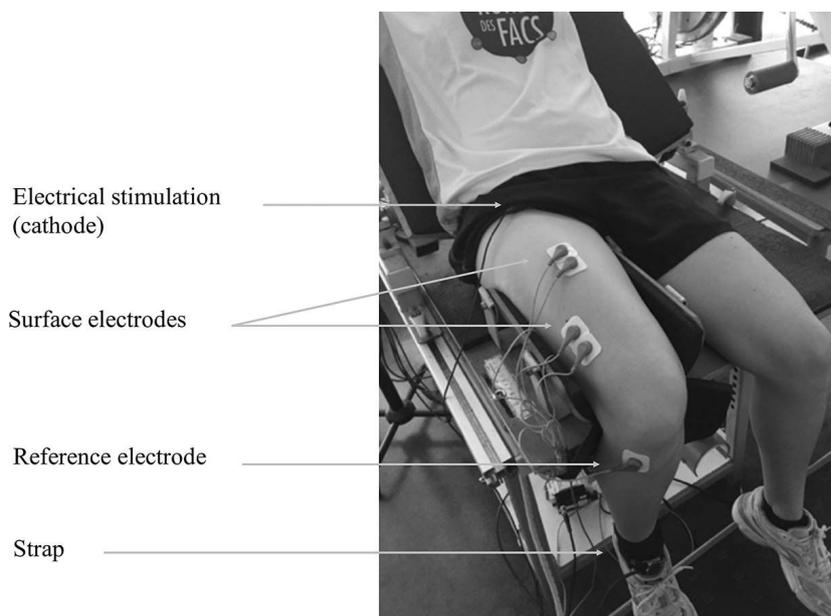


Figure 1. Apparatus and materials.

has been showed to be a valid measure (Chen, Fan, & Moe, 2002).

Stereotype Manipulation

The different conditions were induced between the two series of 15 maximal voluntary contractions (MVCs). Contrary to past studies (Chalabaev et al., 2013; Chalabaev, Sarrazin, et al., 2008; Heidrich & Chiviawowsky, 2015), a within-subject design was used, suggesting that all participants were assigned to each condition (i.e., negative stereotype toward women condition and nullified-stereotype condition) and consequently to each stereotype manipulation. Consequently, to avoid suspicion among participants, we decided to give credibility to each condition. To do that, we crossed the two kinds of stereotype manipulations mainly used when investigating the effect of a negative stereotype on motor performance (Chalabaev et al., 2013; Chalabaev, Sarrazin, et al., 2008). Specifically, in the negative stereotype condition all participants were told the following: “Now, we are going to investigate differences between men and women. For this reason, we will measure physical and physiological settings. Previous research has demonstrated sex differences. Indeed, women have been shown to underperform on this test relative to men”. In the nullified-stereotype condition, they were told the following: “Now, we are going to investigate differences between men and women. For this reason, we will measure cognitive and psychological settings. Previous research has demonstrated that this test has not been shown to produce any sex differences”. Moreover, for this nullified-stereotype condition, a factice near-infrared spectroscopy (NIRS) system was used to give more credibility to the manipulation (see the following text) and to avoid suspicion among participants. Indeed, this system is frequently used in psychological and cognitive research.

Reproducibility and validity of the factice NIRS system. As explained, to give credibility to the nullified-stereotype manipulation, a factice NIRS system was used during the nullified-stereotype condition. Before evaluating the effect of stereotype threat on performance, we first ensured that the factice NIRS system did not influence performance. In a pilot study, 10 participants from the university were recruited (five women and five men, $M_{age} = 25.3$; $SD_{age} =$

4.9). Pilot study participation included three laboratory sessions (i.e., one familiarization session followed by two randomized experimental conditions). After performing the familiarization session, participants performed 30 MVCs with a 1-min break between the 15th and 16th contractions. The only difference was that during one session, we added the factice NIRS system on participants' heads. We analyzed the rate of strength decrease (ΔMVC) between the 16th and 30th contractions between the two experimental sessions.

A 2 (Sex) \times 2 (Condition) mixed-factorial analysis of variance (ANOVA) with sex as a between-subjects factor and condition as a within-subjects factor was conducted. This analysis showed no significant effect for sex, $F(1, 8) = 0.17$, $p = .69$, condition, $F(1, 8) = 0.69$, $p = .84$, or the Condition \times Sex interaction, $F(1, 8) = 0.78$, $p = .40$. Specifically, strength decrease was similar between participants in the factice NIRS system ($M = 22.1$, $SD = 10.1$; $M_{women} = 19.5$, $SD_{women} = 4.9$; $M_{men} = 24.6$, $SD_{men} = 10.8$) and in the condition without the factice NIRS system ($M = 22.7$, $SD = 9.8$; $M_{women} = 22.9$, $SD_{women} = 8.8$; $M_{men} = 22.4$, $SD_{men} = 9.7$).

Despite the fact that this pilot study is low-powered (i.e., small sample size) and that, consequently, the ability to detect a difference is low, these results suggest that the factice NIRS system seems to not influence performance. This is strengthened by a low coefficient of variation between the two sessions (i.e., 2%). Finally, when comparing strength decrease between the familiarization and the session without the factice NIRS system, we did not observe significant main sex effect, $F(1, 8) = 0.03$, $p = .86$, main condition effect, $F(1, 8) = 1.18$, $p = .69$, or Condition \times Sex interaction effect, $F(1, 8) = 0.01$, $p = .92$. This suggested that there was no learning effect after the familiarization session.

Experimental Procedure

At the beginning of each visit, supramaximal, referring to the optimal intensity for stimulation, was determined. To do this, single stimulations (interspersed with 15 s and gradually increased by 10 mA) were delivered for 1000 μs with a maximal voltage of 400 V. A plateau in quadriceps twitch force and M-wave ampli-

tude with increasing stimulus intensities was observed for every participant, indicating maximal spatial recruitment of motor units. The current intensity was then increased by a further 20% to ensure stimuli were supramaximal, and this intensity was recorded.

After the supramaximality determination, participants performed a warm-up consisting of 8 to 10 submaximal isometric contractions. Then, the fatiguing protocol was initiated (Figure 2). Participants performed 15 MVCs of 5 s, separated by 5 s each (T1). During the first two and last two contractions, neuromuscular function was assessed, indicating the amount of central and peripheral fatigue induced by the task. To do this, a single stimulation (i.e., twitch) was delivered during the contraction (i.e., superimposed twitch), and 3 s after the contraction (resting potentiated twitch). This methodology was used by previous studies and provides a valid measure to investigate the origin of fatigue (Taylor, 2009). Also, at the end of the 15 MVCs, participants rated their perceived exertion. Then, participants had a 1-min break. This break was used to induce the different stereotype manipulations. After this break, participants performed 15 more MVCs, also accompanied by the assessment of neuromuscular function during the first two and last two contractions (T2). Participants rated their RPE after the last contractions. Data were recorded using software called Labchart 7 and processed

with Matlab (Matlab 7.12, MathWorks, Natick, MA).

Data Processing

Performance. Task performance was characterized by the rate of strength decrease (Δ MVC). To define Δ MVC, the difference between the mean of the first three and the mean of the last three contractions was calculated for each series (Gray & Chandler, 1989). Considering that the mean of the first three contractions represents 100% of the maximal strength, the difference calculated was expressed in percentage modification from this value.

Central fatigue of the quadriceps. Central fatigue refers to processes occurring proximal to the neuromuscular function (i.e., spinal or supraspinal level) and reflects modifications of the voluntary activation (VA; Gandevia, 2001). VA was measured and quantified by the twitch interpolation technique (Merton, 1954). It was calculated according to the following formula: $VA (\%) = [(1 - \text{superimposed twitch}/\text{resting twitch}) \times 100]$. This technique provides a valid measure of voluntary activation (Taylor, 2009). The difference between the mean of the first three and last three values of VA of each series reflected central adaptations and was used for statistical analyses (Δ VA).

Peripheral fatigue of the quadriceps. As noted, peripheral fatigue is defined as a diminu-

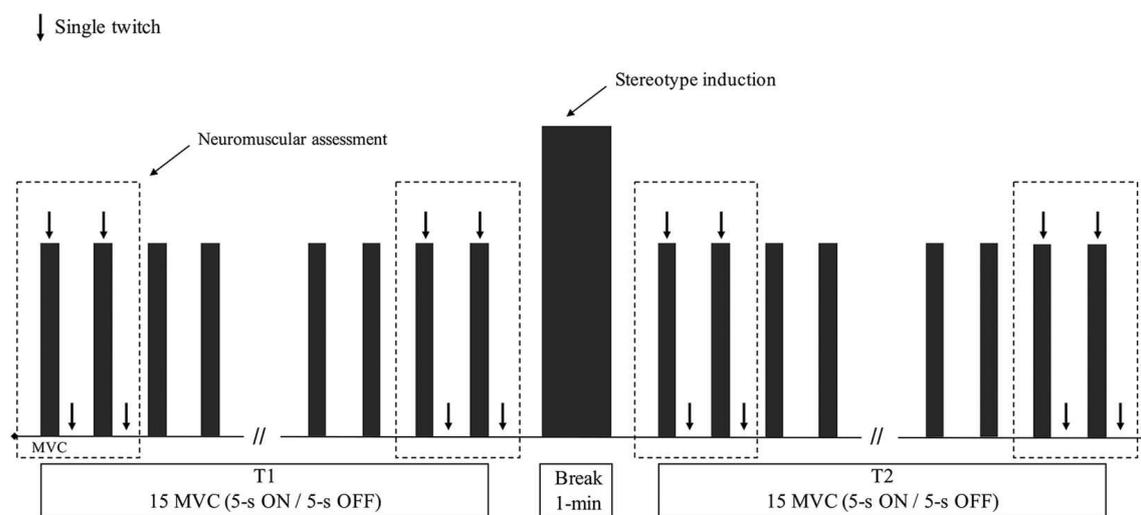


Figure 2. MVC = maximal voluntary contractions. Schematic illustration of the fatiguing protocol.

tion of the contractile properties of the muscle (i.e., within the muscle; Gandevia, 2001) and, notably, a modification of the response of the resting potentiated twitch. The difference between the mean of the first three and last three values of the resting potentiated twitch, reflecting peripheral adaptations, was calculated and used for statistical analyses (Δ resting potentiated twitch). In addition, M-wave duration was measured, also reflecting modification at the peripheral level. The difference between the mean of the first three and last three values of the M-wave duration was also calculated and used for statistical analyses.

Mean power frequency. Another measure to investigate central and/or peripheral adaptations during a fatiguing task is the mean power frequency (Cifrek, Medved, Tonković, & Ostojčić, 2009) corresponding to the frequency domain of the electromyographical (EMG) signal. The EMG signals were amplified, filtered (pass band 3.5–350 Hz), and recorded (sampling frequency: 2 kHz). For data analysis, the mean power frequency was calculated by a fast Fourier transform. The difference between the mean of the first three and last three values of mean power frequency was calculated (Δ MPF) for statistical analyses. A modification in the mean

power frequency may have different origins: It can result either from peripheral or central adaptations (Cifrek et al., 2009; Merletti, Knafitz, & De Luca, 1990).

Rate of perceived exertion. As explained earlier, RPE was measured after each experimental time (i.e., T1 and T2). To do that, the 6- to 20-point Borg scale (Borg, 1970) was used.

Statistical Analysis

First, 2 (Sex) \times 2 (Condition) mixed-factorial ANOVAs with sex as a between-subjects factor and condition as a within-subjects factor were conducted on all dependent variables at T1, to examine potential baseline differences. Thereafter, we conducted ANOVAs with repeated measures at T2 on all the dependent variables to detect potential differences caused by the induction of the conditions.

Results

Means and *SDs* for the study variables are presented in Table 1. This table depicts the different variables according the conditions and experimental times.

Table 1
Means (\pm SD) for the Dependent Variables

Sex and variables	Conditions			
	Negative stereotype toward women condition		Nullified-stereotype condition	
	T1	T2	T1	T2
Men				
Δ MVC (%)	20.6 \pm 8.2	14.8 \pm 4.7*	23.1 \pm 7.0	17.0 \pm 5.1
Δ VA (%)	4.3 \pm 9.2	1.0 \pm 12.1	8.6 \pm 7.8	1.2 \pm 10.2
Δ resting potentiated twitch (%)	43.9 \pm 12.8	41.9 \pm 7.9	43.7 \pm 14.6	42.4 \pm 11.4
Δ MPF (%)	0.2 \pm 14.5	-5.6 \pm 19.4*	-2.5 \pm 13.6	9.3 \pm 11.3
Δ M-wave duration	-8.1 \pm 13.2	0.7 \pm 9.9	-5.9 \pm 16.2	-0.5 \pm 7.8
RPE	15.0 \pm 1.9	17.1 \pm 1.9	15.4 \pm 1.6	17.1 \pm 1.7
Women				
Δ MVC (%)	21.9 \pm 5.7	13.6 \pm 6.3*	20.6 \pm 8.3	16.0 \pm 3.6
Δ VA (%)	11.1 \pm 6.8	3.5 \pm 8.2	9.5 \pm 7.5	5.7 \pm 7.7
Δ resting potentiated twitch (%)	41.1 \pm 12.2	40.3 \pm 9.5	41.4 \pm 12.5	41.2 \pm 9.7
Δ MPF (%)	7.0 \pm 9.9	0.1 \pm 17.7*	4.1 \pm 13.2	6.3 \pm 10.8
Δ M-wave duration	-15.8 \pm 14.5	-5.7 \pm 24.5	-9.8 \pm 12.0	-4.9 \pm 16.4
RPE	16.2 \pm 1.5	17.7 \pm 1.4	16.3 \pm 1.4	17.7 \pm 1.3

Note. MVC = maximal voluntary contraction; VA = voluntary activation; MPF = mean power frequency; RPE = rate of perceived exertion.

* Significant differences between the negative stereotype toward women condition and the nullified-stereotype condition at T2.

Preliminary Analyses on T1 Measures

Performance. Concerning the strength decrease (Δ MVC), results showed no sex main effect, $F(1, 38) = 0.42, p = .52, \eta^2 = .01$, or condition main effect, $F(1, 38) = 0.33, p = .57, \eta^2 = .01$. Also, there was no Condition \times Sex interaction effect, $F(1, 38) = 3.17, p = .09, \eta^2 = .07$.

Central fatigue of the quadriceps. For voluntary activation, no significant difference emerged for sex, $F(1, 38) = 3.07, p = .09, \eta^2 = .07$, or condition, $F(1, 38) = 1.35, p = .25, \eta^2 = .03$. In addition, there was no Sex \times Condition interaction effect, $F(1, 38) = 3.24, p = .08, \eta^2 = .07$.

Peripheral fatigue of the quadriceps. For resting potentiated twitch, analyses revealed no sex main effect, $F(1, 38) = 0.16, p = .69, \eta^2 < .01$, condition main effect, $F(1, 38) = 0.08, p = .93, \eta^2 < .01$, or Condition \times Sex interaction effect, $F(1, 38) = 0.04, p = .84, \eta^2 < .01$. Concerning M-wave duration, no significant difference emerged for sex, $F(1, 38) = 2.70, p = .11, \eta^2 = .07$, condition, $F(1, 38) = 2.80, p = .10, \eta^2 = .07$, or Sex \times Condition interaction, $F(1, 38) = 0.67, p = .42, \eta^2 = .02$.

Mean power frequency. For MPF, results showed a sex main effect, $F(1, 38) = 5.57, p = .02, \eta^2 = .13$ (Table 1). However, there was no condition main effect, $F(1, 38) = 0.89, p = .35, \eta^2 = .02$, and no Sex \times Condition interaction effect, $F(1, 38) = 0.03, p = .87, \eta^2 = .01$.

Perception of effort. For RPE, analyses revealed only a sex main effect, $F(1, 38) = 4.11, p = .05, \eta^2 = .10$ (Table 1). No condition main effect, $F(1, 38) = 1.87, p = .18, \eta^2 = .05$, and no Sex \times Condition interaction effect, $F(1, 38) = 0.39, p = .54, \eta^2 = .01$, emerged.

Analyses on T2 Measures

Performance. Concerning strength decrease (Δ MVC), results showed no sex main effect, $F(1, 38) = 1.02, p = .32, \eta^2 = .03$, or Condition \times Sex interaction effect, $F(1, 38) = 0.16, p = .69, \eta^2 < .01$, but a condition main effect, $F(1, 38) = 5.81, p = .02, \eta^2 = .13$. Individuals in the negative stereotype toward women condition performed better than in the nullified-stereotype condition. In other words, strength decrease was lower for individuals in the negative stereotype toward women condition ($M = 14.25, SD = 5.54$) than in the nulli-

fied-stereotype condition ($M = 16.53, SD = 4.46$; Figure 3A).

Central fatigue of the quadriceps. For voluntary activation, no significant difference emerged for sex, $F(1, 38) = 2.38, p = .13, \eta^2 = .06$, or condition, $F(1, 38) = 0.56, p = .46, \eta^2 = .01$. Also, there was no Sex \times Condition interaction effect, $F(1, 38) = 0.37, p = .54, \eta^2 = .01$.

Peripheral fatigue of the quadriceps. For resting potentiated twitch, analyses revealed no sex main effect, $F(1, 38) = 0.05, p = .82, \eta^2 < .01$, condition main effect, $F(1, 38) = 0.56, p = .46, \eta^2 = .01$, or Condition \times Sex interaction

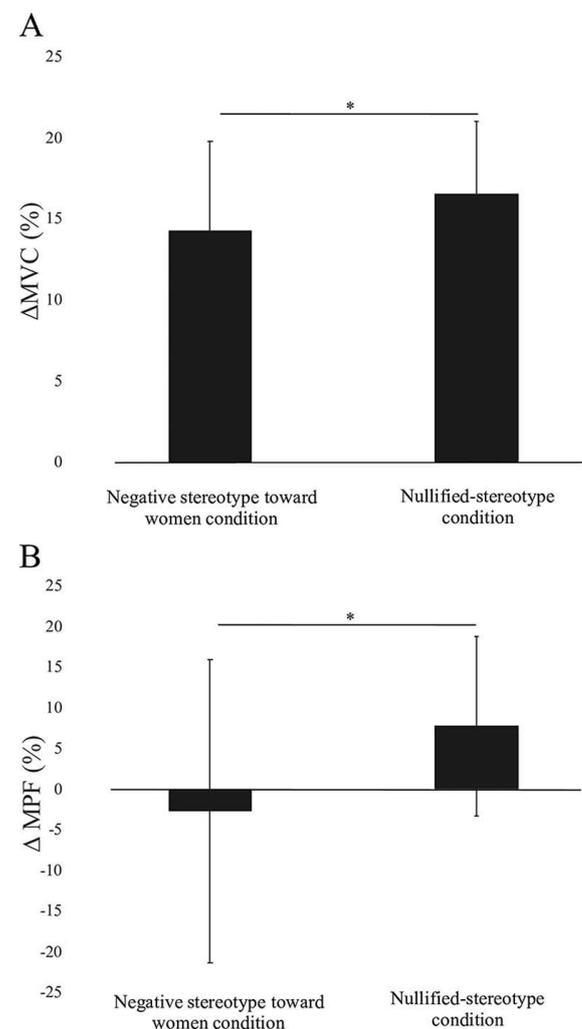


Figure 3. Difference of strength decrease (Δ MVC, A) and mean power frequency (Δ MPF, B) during T2 according to the two conditions. Data are expressed in percentages. *Significant difference between the negative stereotype toward women condition and the nullified-stereotype condition ($p < .05$).

effect, $F(1, 38) = 0.06, p = .81, \eta^2 < .01$. Concerning M-wave duration, no significant difference was observed for sex, $F(1, 38) = 1.74, p = .20, \eta^2 = .04$, condition, $F(1, 38) = 0.01, p = .94, \eta^2 < .01$, or Sex \times Condition interaction, $F(1, 38) = 0.13, p = .74, \eta^2 < .01$.

Mean power frequency. A significant main effect of condition on MPF emerged, $F(1, 38) = 10.95, p = .002, \eta^2 = .22$. Specifically, the MPF decrease was lower for individuals in the stereotype threat condition ($M = -2.70, SD = 18.60$) than in the nullified-stereotype condition ($M = 7.77, SD = 11.04$; Figure 3B). There was no sex main effect, $F(1, 38) = 0.63, p = .43, \eta^2 = .02$, and Sex \times Condition interaction effect, $F(1, 38) = 1.85, p = .18, \eta^2 = .05$.

Perception of effort. For RPE, there was no sex main effect, $F(1, 38) = 1.14, p = .29, \eta^2 = .03$, and no condition main effect, $F(1, 38) = 0.01, p = .99, \eta^2 = .01$. Finally, no Sex \times Condition interaction effect emerged, $F(1, 38) = 0.01, p = .99, \eta^2 = .01$.

Mediational Analysis

The previous analyses showed that the induction of a negative stereotype affected men's and women's performance (ΔMVC) and also the mean power frequency (ΔMPF). Consequently, we examined whether the MPF may have caused the performance increase observed (ΔMVC) through a mediational analysis. To examine this, we compared the MPF in the two conditions using contrast coding. Specifically, we assigned codes of 1 and -1 to the nullified-stereotype condition and the negative stereotype toward women condition, respectively. Several regression analyses were performed following the procedure advocated by Hayes (2013). The manipulation condition significantly predicted the MPF ($b = -5.31, r^2 = 0.12, p = .002$), showing that participants' MPF in the negative stereotype condition decreased less compared with the nullified-stereotype condition. However, when the potential mediator and the manipulation condition were included in the same equation, the direct pathway from the manipulation condition to performance was no longer significant ($b = -1.0, p = .11$). Finally, the effect of MPF on performance was nonsignificant ($b = 0.03, r^2 = 0.05, p = .49$) revealing no mediational effect.

Discussion

The first aim of this study was to investigate the effects of a negative stereotype toward women on women's and men's performance during a nontechnical fatiguing task. We hypothesized that women would increase their performance when they were assigned to the negative stereotype toward women condition as compared with when they were assigned to the nullified-stereotype condition. For men, we predicted that their performance would increase when exposed to the same negative stereotype about women (i.e., classic stereotype lift effect). As a whole, the present research confirmed these hypotheses.

First, men and women increased their performance, as characterized by the lower strength decrease during the last 15 contractions, when a negative stereotype toward women was induced, compared with when the nullified-stereotype was induced. The present research is one of the first, in the sports field, to observe that women had better performance when exposed to a negative stereotype toward them (for a meta-analysis, see Gentile et al., 2018). Concerning men, as compared with women, their results are in line with the literature (i.e., stereotype lift phenomenon; Walton & Cohen, 2003). Although the same performance effects were observed in men and women in the present research, the literature suggests different explanations for each sex category.

For men, the literature suggests that when a negative stereotype toward one group was induced (e.g., women), an increase of performance could be observed for the opposing, non-targeted group (e.g., men). This effect was previously observed during a maximal isometric strength task (Chalabaev et al., 2013), a stride-jump task (Laurin, 2017), a balance task (Chalabaev, Stone, et al., 2008), a ball-bouncing task (Huber et al., 2016), and a basketball-shooting task (Laurin, 2013). In previous studies, this lift effect was mediated by increased self-confidence and domain identification due to downwardly comparing with women (Chalabaev, Stone, et al., 2008; Laurin, 2013). The present study strengthens and extends the stereotype lift phenomenon to a new task (i.e., fatiguing task) and with a new design (i.e., within-subject design). The stereotype lift phenomenon could be observed during a large va-

riety of tasks, such as technical tasks (ball-bouncing task, basketball shooting task, or stride-jump task), as well as nontechnical tasks (e.g., maximal isometric task), and by the present research on a nontechnical fatiguing task. It could be interesting to observe the stereotype lift effect during tasks that mix technical skills and nontechnical fatiguing aspect.

For women, previous studies showed that inducing a negative stereotype toward one group lead to a performance decrease of this group, especially during technical tasks (for a review, see Gentile et al., 2018). The task used in the present study was nontechnical and required high involvement. Consequently, it cannot be impacted by the explicit monitoring hypothesis (Beilock & Carr, 2001) because the task cannot be segmented, as it included only one component (i.e., isometric task). As postulated by the mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007), if the prepotent response is correct, performance is facilitated due to increased motivation from wanting to prove the stereotype wrong. As the task was composed of only one component, we may suggest that this response is correct, explaining why a performance increase was observed. This result was in line with those from Huber et al. (2016), who observed during a ball-bouncing task that when the prepotent response was immediately correct, women increased their performance when a negative stereotype toward them was induced. Consequently, the type of the task may be the first possible explanation of our results. This hypothesis is strengthened by a recent study showing that during a cycling task, considered as nontechnical, inducing a negative stereotype toward women leads to a performance increase for women (Deshayes, Clément-Guillot, & Zory, 2019). It could be necessary to test this hypothesis more in depth, using the same task with different components: a technical aspect and a nontechnical one.

A second explanation for the results observed for women could be the sample used and more specifically the level of participants' identification. In the present research, women were exclusively from a sports university and were highly identified with the physical activity domain. To detect a stereotype threat effect, participants have to identify with the stereotyped domain (Roberson & Kulik, 2007). However, some research suggest that the degree of iden-

tification could moderate the effects of stereotype threat (Laurin, 2017; Nguyen & Ryan, 2008; Saunders, 2016). These studies suggest that highly identified participants would be less vulnerable than moderately identified participants (Laurin, 2017) or even perform better when they were assigned to a negative stereotype condition (Saunders, 2016). Thus, it is possible that during a fatiguing task, a high level of identification could boost rather than decrease threatened participants' performance due to increased motivation to counter the stereotype. Future research should compare a moderately identified group to a highly identified group during a fatiguing task to examine this possible explanation.

Overall, participants increased their performance after a sex stereotype toward women was induced as compared with the nullified-stereotype condition. The secondary aim of the present research was to investigate what caused this difference. To do that, we deeply analyzed the origin of the induced fatigue (central vs. peripheral) and especially the differences in central and peripheral fatigue between the different conditions. During a task requiring high energy expenditure, the fatigue induced can be related to central adaptations (i.e., residing within the central nervous system) and/or peripheral adaptations (i.e., residing within the contractile muscle; Gandevia, 2001). Consequently, we investigated the difference between central and peripheral fatigue across the different conditions, as well as the rate of perceived exertion.

At the peripheral level, no significant difference emerged between the two conditions (i.e., no modification of the resting potentiated twitch), which cannot explain our results. At the central level, there was also no significant difference of voluntary activation between the two conditions, which consequently cannot explain our results as well. However, we found that the decrease of the mean power frequency was significantly lower in the negative stereotype toward women condition than in the nullified-stereotype condition.

As previously evoked, a modification of the mean power frequency during a fatiguing task could have different origins: central or peripheral (Cifrek et al., 2009; Merletti et al., 1990). Usually, a modification of the MPF in fatigue is due to a decrease in muscle fiber conduction velocity (i.e., accompanied by an increase of

M-wave duration; Cifrek et al., 2009; Naeije & Zorn, 1982) and consequently to a peripheral adaptation. However, two more phenomena could also influence MPF variation: (a) remaining activity of the slow motor units, whereas the fast ones fatigue quickly and are switched off, and (b) time synchronization in the activity of particular motor units (Cifrek et al., 2009). These two explanations have a central origin and may reveal a modification of the descending drive by supraspinal nerve structures. In the present research, no significant difference in M-wave duration was found between the negative stereotype toward women condition and the nullified-stereotype condition. Therefore, we could not attribute the increase of performance to a peripheral adaptation, and we may suggest that the difference in MPF could be due the other phenomena and consequently to central adaptations. This is in line with Chalabaev et al. (2013), who suggested that stereotypes may induce modifications at a central level. Therefore, more research is needed to test this central adaptation hypothesis more in depth.

Concerning the perception of effort, although a performance increase was observed when the negative stereotype was induced, no significant effect on RPE emerged. This result showed that participants were able to maintain a higher maximal strength and consequently produced more effort, without perceiving the task as more difficult. This result could be in line with the mere effort account suggesting that when a negative stereotype is induced, participants produced more effort to disprove the negative stereotype. The present research provides evidence that the RPE/exercise intensity relationship was modified (i.e., performance increased without a RPE increase). This RPE/exercise intensity has been shown to be vulnerable to many environmental or psychological factors (Hutchinson et al., 2008). In the present research, RPE was only measured at the end of each experimental time. Consequently, to test more deeply if RPE could be responsible for this performance increase, it could be interesting to evaluate the effect of inducing a negative stereotype during a task at a fixed intensity (e.g., 70% of $VO_2\text{max}$) and measuring the increase of RPE throughout the task. As the duration of the task increases, the RPE should increase until the end of the task (Crewe, Tucker, & Noakes, 2008). We could predict that the increase of RPE would be slower in the

condition where the negative stereotype is induced.

Limitations and Future Directions

Despite these innovative results, this work presents some limitations. First, even if the stereotype manipulation was based on previous research (Chalabaev et al., 2013; Chalabaev, Sarrazin, et al., 2008), we did not use a manipulation check to control for its effectiveness. Indeed, due to the within-subjects design used, we would have had to do the manipulation check at each visit, possibly leading to suspicion among participants concerning the real purpose of the study. However, further research should test the effectiveness of this stereotype manipulation through, for example, a between-subjects design.

Second, based on previous research and especially the mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007), we suggested that women were more motivated to counter the negative stereotype toward them. However, past research and the present one did not assess motivation through self-reported measures. To be more in line with the mere effort account, instead of asking participants “How did you feel about the task,” we could ask them “How much effort did you put into the task” (Jamieson & Harkins, 2007) and thus evaluate more precisely the mere effort hypothesis in the motor domain.

Also, we did not find any difference in voluntary activation (i.e., main indicator of central adaptations) at T2 after the induction of the negative stereotype toward women. The task used in the present research has been shown to induce central fatigue (Taylor et al., 2000). However, the biggest decrease in central fatigue was observed after T1 (i.e., 8%). At T2 (i.e., after the stereotype manipulation), the decrease in central fatigue was only 3%. Thus, it could be interesting to observe the effect of the induction of a negative stereotype on a task that induces more central fatigue or on the task used in the present research but with a stereotype manipulation occurring before the beginning of the fatiguing protocol.

Finally, this study focused on four experimental conditions (i.e., 2 [Sex] \times 2 [Condition] design). To extend the design, future research should examine the effect of inducing a negative stereotype toward men on men’s (i.e., tar-

geted group) and women's (i.e., nontargeted group) performance.

Conclusion

In summary, the present research found that inducing a negative stereotype toward women increased their performance, as compared with when a nullified-stereotype was induced. In society, the sports domain is still considered as a male domain (Clément-Guillotin, Chalabaev, & Fontayne, 2012; Riemer & Visio, 2003). Majority of studies evaluating the effect of stereotypes in the sports domain focused on the sex stereotype that women have poor athletic ability, as it is very salient in the sports domain (Clément-Guillotin & Fontayne, 2011), and observed a performance decrease (for a meta-analysis, see Gentile et al., 2018). Even if a performance increase was observed in the present research after the induction of a negative stereotype, this does not suggest that we have to threaten women to increase their performance in sports. Based on stereotype threat spillover (Inzlicht & Kang, 2010), in addition to influencing performance of the stereotyped domain, inducing a negative stereotype can spill over and impact self-control in a diverse array of nonstereotyped domains (e.g., women tend to respond aggressively after the induction of a negative stereotype). Consequently, even if the present positive result is replicated, inducing stereotypes could have some deleterious impact on other functions/characteristics.

References

- Andreacci, J. L., LeMura, L. M., Cohen, S. L., Urbansky, E. A., Chelland, S. A., & Von Duvillard, S. P. (2002). The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. *Journal of Sports Sciences, 20*, 345–352. <http://dx.doi.org/10.1080/026404102753576125>
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General, 130*, 701–725. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.130.4.701>
- Blanchfield, A. W., Hardy, J., De Morree, H. M., Staiano, W., & Marcora, S. M. (2014). Talking yourself out of exhaustion: The effects of self-talk on endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 46*, 998–1007. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000000184>
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 2*, 92–98.
- Chalabaev, A., Brisswalter, J., Radel, R., Coombes, S. A., Easthope, C., & Clément-Guillotin, C. (2013). Can stereotype threat affect motor performance in the absence of explicit monitoring processes? Evidence using a strength task. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 35*, 211–215. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.35.2.211>
- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Stone, J., & Cury, F. (2008). Do achievement goals mediate stereotype threat? An investigation on females' soccer performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 30*, 143–158. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.30.2.143>
- Chalabaev, A., Stone, J., Sarrazin, P., & Croizet, J.-C. (2008). Investigating physiological and self-reported mediators of stereotype lift effects on a motor task. *Basic and Applied Social Psychology, 30*, 18–26. <http://dx.doi.org/10.1080/01973530701665256>
- Chen, M. J., Fan, X., & Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of Perceived Exertion Scale in healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences, 20*, 873–899. <http://dx.doi.org/10.1080/026404102320761787>
- Cifrek, M., Medved, V., Tonković, S., & Ostojić, S. (2009). Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics, 24*, 327–340. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.01.010>
- Clément-Guillotin, C., Chalabaev, A., & Fontayne, P. (2012). Is sport still a masculine domain? *International Journal of Sport Psychology, 43*, 67–78.
- Clément-Guillotin, C., & Fontayne, P. (2011). Situational malleability of gender schema: The case of the competitive sport context. *Sex Roles, 64*, 426–439. <http://dx.doi.org/10.1007/s11199-010-9912-1>
- Crewe, H., Tucker, R., & Noakes, T. D. (2008). The rate of increase in rating of perceived exertion predicts the duration of exercise to fatigue at a fixed power output in different environmental conditions. *European Journal of Applied Physiology, 103*, 569–577. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-008-0741-7>
- Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., & Zory, R. (2019). "Men are better than women!" The positive effect of a negative stereotype toward women. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 41*, 242–250. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.2018-0213>
- Enoka, R. M., Burnett, R. A., Graves, A. E., Kornatz, K. W., & Laidlaw, D. H. (1999). Task- and age-dependent variations in steadiness. *Progress in Brain Research, 123*, 389–395. [http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)62873-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6123(08)62873-3)
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: What, why and how it influences muscle

- function. *The Journal of Physiology*, 586, 11–23. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2007.139477>
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81, 1725–1789. <http://dx.doi.org/10.1152/physrev.2001.81.4.1725>
- Gentile, A., Boca, S., & Giammusso, I. (2018). “You play like a woman!” Effects of gender stereotype threat on women’s performance in physical and sport activities: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 39, 95–103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.07.013>
- Gray, J. C., & Chandler, J. M. (1989). Percent decline in peak torque production during repeated concentric and eccentric contractions of the quadriceps femoris muscle. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 10, 309–314. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1989.10.8.309>
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York, NY: Guilford Press.
- Heidrich, C., & Chiviacowsky, S. (2015). Stereotype threat affects the learning of sport motor skills. *Psychology of Sport and Exercise*, 18, 42–46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.12.002>
- Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2016). “Girls should cook, rather than kick!”—Female soccer players under stereotype threat. *Psychology of Sport and Exercise*, 26, 94–101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.06.010>
- Hively, K., & El-Alayli, A. (2014). “You throw like a girl!” The effect of stereotype threat on women’s athletic performance and gender stereotypes. *Psychology of Sport and Exercise*, 15, 48–55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.09.001>
- Huber, M. E., Brown, A. J., & Sternad, D. (2016). Girls can play ball: Stereotype threat reduces variability in a motor skill. *Acta Psychologica*, 169, 79–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.05.010>
- Huber, M. E., Seitchik, A. E., Brown, A. J., Sternad, D., & Harkins, S. G. (2015). The effect of stereotype threat on performance of a rhythmic motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41, 525–541. <http://dx.doi.org/10.1037/xhp0000039>
- Hureau, T. J., Olivier, N., Millet, G. Y., Meste, O., & Blain, G. M. (2014). Exercise performance is regulated during repeated sprints to limit the development of peripheral fatigue beyond a critical threshold. *Experimental Physiology*, 99, 951–963. <http://dx.doi.org/10.1113/expphysiol.2014.077974>
- Hutchinson, J. C., Sherman, T., Martinovic, N., & Tenenbaum, G. (2008). The effect of manipulated self-efficacy on perceived and sustained effort. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20, 457–472. <http://dx.doi.org/10.1080/10413200802351151>
- Inzlicht, M., & Kang, S. K. (2010). Stereotype threat spillover: How coping with threats to social identity affects aggression, eating, decision making, and attention. *Journal of Personality and Social Psychology*, 99, 467–481. <http://dx.doi.org/10.1037/a0018951>
- Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93, 544–564. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.93.4.544>
- Laurin, R. (2013). Stereotype threat and lift effects in motor task performance: The mediating role of somatic and cognitive anxiety. *The Journal of Social Psychology*, 153, 687–699. <http://dx.doi.org/10.1080/00224545.2013.821098>
- Laurin, R. (2017). Stereotype threat and lift effects on perceived ability and motor task performance of high school physical education students: The moderating role of stereotype endorsement and domain identification. *Movement and Sport Sciences—Science and Motricité*, 95, 21–30.
- Marcora, S. M. (2008). Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? *European Journal of Applied Physiology*, 104, 929–931. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-008-0818-3>
- Marcora, S. M. (2010). Effort: Perception of. In E. B. Goldstein (Ed.), *Encyclopedia of perception* (pp. 380–383). Thousand Oaks, CA: Sage. <http://dx.doi.org/10.4135/9781412972000.n119>
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106, 857–864. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>
- Mehta, R. K. (2015). Impacts of obesity and stress on neuromuscular fatigue development and associated heart rate variability. *International Journal of Obesity*, 39, 208–213. <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2014.127>
- Merletti, R., Knafitz, M., & De Luca, C. J. (1990). Myoelectric manifestations of fatigue in voluntary and electrically elicited contractions. *Journal of Applied Physiology*, 69, 1810–1820. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1990.69.5.1810>
- Merton, P. A. (1954). Voluntary strength and fatigue. *The Journal of Physiology*, 123, 553–564. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.1954.sp005070>
- Millet, G. Y. (2011). Can neuromuscular fatigue explain running strategies and performance in ultramarathons? The flush model. *Sports Medicine*, 41, 489–506. <http://dx.doi.org/10.2165/11588760-000000000-00000>
- Naeije, M., & Zorn, H. (1982). Relation between EMG power spectrum shifts and muscle fibre action poten-

- tial conduction velocity changes during local muscular fatigue in man. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50, 23–33. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00952241>
- Nguyen, H. H., & Ryan, A. M. (2008). Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology*, 93, 1314–1334. <http://dx.doi.org/10.1037/a0012702>
- Riemer, B. A., & Visio, M. E. (2003). Gender typing of sports: An investigation of Metheny's classification. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74, 193–204. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2003.10609081>
- Roberson, L., & Kulik, C. (2007). Stereotype threat at work. *The Academy of Management Perspectives*, 21, 24–40. <http://dx.doi.org/10.5465/amp.2007.25356510>
- Saunders, B. A. (2016). Identification with math boost women's performance on mathematical tasks under stereotype threat. *Journal of Scientific Psychology*, 1, 9–17.
- Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, 115, 336–356. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336>
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air. How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist*, 52, 613–629. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.52.6.613>
- Stone, J., Lynch, C. I., Sjomeling, M., & Darley, J. M. (1999). Stereotype threat effects on Black and White athletic performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 1213–1227. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1213>
- Taylor, J. L. (2009). Point: The interpolated twitch does/does not provide a valid measure of the voluntary activation of muscle. *Journal of Applied Physiology*, 107, 354–355. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.91220.2008>
- Taylor, J. L., Allen, G. M., Butler, J. E., & Gandevia, S. C. (2000). Supraspinal fatigue during intermittent maximal voluntary contractions of the human elbow flexors. *Journal of Applied Physiology*, 89, 305–313. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.305>
- Wagstaff, C. R. D. (2014). Emotion regulation and sport performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 36, 401–412. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.2013-0257>
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2003). Stereotype lift. *Journal of Experimental Social Psychology*, 39, 456–467. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1031\(03\)00019-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1031(03)00019-2)
- Yeung, N. C. J., & von Hippel, C. (2008). Stereotype threat increases the likelihood that female drivers in a simulator run over jaywalkers. *Accident; Analysis and Prevention*, 40, 667–674. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2007.09.003>

Received April 18, 2019

Revision received July 21, 2019

Accepted August 9, 2019 ■

3.3. SYNTHÈSE

L'objectif de cette étude 3 était d'explorer les mécanismes centraux et périphériques responsables de l'amélioration de la performance observée dans les études 1 et 2, au travers d'une investigation des fonctions neuromusculaires. Tout d'abord, comme attendu, une amélioration de la performance des femmes et des hommes a été observée après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes. Une fatigue centrale et une fatigue périphérique ont été induites par la tâche utilisée, indépendamment des différentes conditions.

Au niveau des mécanismes périphériques, aucune différence n'a été observée entre les différentes conditions expérimentales. L'indicateur principal d'adaptations centrales, à savoir l'activation volontaire, n'a également pas été influencé par le stéréotype négatif. Cependant, une modification de la fréquence moyenne du signal électromyographique a été obtenue. Cette variable présentait une réduction plus faible dans la condition où le stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit, comparativement à lorsque les participant.e.s étaient assigné.e.s à la condition contre-stéréotypique. Cette modification de la fréquence moyenne du signal électromyographique pourrait révéler, dans cette étude, une adaptation de type central, et notamment d'une fatigue centrale moins importante qui pourrait résulter d'une meilleure rotation des unités motrices et de leur synchronisation (Cifrek et al., 2009).

Ces résultats pourraient donc être dus à une modification de la commande motrice centrale. Une technique de plus en plus utilisée dans la littérature scientifique pour investiguer la commande motrice centrale est la mesure des potentiels corticaux moteurs via électroencéphalographie, caractérisant la planification de la commande motrice centrale et son exécution. Pour tester cela, une quatrième étude a été réalisée visant à confirmer que les stéréotypes auraient une influence sur le système nerveux central, et notamment sur la commande motrice centrale.

ETUDE 4

Effect of a sex stereotype on cortical activity during a self-paced exercise: A motor-related cortical approach

Cet article a été soumis dans la revue *Psychophysiology*.

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., Bredin, J., Denis, G., Radel, R., & Zory, R. Effect of a sex stereotype on cortical activity during a self-paced exercise: A motor-related cortical potential approach. *Soumis*

4.1. PRESENTATION DE L'ETUDE

Au regard de l'étude 3, les stéréotypes négatifs influenceraient positivement la performance des femmes et des hommes au travers d'adaptations résidant dans le système nerveux central. Plusieurs études dans le domaine cognitif ont montré que les stéréotypes négatifs pouvaient influencer l'activité corticale, et notamment au niveau du cortex préfrontal (e.g., Inzlicht & Kang, 2010 ; Krendl et al., 2008 ; Wraga et al., 2007). Aucune étude ne s'est cependant intéressée à l'influence de l'induction d'un stéréotype sexué négatif sur l'activité corticale dans le domaine physique et sportif. Une récente étude a proposé que les stéréotypes sexués influenceraient les processus de préparation du mouvement (i.e., adaptation centrale) (Chalabaev, Brisswalter et al., 2013). Un moyen d'investiguer ces processus préparatoires de l'exécution du mouvement est d'enregistrer, au niveau cortical, les potentiels corticaux moteurs (MRCPs) qui caractérisent la planification et l'exécution du mouvement (i.e., commande motrice centrale).

Ces MRCPs représentent la planification et l'exécution de la commande motrice centrale, notamment au niveau du cortex moteur. Une force développée plus importante est accompagnée par une augmentation de l'amplitude des MRCPs (e.g., Siemionow et al., 2000). Comme nous avons observé une amélioration de la performance dans les études 1, 2, et 3, nous pourrions nous attendre à une augmentation de l'amplitude des MRCPs au niveau moteur, qui se traduirait par une planification plus importante du mouvement.

Récemment, il a été montré qu'une autre zone pourrait avoir un rôle majeur dans les tâches d'endurance, et notamment dans la régulation de la commande motrice centrale : le cortex préfrontal (CPF) (e.g., McMorris et al., 2018). En accord avec cela, certaines études ont observé que le CPF pouvait également générer des MRCPs (e.g., Guo et al., 2017). Plus précisément, le CPF traiterait les informations motivationnelles et émotionnelles dans un objectif de prise de décision quant au mouvement à réaliser (McMorris et al., 2018). Selon

Jamieson et Harkins (2007), les participant.e.s menacé.e.s par un stéréotype seraient davantage motivé.e.s à mieux performer. De plus, certaines précédentes études ont montré que les stéréotypes négatifs sexués influenceraient le CPF. Il est alors possible de suggérer que les participant.e.s, étant motivé.e.s à mieux performer après l'induction d'un stéréotype négatif envers les femmes, influenceraient la planification du mouvement au niveau du CPF.

L'objectif de l'étude 4 était, par conséquent, d'investiguer les mécanismes neuropsychologiques responsables de l'amélioration de la performance observée dans les études 1, 2, et 3. Pour cela, les participant.e.s ont réalisé le protocole suivant : 80 contractions isométriques du coude à une intensité perçue de 5 (i.e., effort « moyen ») sur l'échelle CR10 de Borg (1998), après avoir été assigné.e.s aléatoirement à une condition où un stéréotype négatif était induit et à une condition contre-stéréotypique ; les sessions étaient espacées de sept jours. L'activité EEG était enregistrée durant l'intégralité du protocole. Nous avons suggéré qu'induire un stéréotype négatif envers les femmes améliorerait la performance des participant.e.s, qui serait accompagnée d'une augmentation de la motivation et de l'amplitude des MRCs au niveau du cortex préfrontal. Également, comme il existe une relation entre l'amplitude des MRCs au niveau moteur et la force produite (e.g., Siemionow et al., 2000), nous avons également supposé une augmentation de l'amplitude des MRCs au niveau moteur.

4.2. L'ETUDE

Introduction

According to the stereotype threat theory (Steele, 1997), when a negative stereotype toward one group is induced, a decrease in performance is usually observed. In the motor domain, most studies evaluating its effect focused on the sex stereotype that women have poor athletic ability, as it is very salient in the sport domain (e.g., Clément-Guillotin, Chalabaev, & Fontayne, 2012). They mainly observed that when a negative stereotype toward women was induced, a performance decrease emerged for women (for a meta-analysis, see Gentile, Boca, & Giammusso, 2018). This performance impairment was explained by the explicit monitoring hypothesis and consequently by the type of tasks (Beilock & Carr, 2001). Indeed, studies mainly used technical tasks such as golf-putting (e.g., Stone & McWhinnie, 2008), soccer-dribbling (Chalabaev, Sarrazin, Stone, & Cury, 2008; Heidrich & Chiviacowsky, 2014; Hermann & Vollmeyer, 2016), tennis serving (Hively & El-Alayli, 2014), basketball shooting (Hively & El-Alayli, 2014; Laurin, 2013), or stride jumping (Laurin, 2017). Expertise in this type of tasks (i.e., requiring coordination between movements) relies on proceduralized skills that run relatively automatically. When a negative stereotype is induced, participants increase their monitoring on the task, and are likely to isolate and focus on specific components of task execution. In turn, the probability of making errors increases, resulting in a performance decrease (Beilock & Carr, 2001).

Despite massive replication of this negative effect on performance for 20 years, four recent studies found that the induction of a negative stereotype toward women could also increase women performances (Deshayes, Clément-Guillotin, & Zory, 2019; Deshayes, Zory, Chalabaev, Seitchik, & Clément-Guillotin, in press ; Huber, Brown, & Sternad, 2016; Huber, Seitchik, Brown, Sternad, Harkins, 2015, study 3). For example, it has been shown that at the same perceived intensity, women developed more power output after the induction of a negative stereotype toward women, compared to when a nullified-stereotype was induced during a cycling task (Deshayes et al., 2019). The authors explained this performance increase by the type of the task, which was non-technical. According to their interpretation, when the task is non-technical, the explicit monitoring (Beilock & Carr, 2001) cannot influence physical performance and consequently, the effect of the induction of a negative stereotype on physical performance would be task-dependent, with a performance decrease during technical tasks

(i.e., due to an explicit monitoring) and a performance increase during non-technical tasks. To corroborate this hypothesis, in this study we used a non-technical task consisting of a repetition of isometric elbow contractions.

In addition to impacting performance of the targeted group (e.g., women), it has been shown that the non-targeted group (e.g., men) could increase their performance. This is called the stereotype lift phenomenon (Walton & Cohen, 2003). For example, Chalabaev, Stone, Sarrazin, and Croizet (2008) found that men increased their performance during a balance task when a negative stereotype toward women was induced. This effect was replicated during a strength task (Chalabaev et al., 2013), a stride jumping task (Laurin, 2017), a basket-ball shooting task (Laurin, 2013), a ball-bouncing task (Huber, Brown, & Sternad, 2016), and a cycling task (Deshayes et al., 2019). The stereotype lift effect seems not to be task-dependent, as it was observed during technical tasks (e.g., Laurin, 2013, 2017) as well as non-technical tasks (e.g., Chalabaev et al., 2013 ; Deshayes et al., 2019). Walton and Cohen (2003) suggested that the performance increase was due to a downward social comparison with a denigrated outgroup (e.g., women). During this social comparison, people may experience an elevation in their self-confidence which may, in turn, improve their performance. Nonetheless, few studies in the physical domain investigated the potential mechanisms involved in such performance increase (Chalabaev, Stone et al., 2008). Consequently, we have investigated the neuropsychological mechanisms involved in this performance improvement.

Even if the interest in stereotype threat in the physical domain has increased over the past decade, there is still a fundamental unanswered question: “How does the negative stereotype operate?”. Most studies in the physical domain only investigated the effect of the induction of a negative stereotype on performance (e.g., Hively & El-Alayli, 2014; Stone & McWhinnie, 2008) or only analysed the effect of a negative stereotype on psychological variables through self-reported measures (e.g., Chalabaev, Sarrazin et al., 2008; Hermann & Vollmeyer, 2016). Results were inconsistent. For example, Hermann and Vollmeyer (2016) found no difference in worry between the negative stereotype toward women condition and the control condition. However, it has been shown that threatened participants try to suppress negative thoughts (e.g., Johns, Inzlicht, & Schmader, 2008), which may explain the absence of observed effects on self-reported variables. In past studies in the cognitive domain, non-

phenomenological measures were crossed with self-reported measures to investigate the effect of stereotype threat in greater depth, and found direct evidence for the mechanisms involved in a stereotype threat situation (see, for example, the integrated process model, Schmader, Johns, & Forbes, 2008). When considering the physical domain, it is thus necessary to combine direct measures (i.e., questionnaires) and more indirect measures (e.g., neurophysiological) to more accurately assess how the induction of a negative stereotype influences physical performance.

Many studies have suggested that inducing a negative stereotype increases participants' motivation to counter it, leading to enhanced involvement in the task to prove that the stereotype is wrong (see the mere effort account, Jamieson & Harkins, 2007; the integrated process model, Schmader et al., 2008; see also Deshayes et al., 2019; Steele, 1997). However, this increased motivation to counter the negative stereotype has never been measured using self-reported measures. Consequently, self-reported motivation was assessed in the present research. Additionally, using electroencephalogram (EEG) and functional magnetic resonance imaging (Inzlicht & Kang, 2010; Krendl, Richeson, Kelly, & Heatherton, 2008; Wraga, Helt, Jacobs, & Sullivan, 2007), research in the cognitive domain showed that the induction of a negative stereotype influences cortical activity. For example, Krendl et al. (2008) found that when a negative stereotype was induced during a mathematical task, participants strongly recruited a region associated with social and emotional processing: the anterior cingulate cortex (ACC), located in the prefrontal cortex. In contrast, this region was not recruited when no stereotype was induced. To our knowledge, no studies in the physical domain have investigated the effect of a negative stereotype on cortical activity, and especially on the prefrontal cortex.

Nevertheless, Chalabaev et al. (2013) showed that during a maximal strength task, the induction of a negative stereotype toward women could influence women's rate of force development (RFD). The RFD is closely associated with the planning stage of force production. Hence, they suggested that the induction of the negative stereotype results in a modification in the preparatory processes occurring before task execution. One good way to study the preparatory process in the brain activity is the investigation of the motor-related cortical potentials (MRCPs) using electroencephalography. MRCPs represent the electroencephalographic activity preceding self-initiated movement and are involved in the planning and the initiation of the future movement (for a review, see Shibasaki & Hallett, 2006).

Two regions appeared to be relevant in the present research: the motor cortex and the prefrontal cortex. The motor cortex is particularly involved in the planning and the execution of the movement (for a review, see Ghez, 1991). Previous studies mostly observed the generation of MRCPs over the motor cortex and particularly over the supplementary motor area and the contralateral central area (for a review, see Shibasaki & Hallett, 2006). The prefrontal cortex is also implicated in movement preparation (e.g., Guo, Sun, & Zhang, 2017; Jahanshahi, Dirnberger, Liasis, Towell, & Boyd, 2001; Kim, Kim, & Chung, 2017; Ryun et al., 2014; Sochurkova, Rektor, Jurak, & Stancak, 2006), especially when the task requires trial-by-trial decision-making (e.g., when to do an action and how to do it), as is used in the present research. This cortical area is also relevant to this study because it can be influenced by the induction of a negative stereotype (Inzlicht & Kang, 2010; Krendl et al., 2008; Wraga et al., 2007).

Accordingly, the aim of the present research was to investigate the effect of the induction of a negative stereotype toward women on men's and women's performance during a non-technical task, with an investigation of the neuropsychological mechanisms involved, measured by MRCPs and motivation. Concerning women, based on the type of the task, we predicted that they would perform better when assigned to the negative stereotype toward them as compared to when assigned to the nullified-stereotype condition. This performance increase would be due to an increase motivation, as well as an increase in MRCP amplitude in the prefrontal cortex. Also, as there is a relationship between the amplitude of MRCPs and the strength produced, we also expected that the amplitude of MRCPs would be higher in the supplementary motor area and in the contralateral central area in this same condition.

Method

Participants

Thirty-four students from a sport university (17 women and 17 men; $M_{age} = 21.2$, $SD_{age} = 2.9$) took part in this study. On the basis of a recent meta-analysis evaluating the effect size of the induction of a negative stereotype toward women on performance (Gentile et al. 2018), a moderate effect size was expected ($F = 0.25$). With a fixed α -level (.05) and a high statistical power of 0.80, the required sample size was at least 28 participants. They were recruited on a voluntary basis by announcements made

during classes and provided informed consent. Approval of the study protocol was obtained from the ethics committee of the university. To observe an effect of the induction of a negative stereotype, it was recommended to recruit participants identified with the domain evaluated who would thus consider the relevant task to be important for them (Roberson & Kulik, 2007; Steele, 1997). Therefore, as the task focused on physical capacities, we ensured that participants considered athletic ability important to them, prior to the experiment. To do that, participants completed two 7-point questionnaires (items included “it is important for me to have good physical abilities” and “it is important for me to be good during physical activities”), with responses ranging from 1 (strongly disagree) to 7 (strongly agree). The internal reliability of the domain identification scale was satisfactory ($\alpha = 0.85$). All the recruited participants had a mean score higher than 4 ($M = 6.10$, $SD = 1.05$) and were consequently added in this study.

Experimental design

Participation included three laboratory sessions, each separated by seven days, and performed at the same time of the day. The first visit was a familiarization session during which participants were familiarized with the perception of effort scale (Borg, 1998) and the isometric task. During the second visit and the third visit, participants were assigned to a negative stereotype toward women condition and to a nullified-stereotype condition, in a randomized order and performed 80 intermittent isometric elbow contractions at RPE 5 (i.e., “somewhat hard” effort). This intermittent task based on the perceived effort was chosen for two main reasons. Firstly, to obtain measurable MRCs, it requires a large number of trials (e.g., Liu et al., 2005). Secondly, to optimize the generation of MRCs in the prefrontal cortex, the task needs a decision making for “what to do” and “when to do” (e.g., Jahanshahi et al., 2001). Consequently, instead of fixing a required strength (e.g., 50% of participants’ maximal strength), we fixed a perceived intensity, letting participants decide how much effort to provide. Participants were requested to avoid physical activity for 24h before each session to avoid any pre-fatigue, to ensure that participants started each session in the same physical state.

Familiarization session

Participants came to the laboratory 1 week prior to the first experimental session and were familiarized with the material, and especially with the RPE scale. This session lasted approximately 90

minutes. Firstly, standardized instructions on use of the RPE scale were read and explained to participants. Then, participants performed two MVCs. The objectives of these contractions were: to represent the anchor 10 on the scale and to be used by participants as a reference to adapt future contractions. Then, participants performed 5 isometric contractions for 5 seconds each at selected RPE values and according to the following order: RPE 3 (i.e., “moderate effort”), RPE 5 (i.e., “strong effort”), RPE 7 (i.e., “very strong effort”), three times. Participants adjusted themselves their strength to correspond to the selected RPE value. Between each RPE value, participants had 2 minutes to recovery. During this resting time, feedback was made to the participants: the experimenter and the participant discussed the last series of contractions and especially the participant’s perception and the strength produced in order to improve the accuracy of the next series and correctly match the strength and the perception of effort. Finally, participants performed two tests of 10 contractions at RPE 5 for 5 seconds each, with 5 minutes of recovery between the two tests. These two tests were used for confirming that participants were well familiarized with the procedure. To validate this, the coefficient of variation (CV) had to be lower than 5% during these two trials. The CV has been suggested as one of the most appropriate methods to assess reliability (Atkinson & Nevill, 1998). This threshold demonstrated the ability of participants to consistently replicate similar performance outcomes when placed in the same conditions. If this coefficient was higher than 5%, participants had to perform 10-5sec more contractions at RPE-5, until it was less than 5% ($M = 2.44$; $SD = 1.72$). For each contraction, the mean of the 4 last seconds was calculated and all contractions were averaged to obtain one performance value for each series.

Experimental sessions

One week after the familiarization session, when arriving to the laboratory, participants were seated on the custom-made chair and were instrumented with the EEG and the strength materials. The EEG and the protocol setup were explained to the participants in details by the experimenter, as well as the scale of effort. Then, participants undertook a warm-up consisting in 8-10 submaximal contractions and finally performed two MVCs. Next, participants were assigned either to a negative stereotype toward women condition, or to a nullified-stereotype condition. In the negative stereotype toward women condition, all participants were told: “We are going to investigate differences between men and

women. For this reason, we will measure new physical and physiological settings. Previous research has demonstrated sex differences. Indeed, women have been shown to underperform on this task relative to men”, whereas in the nullified-stereotype condition, they were told: “We are going to investigate differences between men and women. For this reason, we will measure new cognitive and psychological settings. Previous research has demonstrated that this test has not been shown to produce any sex differences”. This induction was adapted from previous research (e.g., Chalabaev et al., 2013, Chalabaev, Sarrazin et al., 2008) and previously used in a recent research using a within-subject design (Deshayes et al., 2019). The protocol was then initiated (Figure 1). Participants were instructed to perform 80 self-paced intermittent isometric elbow contractions at RPE 5. The experimenter clearly explained to participants that they did not have to produce the same strength during the 80 contractions but produced each contraction at the same perceived intensity (i.e., somewhat hard). If necessary, they could adjust their strength produced (i.e., increase or decrease) to stay at the same perceived intensity during the 80 contractions. Immediately after the task, 2 MVCs were performed. Finally, participants filled out the questionnaire. Participants came back one week later and again performed the same self-paced exercise but were presented with the alternate condition (i.e., the negative stereotype toward women condition or the nullified-stereotype condition).

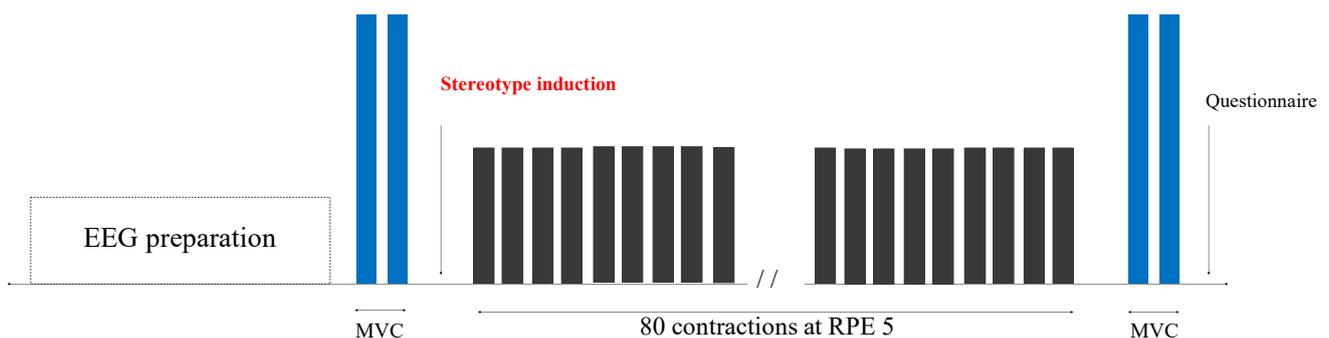


Figure 1. Schematic illustration of the experimental protocol.

Experimental setup

Participants sat upright in a custom-built chair with both hips and knees at 90° of flexion. The elbow angle was at 90° and the forearm and the wrist in a neutral position. A non-compliant strap attached to the participants' left wrist was connected to a calibrated load cell (TSD 121C, MP100 Holliston, MA, USA), to determine voluntary arm strength. Participants were firmly secured to the chair using non-compliant belts across the waist in order to minimize any extraneous body movements during the motor tasks.

Perception of effort

The entire protocol was based on the Borg's CR10 scale (Borg, 1998). This scale is composed of 11 ranks ranging from 0 corresponding to "no effort" to 10 corresponding to "maximal effort". During the three sessions, participants had to perform contractions at different levels (i.e., RPE 3, 5 and 7 in the familiarization session; RPE 5 in the experimental conditions). That is why, during the familiarization session and at the beginning of the experimental sessions, the scale was explained in detail to participants. The experimenter ensured that all participants understood the scale before starting the familiarization and the experimental sessions.

Instructions during the task

During the intermittent protocol, there was no interaction between the experimenter and the participant until the end of the protocol. Consequently, all of the instructions (i.e., beginning of the contraction or end of it) were placed on a monitor. It was placed at eye-level 100 cm in front of the participant. During the entire protocol, participants looked at the screen and followed these instructions: "contract when you want" (lasted 1.5 seconds), "maintain" (lasted 3.5 seconds), and then "relax" (lasted 5 seconds). This sequence was repeated 80 times (i.e., for the 80 contractions). This repetition of sequences was created using the E-prime software. For each repetition, when "contract when you want" appeared on the screen, a trigger was released and automatically reported on the EEG and strength recording. The onset of the contraction was then found using Matlab software. Throughout the entire protocol, participants did not receive visual feedback of their strength production.

EEG recordings

Continuous electroencephalographic activity was recorded using a EEG system (ANT-Neuro, Berlin, Germany) with 64 active sensors and mounted according to the 10-10 international system, which was referenced to Cz, with a sampling rate of 2000 Hz. Ocular artifact was assessed by electro-oculogram (EOG) recordings from an electrode placed at the right outer canthi. Participants were asked to maintain a stable body position and avoid eye blinks, teeth clenching, and upper limb and head movements during the contraction. Possible sources of distraction and noise were minimized. Electrode impedance was maintained below 5 k Ω . Offline analysis was performed using the Brainstorm analyzer software (version 3.4). Raw EEG data were re-referenced to average cortical activity and filtered with a 0.1-40Hz bandpass and visually inspected to identify and discard epochs contaminated with artifacts prior to the signal averaging.

Questionnaire

Motivation was assessed by an adaptation of the French version of the Achievement Goals Questionnaire for Sports and Exercise (Riou et al., 2012). All participants were asked to answer these four stems: “I am striving to do better than men”, “My aim is to be good compared to men”, “I am striving to do better than women” and “My aim is to be good compared to women” using a 7-response scale ranging from 1 (*not at all*) to 7 (*extremely*). A good internal consistency was found for both motivation scale toward men and toward women ($\alpha = 0.94$ and $\alpha = 0.89$, respectively).

Data analysis

Exercise performance

In this study, exercise performance referred to the strength produced by participants. Rather than averaging the 80 intermittent contractions, which results in a loss of information (Speelman & McGann, 2013), all contractions were analyzed using a mixed model approach. For each contraction, the mean strength developed was used for statistical analyses. The distribution of strength was positively skewed. To accommodate this skewed distribution of strength, a general linear mixed model (GLMM) was used by modelling strength data with a gamma function and a log link that is typically adapted for positive data that have asymmetry in the largest values (Myers & Montgomery, 1997). A random

intercept effect structured by participants was included to control for the non-independence of the data. The fixed factors of the GLMM were the Sex (women vs. men), the Condition (negative stereotype toward women condition vs. nullified-stereotype condition), the Order of the condition (Visit 2 vs. Visit 3), the pre-MVC developed, and the interaction between Sex and Condition. To account for the nested structure of the data (each measurement sample nested within a measure and each measure nested within a same individual), we included a random effect structured by participants and a random effect structured by measure by participants.

Maximal Voluntary Contractions

The distribution of MVCs assessed before and after the intermittent task was positively skewed. As for performance, a GLMM was used. A random intercept effect structured by participants was included to control for the non-independence of the data. The fixed factors of the GLMM were the Sex (women vs. men), the Condition (negative stereotype toward women condition vs. nullified-stereotype condition), the Order of the condition (Visit 2 vs. Visit 3), the Time of measurement (pre-task vs. post-task) and the interaction between these different factors. To account for the nested structure of the data (each measurement sample nested within a measure and each measure nested within a same individual), we included a random effect structured by participant and a random effect structured by measure by participants.

MRCPs

The MRCPs were separately segmented and averaged into non-overlapping 2500 ms epochs that were measured 2000 ms before and 500 ms after the onset of contraction. For each condition, the grand average was calculated. The baseline was derived from the mean amplitude over the initial 500 ms epochs. To further reduce high-frequency noise, the time grand-averaged MRCPs were low-pass filtered at 5 Hz (e.g., Spring, Place, Borrani, Kayser, & Barral, 2016). On the basis of previous studies (e.g., Guo, Sun, & Zhang, 2017) two components of MRCP pre-contraction slow waves were calculated. Firstly, Bereitschaftspotentials or Readiness Potentials (i.e., BP) were derived by calculating the mean amplitude from 1500 ms to 100 ms before the onset of contraction, which can reflect the movement preparation/planning. Secondly, motor potentials (i.e., MP) were also calculated by the mean amplitude from 0 to 150 ms, which is indicative of the early execution of movement. Those components were

calculated for three regions of interest. They were measured over the supplementary motor area (i.e., mean activity of the Cz electrode) and the contralateral central area (i.e., mean activity of the C2 electrode) because these areas have been shown to generate MRCPs during upper-limb movements (for a review, see Shibasaki & Hallett, 2006). Finally, MRCPs were calculated in the prefrontal cortex (i.e., mean activity of the Fp1 and Fp2 electrodes) because some research has showed that this region is also implicated in the generation of MRCPs and impacted after the induction of a negative stereotype (Inzlicht & Kang, 2010; Krendl et al., 2008; Wraga et al., 2007).

For each electrode and for BP and MP, the distribution was normal and a mixed model linear (MML) was used. A random intercept effect structured by participants was included to control for the non-independence of the data. The fixed factors of the LMM were the Sex (women vs. men), the Condition (negative stereotype toward women condition vs. nullified-stereotype condition), the Order of the condition (Visit 2 vs. Visit 3), and the interaction between Sex and Condition. To include for the nested structure of the data (each measurement sample nested within a measure and each measure nested within a same individual), we included a random effect structured by participants and a random effect structured by measure by participants.

Motivation

The distribution was normal. A mixed linear model was used. A random intercept effect structured by participants was included to control for the non-independence of the data. The fixed factors of the MML were the Sex (women vs. men), the Condition (negative stereotype vs. positive stereotype vs. control), the Order of the condition (Visit 2 vs. Visit 3), the motivation reported during the familiarization session and the interaction between Sex and Condition. To calculate an effect size for each dependent variable, Cohen's *ds* were calculated to represent the effect size using the difference of the exact means and standard-deviations.

Results

Exercise performance

The GLMM indicated no significant main effect of Sex ($F(1, 5273) = 0.95, p = 0.33$), but a Condition main effect ($F(1, 5273) = 235.69, p < 0.001, d = 0.22$). Specifically, participants developed

more strength when they were assigned to the negative stereotype toward women condition ($M = 5.69$; $SD = 2.40$) than when they were assigned to the nullified-stereotype condition ($M = 5.45$; $SD = 2.40$; See Figure 2). Finally, no Sex x Condition effect emerged ($F(1, 5273) = 0.54, p = 0.46$; see Table 1).

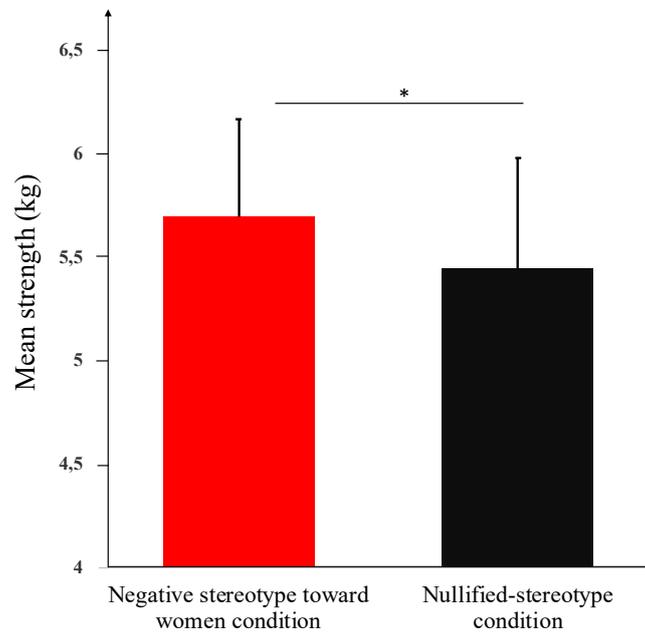


Figure 2. Mean strength developed according to the different conditions.

Maximal Voluntary Contractions

Analyses showed a significant effect of Sex with men producing more strength ($M = 30.81$; $SD = 5.60$) than women ($M = 18.94$; $SD = 3.39$), ($F(8, 127) = 62.33, p < 0.001, d = 2.56$). The GLMM also indicated a Time of measurement effect with participants developing more strength before the intermittent task ($M = 26.08$; $SD = 7.79$) than after the intermittent task ($M = 23.67$; $SD = 7.40$; $F(1, 127) = 75.04, p < 0.001, d = 1.46$), suggesting that the task was fatiguing. Importantly, analyses revealed no Condition main effect ($F(1, 127) = 1.0, p = 0.32, d = 0.20$) and no interaction effects ($p > 0.05$), revealing that there was no significant difference in fatigue between participants according to the different conditions (See Table 1).

Sex & Variables	Conditions		
	Familiarization	Negative stereotype toward women	Nullified-stereotype
Men			
Δ MVC (%)	-	8.96 \pm 7.02	9.92 \pm 8.21
Mean strength (kg)	-	7.25 \pm 1.20*	7.02 \pm 1.29
Motivation toward women	2.61 \pm 1.54	2.63 \pm 1.59	2.51 \pm 1.56
Motivation toward men	4.06 \pm 2.31	4.12 \pm 2.19	4.25 \pm 2.14
Women			
Δ MVC (%)	-	8.33 \pm 7.60	10.02 \pm 7.22
Mean strength (kg)	-	4.17 \pm 0.67*	3.97 \pm 0.66
Motivation toward women	3.35 \pm 1.54	3.02 \pm 1.63	2.78 \pm 1.49
Motivation toward men	2.78 \pm 1.73	3.16 \pm 1.76*	2.80 \pm 1.65

Table 1. Means (\pm standard deviations) for the different dependent variables.

Notes. MVC = maximal voluntary contraction

* Indicates a difference in the mean strength and motivation between the negative stereotype toward women condition and the nullified-stereotype condition ($p < 0.05$).

MRCPs

Figure 3 shows the representative grand averaged MRCP wave forms at the prefrontal (Fp1 and Fp2) cortex, the supplementary motor area (Cz) and the contralateral central area (C2).

Fp1

Concerning BP, the LMM indicated no significant main effect of Sex, $F(1, 51) = 1.23, p = 0.27, d = 0.42$, and Condition, $F(1, 51) = 1.64, p = 0.21, d = 0.35$. However, a significant Sex x Condition interaction effect emerged ($F(1, 51) = 4.18, p = 0.05$), suggesting that the amplitude of BP was higher for women when they were assigned to the negative stereotype condition ($M = 0.23; SD = 0.71$) as compared to when they were assigned to the nullified-stereotype condition ($M = -0.16; SD = 0.61$), $F(1, 51) = 5.50, p = 0.02, d = 0.60$. For men, no significant difference emerged between the negative stereotype toward women condition ($M = 0.20; SD = 0.51$) and the nullified-stereotype condition ($M = 0.27; SD = 0.42$), $F(1, 51) = 0.26, p = 0.61, d = 0.13$. Concerning MP, analyses showed no significant main effect of Sex, Condition and Sex x Condition interaction ($p > 0.05$; See Table 2).

Fp2

Concerning BP, analyses showed no main effect of Sex ($F(1, 50) = 0.77, p = 0.39, d = 0.35$) but a marginal Condition main effect ($F(1, 50) = 3.92, p = 0.054, d = 0.46$) as well as a marginal Sex x Condition interaction effect ($F(1, 50) = 3.89, p = .054$). As for Fp1, the amplitude of BP was higher for women when they were assigned to the negative stereotype condition ($M = 0.39; SD = 0.59$) compared to when they were assigned to the nullified-stereotype condition ($M = -0.08; SD = 0.55$), $F(1, 50) = 8.07, p = 0.006, d = 0.76$. While for men, no significant difference emerged between the negative stereotype toward women condition ($M = 0.13; SD = 0.45$) and the nullified-stereotype condition ($M = 0.07; SD = 0.50$), $F(1, 50) < 0.01, p = 0.98, d = 0.12$. For MP, analyses showed no significant main effect of Sex, Condition and Sex x Condition interaction ($p > 0.05$; See Table 2).

Cz

For BP and MP, the LMM indicated no significant main effect of Sex, Condition and Sex x Condition interaction effect ($p > 0.05$; See Table 2).

C2

For BP, the LMM indicated only a Sex main effect ($F(1, 51) = 4.47, p = 0.04, d = 0.78$) revealing that the amplitude of BP was higher for women ($M = -0.30; SD = 0.39$) than for men ($M = -0.22; SD = 0.33$). There was no significant main effect of Condition ($F(1, 51) = 0.29, p = 0.59, d = 0.07$) and Sex x Condition interaction ($F(1, 51) = 0.21, p = 0.64$). Concerning MP, analyses revealed no significant main effect of Sex, Condition and Sex x Condition interaction effect ($p > 0.05$).

Sex & Variables	Conditions		
	Familiarization	Negative stereotype toward women	Nullified-stereotype
Men			
Fp1			
BP	-	0.20 ± 0.51	0.27 ± 0.42
MP	-	-0.99 ± 1.48	-0.68 ± 1.04
Fp2			
BP	-	0.13 ± 0.45	0.07 ± 0.50
MP	-	-0.29 ± 1.79	0.16 ± 1.28
Cz			
BP	-	0.08 ± 0.39	-0.13 ± 0.53
MP	-	-0.50 ± 1.13	-0.15 ± 0.75
C2			
BP	-	-0.05 ± 0.31	0.002 ± 0.50
MP	-	-0.37 ± 1.07	-0.36 ± 1.16
Women			
Fp1			
BP	-	0.23 ± 0.71*	-0.16 ± 0.61
MP	-	-1.14 ± 1.30	-0.49 ± 1.46
Fp2			
BP	-	0.39 ± 0.59*	-0.08 ± 0.55
MP	-	-1.19 ± 1.72	-0.64 ± 1.57
Cz			
BP	-	-0.35 ± 0.44	-0.41 ± 0.50
MP	-	-0.03 ± 0.84	0.08 ± 0.94
C2			
BP	-	-0.30 ± 0.36	-0.31 ± 0.46
MP	-	-0.0008 ± 0.72	0.1 ± 0.82

Table 2. Means (± standard deviations) for the MRCs according to the different conditions.

Notes. Data are expressed in μV

* Indicates a difference in the BP amplitude between the negative stereotype toward women condition and the nullified-stereotype condition ($p < 0.05$).

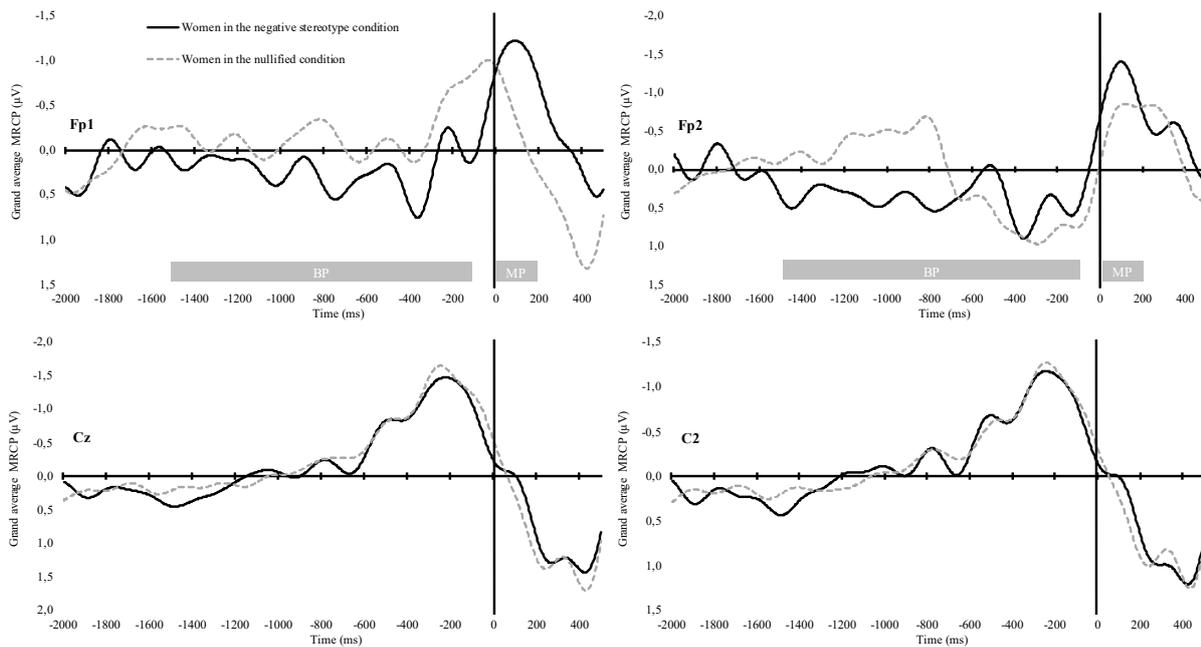


Figure 3. Grand Average MRCP waveforms at the prefrontal cortex (Fp1 and Fp2), the supplementary motor area (Cz) and the contralateral central area (C2)

Motivation

Concerning motivation toward men, the main analyses indicated no significant main effect of Sex, $F(1, 60) = 0.11, p = 0.75, d = 0.61$, and Condition, $F(1, 60) = 1.36, p = 0.25, d = 0.42$. A significant effect of Sex x Condition interaction was found ($F(1, 60) = 6.47, p = .01$), suggesting that women were more motivated to outperform men when the negative stereotype toward women was induced ($M = 3.02, SD = 1.63$) as compared to when the nullified-stereotyped was induced ($M = 2.78, SD = 1.49$), $F(1, 60) = 6.73, p = 0.01, d = 0.59$. However, for men, no difference emerged between the negative stereotype toward women condition ($M = 4.12, SD = 2.19$) and the nullified-stereotype condition ($M = 4.25, SD = 2.14$), $F(1, 60) = 0.97, p = 0.33, d = 0.24$. Concerning motivation toward women, analysis showed no significant of Sex ($F(1, 60) = 0.72, p = 0.40, d = 0.04$), Condition ($F(1, 60) = 1.26, p = 0.27, d = 0.17$), and Sex x Condition ($F(1, 60) = 0.25, p = 0.62$; see Table 1).

Mediational analysis

Previous analyses showed that the induction of a negative stereotype toward women influenced men's and women's performance (i.e., strength produced) as well as women's BP amplitude at Fp1 and Fp2 and women's motivation. We consequently examined whether the increase in BP amplitude and motivation may have caused the performance increase observed through a mediational analysis. To examine this, we compared BP_{Fp1} , BP_{Fp2} , and motivation in the two conditions using contrast coding. Specifically, we assigned codes of 1 and -1 to the nullified-stereotype condition, and the negative stereotype toward women condition, respectively. Several regression analyses were performed following the procedure advocated by Hayes (2013). The manipulation condition did not significantly predict BP_{Fp1} ($b = 3.92, p = 0.13, r^2 = 0.09$), BP_{Fp2} ($b = 3.12, p = 0.16, r^2 = 0.07$), and motivation ($b = 0.38, p = 0.57, r^2 = 0.01$), revealing no mediational analysis.

Discussion

The current study investigated the effect of the induction of a negative stereotype toward women on women's and men's performance during a repetition of 80 isometric elbow contractions at a fixed perceived intensity, and the neuropsychological mechanisms involved. As predicted, results showed that women's performance was increase after the induction of the negative stereotype toward them, accompanied by an increase in self-reported motivation and an increase in BP amplitude over the prefrontal cortex. However, no significant difference emerged concerning the amplitude of MRCs over the supplementary motor area and the contralateral central area. Concerning men, analyses revealed that they also increased their performance when they were assigned to the negative stereotype toward women condition. However, no effect emerged on self-reported motivation and MRCs amplitude in the three areas of interest.

Effect of the negative stereotype toward women on women's performance

Since 1999, most studies evaluating the effect of an induction of a negative stereotype observed a decrease in physical performance for the targeted group, as compared to when no stereotype was induced, during technical tasks. This performance decrease was explained by the explicit monitoring hypothesis (Beilock & Carr, 2001). In the present study, a self-paced isometric task was used, task that

did not focus on technical skills and did not require coordination (i.e. only one component of task execution). Consequently, the explicit monitoring hypothesis cannot impact performance. The performance improvement observed in the present research corroborates past studies showing that during non-technical tasks, the induction of a negative stereotype lead to a performance increase, contrary to stereotype threat predictions, suggesting that the effect of the induction of a negative stereotype toward women is task-dependent (Deshayes et al., *in press* ; Deshayes et al., 2019 ; Huber et al., 2016).

This performance increase could be interpreted as a determination to prove that the negative stereotype is wrong. Indeed, when women were assigned to the negative stereotype toward women, they reported that they wanted to perform better than men to a greater extent than when they were assigned to the nullified-stereotype condition. This study is one of the first observing this motivation increase through self-reported measures. This result confirms the hypothesis postulating that when a negative stereotype toward one group is induced, this group is more motivated to counter it (see the mere effort account, Jamieson & Harkins, 2007; the integrated process model, Schmader et al., 2008; Steele, 1997). More precisely, this result reveals that women wanted to outperform the group that was not targeted by the stereotype (i.e., men). Thus, the type of the task (i.e., non-technical) coupled with the increased motivation observed during the negative stereotype toward women condition may explained the performance increase observed for women.

Another explanation for this result may be the level of participants' identification with the domain. According to the initial stereotype threat theory, only participants who considered the studied/stereotyped domain to be important for them can be affected by the negative stereotype (Roberson & Kulik, 2007; Steele, 1997). In the present research, recruited participants strongly identified with the physical activity domain. Laurin (2017) and Nguyen and Ryan (2008) found that the level of identification could moderate the effect of stereotype threat, with moderately identified participants being more impacted than highly identified ones. Saunders (2016) showed that a high level of identification with math boosted threatened women's performance instead of dampening it. Consequently, we suggest that a high level of identification may boost rather than reduce threatened

women's performance. Future research should test this domain identification hypothesis more in depth, for example, with a comparison between moderately and highly identified participants.

Effect of the negative stereotype toward women on women's motor-related cortical potentials

In this study, we investigated the influence of the induction of a negative stereotype on the amplitude of MRCs located in the supplementary motor area, the contralateral central area and the prefrontal area. Concerning the supplementary motor area and the contralateral area, no significant difference was observed for BP and MP. In the literature, some studies found a relationship between the amplitude of BP in these areas and the strength produced: a higher amplitude of BP was associated with greater strength produced (e.g., Becker & Kristeva, 1980 ; Hink, Deecke, & Kornhuber, 1983 ; Kutas & Donchin, 1974 ; Nishihira, Araki, & Ishihara, 1989 ; Siemionow, Yue, Ranganathan, Liu, & Sahgal, 2000). For example, in Siemionow et al.'s study (2000), participants performed elbow-flexion contractions at 10%, 35%, 60% and 85% of their maximal voluntary contraction (MVC) and found that, as the force increased, the amplitude of MRCs also increased. However, some studies did not find this association (e.g., Hazemann, Metral, & Lille, 1989; Kristeva, Cheyne, Lang, Lindinger, & Deecke, 1990; Wilke & Lansing, 1973). This was explained by the low difference in strength produced between the different conditions. For example, Kristeva et al. (1990) found no significant differences of the amplitude of BP between loads corresponding to 250 g and 400 g during finger flexion (i.e., this load difference was less than 2% of the maximal load). In our study, as the difference observed between the two conditions was approximately 4%, this may explain why no significant difference emerged in these areas.

Concerning the prefrontal cortex, a significant increase in BP amplitude was observed when the negative stereotype toward women was induced, as compared to when the nullified-stereotype was induced. In the literature, the prefrontal cortex has also been showed to be involved in the planification of the movement and the generation of BP (e.g., Jahanshahi et al., 2001; Kim et al., 2017; Ryun et al., 2014; Sochurkova et al., 2006). The higher amplitude observed in BP is in line with previous studies showing that when a negative stereotype toward women is induced, regions in the prefrontal cortex were highly activated while not under control conditions (Inzlicht & Kang, 2010; Krendl et al., 2008; Wraga et al., 2007). This result suggests that the preparation of the movement was more important in the

prefrontal cortex when the negative stereotype was induced as compared to when the nullified-stereotype was induced. As the amplitude of BP indicates the upcoming strength developed, this result may explain why a performance improvement was found in the present research.

The prefrontal cortex is also reputed to be a decisional center, especially during physical tasks (e.g., Robertson & Marino, 2016). As women were more motivated to perform better than men, we consequently suggest that the decision to perform better in the negative stereotype toward women condition was made consciously. To strengthen this hypothesis, it has been showed that an increase in participants' motivation is associated with an increase in BP amplitude (e.g., McAdam & Seales, 1968; Pornpattananangkul & Nusslock, 2015). However, research on "free will" could also reveal that the stereotype made its impact unconsciously. In their initial study, Libet, Gleason, Wright, and Pearl (1983) found that participants became consciously aware of the decision to make a movement 200 ms before its initiation. Surprisingly, they observed a cortical wave, corresponding to BP, starting approximately 550 ms before the movement, thus leaving about 350 ms between the initial rising of the BP and the conscious awareness of the decision to move. Libet et al. (1983) concluded that the brain unconsciously plans our movement but allows for a conscious "veto" to alter the outcome of our volition. For thirty years, many studies replicated this experiment (e.g., Soon, Brass, Heinze, & Haynes, 2008) or called it into question (Danquah, Farrell, O'Boyle, 2008; Dominik et al., 2017). In 2019, this debate is still open, but as we observed a difference in BP in the present research, our results may suggest that the decision to produce more strength for the same perceived intensity is initially made unconsciously. It could be interesting, in further research, to ask participants if they perceived a difference in effort production during the different conditions. This information could be easily collected and could give more information about how stereotypes operate.

Effect of the negative stereotype toward women on men's performance

This study also investigated the influence of the induction of a negative stereotype toward women on men's performance. In line with the stereotype lift phenomenon (Walton & Cohen, 2003), we observed that men increased their performance when assigned to the negative stereotype toward women condition, as compared to when assigned to the nullified-stereotype condition. This positive effect on men's performance was previously observed in a large variety of tasks such as a balance task

(Chalabaev, Stone et al., 2008), stride jumping task (Laurin, 2017), maximal strength task (Chalabaev et al., 2013), basketball shooting task (Laurin, 2013), ball-bouncing task (Huber et al., 2016) or a cycling task (Deshayes et al., 2019). As for women, the mechanisms involved have rarely been investigated.

Concerning motivation, men were not more motivated to outperform women when the negative stereotype toward women was induced. Chalabaev, Stone et al. (2008) found that when a negative stereotype was induced toward women, men were more confident about their capacity to perform well on the task. We suggest that men were not more motivated to perform better than women because they probably felt that they were better than them (i.e., increased self-confidence) due to the induction of the negative stereotype toward women.

Concerning the cortical mechanisms (i.e., MRCs) involved in this performance improvement, as for women, no significant difference emerged between the two conditions for Cz and C2, probably due to the low difference in strength produced between the experimental conditions (i.e., the improvement observed for men and women were approximately the same). Concerning the prefrontal cortex, no significant difference emerged on Fp1. On Fp2, even if a marginal condition main effect emerged, the marginal Sex x Condition interaction effect revealed that only women had higher BP amplitude in the negative stereotype toward women condition as compared to the nullified-stereotype condition. This is confirmed by the effect size observed for women and men ($d = 0.76$ and $d = 0.12$ respectively). As there is a link between motivation and BP amplitude (e.g., McAdam & Seales, 1968; Pornpattananangkul & Nusslock, 2015) and as men were not more motivated to outperform women in the negative stereotype toward women condition, this may explain why no modification on BP amplitude were observed for men. Thus, these results suggested that the performance increase observed in men was not due to increased planning for the upcoming movement (i.e., contrary to women). This is nonetheless in line with Chalabaev et al.'s (2013) results, revealing that the increase in performance observed for men in their study was not due to a modification in the preparatory processes occurring before task execution. Consequently, more research is needed to define the cortical mechanisms involved in such performance increase.

Limitations and perspectives

Despite the innovative results observed, some limitations of the current study should be taken into consideration. Firstly, no mediational effect was observed from the motivation and BP amplitude in the prefrontal cortex. This absence of mediation could be explained by the sample size. Indeed, based on Fritz and MacKinnon (2007) study, our sample size was probably too small to detect a mediational effect, despite being sufficient to investigate the effect of a negative stereotype on physical performance. It could be interesting to recruit more participants in future studies to test the potential mechanisms involved in this performance improvement in greater depth. Secondly, even though the EEG system had a lot of advantages, it presented limitations and especially a weak spatial resolution which limited our interpretation concerning the specific areas involved. Hence, functional magnetic resonance imaging (fMRI) should be used to investigate this issue further. Finally, in the present study, participants had to induce an effort corresponding to 5 on a modified CR-10 scale. Assuming that the anchor 10 corresponds to the maximal strength produced, we suppose that 5 corresponds to approximately 50% of participants' maximal strength (even if the perception of effort is slightly less than the equivalent value on the CR-10 scale; Pincivero, Polen, & Byrd, 2010). However, on average, participants demonstrated only 22% of their maximal strength (and only 27% for the five first contractions). As postulated by Roberson and Kulik (2007), the effect of a negative stereotype could mainly be observed during difficult tasks. It could be interesting to replicate this positive effect on a task that requires a higher level of strength, thus increasing the level of task difficulty.

Conclusion

The current study explored the effect of a negative sex stereotype toward women on women's and men's performance during a self-paced exercise with an investigation of the neuropsychological mechanisms involved, through MRCPs and motivation. In addition to observing a positive effect of the induction of a negative stereotype, which contrasts dramatically with the stereotype threat theory (Steele, 1997), this study provides, for the first time in the physical domain, some evidence of how the negative stereotype operates. More specifically, under stereotyping, participants are more motivated to outperform the group positively highlighted by the stereotype (i.e., men in the present study). This study also reveals that the induction of a negative stereotype elicited adaptations in the prefrontal cortex and

precisely in the planning for strength production. Finally, we strengthen the hypothesis suggesting that the effect of negative stereotypes would be task-dependent. Concerning men, the results are in line with the stereotype lift phenomenon, but more studies are needed to explain the cortical mechanisms involved in such performance improvement.

References

Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26, 217-238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>

Becker, W., Kristeva, R. (1980). Cerebral potentials prior to various force deployments. *Progress in Brain Research*, 54, 189-194. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)61624-6](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)61624-6)

Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 701-725. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.4.701>

Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human kinetics.

Chalabaev, A., Brisswalter, J., Radel, R., Coombes, S. A., Easthope, C., & Clément-Guillotin, C. (2013). Can stereotype threat affect motor performance in the absence of explicit monitoring processes? Evidence using a strength task. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35, 211-215. <https://doi.org/10.1123/jsep.35.2.211>

Chalabaev, A., Sarrazin, P., Stone, J., & Cury, F. (2008). Do achievement goals mediate stereotype threat? An investigation on females' soccer performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 143-158. <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.30.2.143>

Chalabaev, A., Stone, J., Sarrazin, P., & Croizet, J-C. (2008). Investigating physiological and self-reported mediators of stereotype lift effects on a motor task. *Basic and Applied Social Psychology*, 30, 18-26. <https://doi.org/10.1080/01973530701665256>

Clément-Guillotin, C., Chalabaev, A., & Fontayne, P. (2012). Is sport still a masculine domain? *International Journal of Sport Psychology*, 43, 67-78.

Danquah, A. N., Farrell, M. J., & O'Boyle, D. J. (2008). Biases in the subjective timing of perceptual events: Libet et al. (1983) revisited. *Consciousness and Cognition*, 17, 616-627.

<https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.09.005>

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., & Zory, R. (2019). “Men are better than women!”: the positive effect of a negative stereotype toward women. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *41*, 242-250. <https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0213>

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (in press). Can stereotype threat increase women’s performance? The case of a fatiguing task. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*.

Dominik, T., Dostál, D., Zielina, M., Šmahaj, J., Sedláčková, Z., & Procházka, R. (2017). Libet's experiment: Questioning the validity of measuring the urge to move. *Consciousness and Cognition*, *49*, 255-253. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2017.01.017>

Fritz, M. S., & Mackinnon, D. P. (2007). Required sample size to detect the mediated effect. *Psychological Science*, *18*, 233-239. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01882.x>

Gentile, A., Boca, S., & Giammusso, I. (2018). “You play like a woman!” Effects of gender stereotype threat on women’s performance in physical and sport activities: a meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, *39*, 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.07.013>

Ghez, G. (1991). The control of movement. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM (eds). *Principles of neuroscience*. Elsevier, New York, pp 533–547

Guo, F., Sun, Y. J., Zhang, R. H. (2017). Perceived exertion during muscle fatigue as reflected in movement-related cortical potentials : an event-related potential study. *NeuroReport*, *28*, 115-122. <http://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000732>

Hazemann, P., Metral, S., & Lille, F. (1989). Influence of force, speed and duration of isometric contraction upon slow cortical potentials in man. In: Otto DA (ed) *Multidisciplinary perspectives in event-related brain potential research*. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 107-111

Heidrich, C., & Chiviacowsky, S. (2015). Stereotype threat affects the learning of sport motor skills. *Psychology of Sport and Exercise*, *18*, 42-46. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.12.002>

Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2016). “Girls should cook, rather than kick!” Female soccer players under stereotype threat. *Psychology of Sport and Exercise*, *26*, 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.06.010>

Hink, R. F., Deecke, L., & Kornhuber, H. H. (1983). Force uncertainty of voluntary movement and human movement-related potentials. *Biological Psychology*, *16*, 197-210. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(83\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0301-0511(83)90024-8)

Hively, K., & El-Alayli, A. (2014). "You throw like a girl:" The effect of stereotype threat on women's athletic performance and gender stereotypes. *Psychology of Sport and Exercise*, *15*, 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.09.001>

Huber, M. E., Brown, A. J., & Sternad, D. (2016). Girls can play ball: Stereotype threat reduces variability in a motor skill. *Acta Psychologica*, *169*, 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.05.010>

Huber, M. E., Seitchik, A. E., Brown, A. J., Sternad, D., & Harkins, S. G. (2015). The effect of stereotype threat on performance of a rhythmic motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *41*, 525-541. <http://doi.org/10.1037/xhp0000039>

Inzlicht, M., & Kang, S.K. (2010). Stereotype threat spillover: how coping with threats to social identity affects aggression, eating, decision making, and attention. *Journal of personality and social psychology*, *99*, 467-481. <https://doi.org/10.1037/a0018951>

Jahanshahi, M., Dirnberger, G., Liasis, A., Towell, A., and Boyd, S. (2001). Does the pre-frontal cortex contribute to movement-related potentials? recordings from subdural electrodes. *Neurocase*, *7*(6), 495-501. <https://doi.org/10.1093/neucas/7.6.495>

Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, *93*, 544-564. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.93.4.544>

Johns, M., Inzlicht, M., & Schmader, T. (2008). Stereotype threat and executive resource depletion : examining the influence of emotion regulation. *Journal of Experimental Psychology : General*, *137*, 691-705. <http://doi.org/10.1037/a0013834>

Kim, K., Kim, J. S., & Chung, C. K. (2017). Increased Gamma Connectivity in the Human Prefrontal Cortex during the Bereitschaftspotential. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*:180. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00180>

Kornhuber, H. H., & Deecke, L. (1965). Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale. *Pflügers Archiv*,

284, 1-17. <https://doi.org/10.1007/BF00412364>

Krendl, A. C., Richeson, J. A., Kelley, W. M., & Heatherton, T. F. (2008). The negative consequences of threat: a functional magnetic resonance imaging investigation of the neural mechanisms underlying women's underperformance in math. *Psychological Science, 19*, 168-175. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02063.x>

Kristeva, R., Cheyne, D., Lang, W., Lindinger, G., Deecke, L. (1990). Movement-related potentials accompanying unilateral and bilateral finger movements with different inertial loads. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 75*, 410-418. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(90\)90086-Y](https://doi.org/10.1016/0013-4694(90)90086-Y)

Kutas, M., & Donchin, E. (1974). Studies of squeezing: handedness, responding hand, response force, and asymmetry of readiness potential. *Science, 186*, 545-548. <https://doi.org/10.1126/science.186.4163.545>

Laurin, R. (2013). Stereotype threat and lift effects in motor task performance: The mediating role of somatic and cognitive anxiety. *The Journal of Social Psychology, 153*(6), 687-699. <https://doi.org/10.1080/00224545.2013.821098>

Laurin, R. (2017). Stereotype threat and lift effects on perceived ability and motor task performance of high school physical education students: the moderating role of stereotype endorsement and domain identification. *Movement & Sport Sciences – Science & Motricité, 95*, 21-30. <https://doi.org/10.1051/sm/2016005>

Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W., & Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential): the unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain, 106*, 623-642. <http://doi.org/10.1093/brain/106.3.623>

Liu, J. Z., Yao, B., Siemionow, V., Sahgal, V., Wang, X., Sun, J., & Yue, G. H. (2005). Fatigue induces greater brain signal reduction during sustained than preparation phase of maximal voluntary contraction. *Brain Research, 1057*, 113-126. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.07.064>

McAdam, D. W., & Seales, D. M. (1969). Bereitschaftspotential enhancement with increased level of motivation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 27*, 73-75. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(69\)90111-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(69)90111-4)

Myers, R. H., & Montgomery, D. C. (1997). A tutorial on generalized linear models. *Journal of Quality Technology*, 29, 274-291. <https://doi.org/10.1080/00224065.1997.11979769>

Nguyen, H. D., & Ryan, A. (2008). Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology*, 93, 1314-1334. <http://doi.org/10.1037/a0012702>

Nishihira, Y., Araki, H., & Ishihara, A. (1989). Cerebral motor potential preceding grip strength movement. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29, 297-303

Pincivero, D. M., Polen, R. R., Byrd, B. N. (2010). Gender and contraction mode on perceived exertion. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 359-363. <http://doi.org/10.1055/s-0030-1247595>

Pornpattananangkul, N., & Nusslock, R. (2015). Motivated to win: relationship between anticipatory and outcome reward-related neural activity. *Brain and Cognition*, 100, 21-40. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.09.002>

Riou, F., Boiché, J., Doron, J., Romain, A. J., Corrion, K., Ninot, G., d'Arripe-Longueville, F., & Gernigon, C. (2012). Development and validation of the French achievement goals questionnaire for sport and exercise. *European Journal of Psychological Assessment*, 28, 313-320. <http://doi.org/10.1027/1015-5759/a000112>

Roberson, L., & Kulik, C. (2007). Stereotype threat at work. *Academy of Management Perspectives*, 21, 24-40. <http://doi.org/10.5465/AMP.2007.25356510>

Robertson, C. V., & Marino, F. E. (2016). A role for the prefrontal cortex in exercise tolerance and termination. *Journal of Applied Physiology*, 120, 464-466. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00363.2015>

Ryun, S., Kim, J. S., Lee, S. H., Jeong, S., Kim, S. P., and Chung, C.K. (2014). Movement type prediction before its onset using signals from prefrontal area : an electrocorticography study. *BioMed Research International*, 2014:783203. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/783203>

Saunders, B. A. (2016). Identification with math boost women's performance on mathematical tasks under stereotype threat. *Journal of Scientific Psychology*, 1, 9-17.

Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, *115*, 336-356. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336>

Shibasaki, H., & Hallett, M. (2006). What is Bereitschaftspotential? *Clinical Neurophysiology*, *117*, 2341-2356. <http://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.04.025>

Siemionow, V., Yue, G. H., Ranganathan, V. K., Liu, J. Z., & Sahgal, V. (2000). Relationship between motor activity-related cortical potential and voluntary muscle activation. *Experimental Brain Research*, *133*, 303-311. <https://doi.org/10.1007/s002210000382>

Sochurkova, D., Rektor, I., Jurak, P., & Stancak, A. (2006). Intracerebral recording of cortical activity related to self-paced voluntary movements: a Bereitschaftspotential and event-related desynchronization/synchronization. SEEG study. *Experimental Brain Research*, *173*, 637-649. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0407-9>

Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H.-J., & Haynes, J.-D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Science*, *11*, 543-545. <https://doi.org/10.1038/nm.2112>

Speelman, C. P., & McGann, M. (2013). How mean is the mean? *Frontiers in Psychology*, *4*, 451. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00451>

Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *The American Psychologist*, *52*, 613-629. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.52.6.613>

Spring, J. N., Place, N., Borrani, F., Kayser, B., & Barral, J. (2016). Movement-related cortical potential amplitude reduction after cycling exercise relates to the extent of neuromuscular fatigue. *Frontiers in Human Neuroscience*. 10:257. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00257>

Stone, J., & McWhinnie, C. (2008). Evidence that blatant versus subtle stereotype threat cues impact performance through dual processes. *Journal of Experimental Social Psychology*, *44*, 445-452. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2007.02.006>

Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2003). Stereotype lift. *Journal of Experimental Social Psychology*, *39*, 456-467. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1031\(03\)00019-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1031(03)00019-2)

Wilke, J. T., & Lansing, R. W. (1973). Variations in the motor potential with force exerted during voluntary arm movements in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 35,259-265. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(73\)90237-X](https://doi.org/10.1016/0013-4694(73)90237-X)

Wraga, M., Helt, M., Jacobs, E., & Sullivan, K. (2007). Neural basis of stereotype-induced shifts in women's mental rotation performance. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2, 12-19. <https://doi.org/10.1093/scan/nsl041>

4.3. SYNTHÈSE

L'objectif de l'étude 4 était d'explorer les mécanismes neuropsychologiques à l'origine de l'amélioration de la performance observée dans les études précédentes. Plus précisément, nous avons suggéré une augmentation de la performance des femmes et des hommes après l'induction du stéréotype négatif sexué, accompagnée d'une augmentation de l'amplitude des MRCPs et de la motivation auto-rapportée des participant.e.s. Concernant les MRPCs, nous avons mesuré deux composantes : la planification du mouvement (i.e., potentiels de préparation ; RP) et l'initiation du mouvement (i.e., potentiels moteurs ; MP).

Les résultats ont montré, en plus d'une amélioration de la performance, que les femmes étaient davantage motivées à surpasser les hommes lorsqu'un stéréotype à leur égard était induit, validant les prédictions du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). De plus, une augmentation des RP au niveau préfrontal a été observée, suggérant une planification plus importante du mouvement. Au niveau des MP, aucune différence n'a été observée, probablement car, à l'initiation du mouvement, les MP deviennent volatiles (Liu et al., 2005). L'augmentation de l'amplitude des RP confirme les hypothèses de Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) concernant l'impact des stéréotypes négatifs sur le système nerveux central, et notamment d'une modification des processus préparatoires du mouvement à réaliser à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif envers les femmes. De manière plus surprenante, aucune différence n'a été observée au niveau du cortex moteur. La raison principale pourrait être liée à une différence de force développée trop faible entre les deux conditions pour observer un effet sur les MRCPs au niveau de cette zone (Kristeva et al., 1990).

Cependant, pour les hommes, les mécanismes explicatifs restent encore à définir. En effet, bien que leur performance ait été améliorée, aucune différence concernant l'amplitude des MRCPs et la motivation n'a été observée. D'autres techniques d'investigation pourraient ainsi être utilisées, comme l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, qui a

l'avantage de pouvoir investiguer avec davantage de précision quelles zones, par exemple du cortex préfrontal, pourrait être influencées lors de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes.

Après avoir exploré les effets positifs des stéréotypes sexués sur la performance d'endurance non-technique, les avoir répliqués, et y avoir apporté des pistes d'explication, il apparaît nécessaire d'examiner si les résultats obtenus chez les femmes sont répliquables à un autre groupe social fortement stéréotypé : les seniors. Cette exploration apparaît nécessaire pour plusieurs raisons. D'une part, le peu d'études à s'être intéressées aux effets des stéréotypes négatifs liés à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors ont montré des résultats inconsistants (e.g., Chiviacowski et al., 2018 ; Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift et al., 2012). D'autre part, à l'heure actuelle, la comparaison des résultats observés chez les femmes et les seniors est difficilement réalisable, étant donné la différence de tâches employées entre ces deux populations. Enfin, même si le modèle du simple effort semble robuste pour expliquer les effets des stéréotypes sexués sur la performance des femmes, aucune information ne laisserait présager de sa possible application chez les seniors dans le domaine physique et sportif, n'ayant jamais été exploré. Investiguer comment les seniors réagiraient à l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard lors d'une tâche d'endurance non-technique semblait alors nécessaire.

ETUDE 5

Can aging stereotypes influence older adults' performance? The case of a muscular endurance task

Cet article a été soumis dans la revue *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*.

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., Chorin, F., & Zory, R. Can aging stereotypes influence older adults' performance? The case of a muscular endurance task. *Soumis*

5.1. PRESENTATION DE L'ETUDE

En plus des stéréotypes sexués, les stéréotypes liés à l'âge ont reçu une attention particulière dans le cadre de la menace du stéréotype (pour une revue, voir par exemple Lamont et al., 2015). Cependant, très peu d'études ont été réalisées dans le domaine physique et sportif et les résultats sont inconsistants. De plus, il est difficile de comparer les résultats obtenus chez les femmes et chez les seniors étant donné les grandes différences en termes de tâches utilisées. Enfin, peu d'informations pourraient attester d'une applicabilité du modèle du simple effort chez les seniors, celui-ci n'ayant jamais été testé dans le domaine physique et sportif auprès de cette population.

Après avoir observé une amélioration de la performance des femmes après l'induction d'un stéréotype négatif sexué, il était alors important de déterminer si cet effet positif sur la performance pouvait être répliqué auprès d'une autre population stéréotypée comme les seniors. L'objectif de cette cinquième étude était donc de déterminer l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des seniors sur la performance des seniors, lors d'une tâche d'endurance non-technique. Pour cela, nous avons utilisé une tâche isométrique de type « temps-limite », comme dans l'étude 1, durant laquelle les participantes devaient maintenir une force correspondant à 30% de leur force maximale jusqu'à épuisement. Sur la base des résultats des études 1, 2, 3 et 4 et des prédictions du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), nous avons suggéré une amélioration de la performance des seniors après l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard.

5.2.L'ETUDE

Introduction

With the increase of age, a physical decline is generally observed, due to an inevitable biological process (e.g., Milanović et al., 2013). In addition to the natural phenomenon of aging, it seems that social factors can also have a significant impact on the physical capacity of the elderly. For example, some researchers suggested that social factors, such as stereotypes, may alter physical functions based on the internalization theory (Levy, 2009) and the stereotype threat phenomenon (Steele, 1997). The main aim of this study was to investigate the effect of inducing a negative stereotype toward older adults on older peoples' performances during an endurance task.

In society, older adults face many stereotypes which are mainly negative (e.g., Cuddy, Fiske, & Glick, 2008; Hummert, 1990). They are perceived as frail and weak (Hummert, 1990) and more generally, less competent than younger adults (Cuddy et al., 2008). The literature shows that internalized aging stereotypes may impact older adults' behaviors in the long-term (e.g., Sargent-Cox, Anstey, & Luszcz, 2012). However, under certain conditions, aging stereotypes may also influence performance in the short term when induced in a situation where a stereotype exists. This is the stereotype threat theory (Steele, 1997). This phenomenon was validated in many populations using many different tasks (e.g., for a meta-analysis concerning the effects of sex stereotypes on physical performance, see Gentile, Boca, & Giammusso, 2018).

Most studies investigating aging stereotypes on older adults' performance were performed during cognitive tasks and, as speculated by the stereotype threat theory (Steele, 1997), observed a performance decrease after a negative stereotype was induced (e.g., for a review, see Lamont, Swift, & Abrams, 2015). However, only four studies have tested the influence of inducing a negative stereotype toward older adults on older adult's physical performance (Chiviowski, Cardozo, & Chalabaev, 2018; Marquet et al., 2018; Horton et al.,

2010; Swift, Lamont, & Abrams, 2012). Results were inconsistent. Swift et al. (2012) and Chiviawski et al. (2018) observed negative effects on physical performance during strength and balance tasks, while Horton et al. (2010) and Marquet et al. (2018) did not find any effect of negative stereotype on performance in nine different physical tasks. Therefore, more research is needed to gain a more in depth apprehension of the possible effects of inducing negative aging stereotypes on older adults' physical performance.

Recently, four studies investigating the effect of inducing the salient sex stereotype (Clément-Guillotin & Fontayne, 2011) suggested that inducing a negative stereotype toward one group may lead to an increase of performance rather than a decrease under certain conditions (Deshayes, Clément-Guillotin, & Zory, 2019 ; Deshayes, Zory, Seitchik, Chalabaev, & Clément-Guillotin, 2019 ; Deshayes, Zory, Seitchik, Chalabaev, & Clément-Guillotin, *in press* ; Huber, Brown, & Sternad, 2016). For example, Deshayes, Zory et al. (*in press*) found that during a non-technical endurance task (i.e., participants were asked to maintain 50% of their maximal strength as long as possible), women assigned to a negative stereotype condition performed better than women assigned to a control condition or to a nullified-stereotype condition. These results may be in line with the mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007).

The mere effort account is a model recently validated using physical tasks (Huber et al., 2016 ; Huber, Seitchik, Brown, Sternad, & Harkins, 2015), suggesting that the effects of stereotypes on performance depend on the quality of the prepotent response (i.e., the most likely to be produced) : if this response is correct, performance is improved but if it is incorrect, performance is debilitated. For example, in Deshayes, Zory et al.'s (*in press*) study, as participants had to maintain an isometric task, authors suggested that only one response could be made because task execution was composed of only one component. If only one response can be performed, this response appears to be correct, resulting in a performance improvement

when a negative stereotype is induced (see also Deshayes, Zory et al., 2019 ; Deshayes, Clément-Guillotin et al., 2019 ; Huber et al., 2016). It could be interesting to examine if this positive effect could be generalized in older adults with negative aging stereotypes. Based on Deshayes, Zory et al.' (*in press*) study, a non-technical endurance task was used in the present research to explore this question. Examining the effect of negative stereotypes on endurance is relevant in older adults because endurance is considered as a major predictor of frailty (i.e., biological syndrome associated with age characterized by a decrease in the biological functional reserve due to modifications of several physiological systems ; Fried et al., 2001 ; Henchoz, Büla, Guessous, & Santos-Eggimann, 2017) and better endurance is associated with better functional health (for a review, see Cadore, Pinto, Bottaro, & Izquierdo, 2014).

In addition to investigating the effect of aging stereotypes on physical performance, we investigated the possible mechanisms involved in this potential performance modification. Recently, Marquet et al. (2018) found that inducing a negative stereotype influenced subjective age. As self-rated health is closely related to subjective age (e.g., Westerhof & Barrett, 2005), it could be interesting to replicate Marquet et al.'s (2018) results, as well as observing the influence of a negative stereotype on self-rated health. Therefore, the main aim of the present research was to investigate the effect of inducing a negative aging stereotype on older adults' endurance performance and to investigate the mechanisms involved in the potential performance alteration. Based on the mere effort predictions (Jamieson & Harkins, 2007) and previous research conducted in other populations (e.g., Deshayes, Clément-Guillotin et al., 2019 ; Deshayes, Zory et al., 2019 ; Deshayes, Zory et al., *in press* ; Huber et al., 2016), we predicted a performance increase for the group targeted by the stereotype, as compared to the control group.

Method

Participants and design.

Thirty-four older women between 66 to 85 years of age ($M_{age} = 73.8$; $SD_{age} = 4.86$) were recruited and provided informed consent. Participants were randomly assigned to a negative stereotype or a nullified-stereotype condition for a single session (using a block randomization). Approval of the study protocol was obtained from the ethics committee of the university.

Procedure.

One week prior to the experimental measurement, participants answered the questionnaire, including measurements of subjective age and self-rated health (i.e., baseline measure), for the first time. One week later, they came to the laboratory for a single session. After a quick warm-up, participants performed two maximal voluntary contractions (MVC) on an isokinetic dynamometer. Following this, the endurance protocol was initiated (Figure 1). Specifically, participants were required to maintain a strength corresponding to 30% of their maximal strength as long as possible, based on their initial MVCs. The protocol was stopped when participants were no longer able to maintain the set level for 3 consecutive seconds (i.e., exhaustion time) or when they stopped the task themselves due to exhaustion (i.e., baseline performance measure). Hereafter, two more MVCs were performed (T1). Next, participants had twenty minutes of recovery time, during which they were asked to sit on a chair without moving and had no contact with the experimenter. After recovery, two isometric MVCs were performed. Then, participants were randomly assigned to one of the two conditions. All participants were informed that the study interest was to examine younger and older adults' performances. For individuals in the negative stereotype condition, they were told: "it is widely assumed that the decrease in physical abilities is dependent on age. Consequently, older adults

have been shown to underperform on this test as compared to younger adults”. For participants in the nullified-stereotype condition, they were told that: “the decrease in physical abilities is not dependent on age. Consequently, older and younger adults have been shown to have similar performances on this task”. The stereotype manipulation was followed by the second phase of the experimental protocol, during which participants performed the same endurance protocol as in the baseline measures (i.e., participants had to maintain 30% of their MVC as long as possible, and when finished, performed two maximal contractions) (T2).

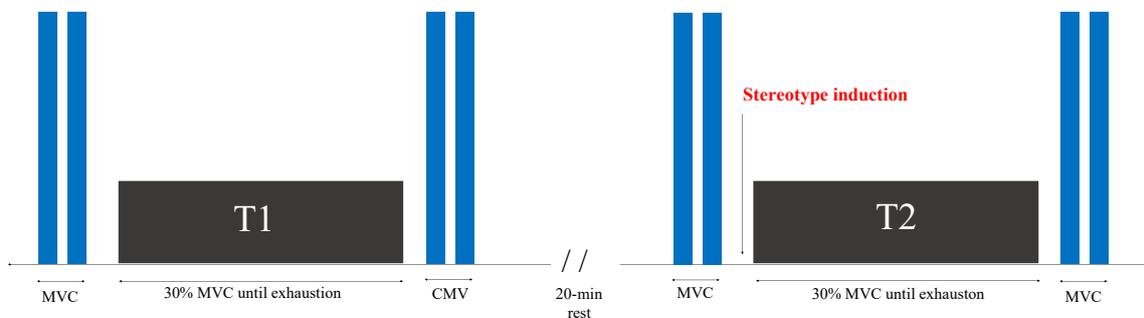


Figure 1. Schematic illustration of the endurance protocol

During the task, participants received visual feedback of force production on a screen, represented by a horizontal line, in order to maintain the level of strength required and no encouragement was given. Finally, they answered the questionnaire a second time to evaluate the effects of the different conditions on subjective age and self-rated health.

Materials and measures.

Performance. Performance was determined by time to exhaustion (the time during which the strength level was maintained, as long as possible). This protocol was performed on an isokinetic dynamometer (Biodex, Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, NY, USA) with a 90° hip angle and a 90° knee angle (with 0° corresponding to the full extension of the knee).

Fatigue. Fatigue was characterized by the difference between pre/post maximal voluntary contractions (Δ MVC). The difference of Δ MVC between T1 and T2 indicated the amount of fatigue induced by the task. This measure was assessed to observe if, in addition to influencing endurance performance, the negative stereotype would impact the level of fatigue induced by the task. In other words, whether or not one group would be more fatigued at the end of the protocol.

Psychological variables.

Subjective age. Subjective age was assessed twice, based on previous research (e.g., Weiss & Lang, 2012). At baseline, participants were asked to indicate the age they feel most of the time, whereas they were asked to indicate the age they feel at the precise moment after the stereotype manipulation. Subjective age was obtained by subtracting chronological age (i.e., assessed at the end of the experimental protocol) to felt age. Positive values indicate the tendency to feel younger and conversely.

Self-rated health. In line with existing research (e.g., Stephan, Chalabaev, Kotter-Grühn, & Jaconelli, 2013), self-rated health was assessed using a single item. At baseline, participants responded to: “as a whole, how do you rate your current health?”, whereas they responded to “at this moment, how do you rate your health?” after the stereotype manipulation. A Likert-type scale ranging from 1 (poor) to 6 (excellent) was used to answer.

Statistics

To evaluate the effect of inducing a negative stereotype on performance (i.e., exhaustion time), fatigue, subjective age and self-rated health, 2 (Condition : negative stereotype condition vs. nullified-stereotype condition) x 2 (Time of measurement : T1 vs. T2) analyses of variance (i.e., ANOVAs) with repeated measures were conducted, with Condition and Time of measurement as within-subject factors. Main effects or interaction effects are considered

significant when $p < .05$. Means and standard deviations for the study variables are presented in Table 1.

Variables	Conditions			
	Negative stereotype toward older condition		Nullified-stereotype condition	
	T1	T2	T1	T2
Exhaustion time (s)	128.25 ± 40.30	122.05 ± 55.12#	159.30 ± 81.0	133.96 ± 73.24#
Fatigue (%)	18.93 ± 19.96	18.18 ± 8.47	21.50 ± 8.20	22.03 ± 21.41
Subjective age (Chronological - Felt age)	7.11 ± 5.73	4.12 ± 4.72*	8.88 ± 7.50	12.65 ± 16.86
Self-rated health	4.06 ± 0.90	4.12 ± 0.60	4.41 ± 0.80	4.41 ± 0.92

Table 1. Means (± standard deviations) for the dependent variables

* $p < .05$ for test of difference for subjective age between T1 and T2

$p < .05$ for test of difference for exhaustion time between T1 and T2

Results

Performance. Concerning time to exhaustion, results showed only a Time of measurement effect ($F(1, 31) = 7.1, p = .01, \eta^2 = .19$) revealing that time to exhaustion was longer at T1 ($M = 143.30; SD = 64.29$) than at T2 ($M = 127.83; SD = 63.80$). There was no Condition main effect ($F(1, 31) = 1.0, p = .32, \eta^2 = .03$), as well as no Condition x Time of measurement interaction effect ($F(1, 31) = 2.6, p = .12, \eta^2 = .08$; see Figure 2).

Fatigue. For fatigue, analyses revealed no significant Condition main effect ($F(1, 31) = 1.01, p = .32, \eta^2 = .03$), Time of measurement effect ($F(1, 31) < 0.1, p = .98, \eta^2 < .01$), as well as no Condition x Time of measurement interaction effect ($F(1, 31) = 0.02, p = .88, \eta^2 < .01$).

Subjective age. Results showed no Condition main effect ($F(1, 31) = 1.7, p = .21, \eta^2 = .05$), no Time of measurement main effect ($F(1, 31) = 1.2, p = .28, \eta^2 = .04$) but a Condition x Time of measurement interaction effect ($F(1, 31) = 4.4, p = .05, \eta^2 = .13$). For negative stereotype

participants, the difference between chronological age and subjective age was shorter after the negative stereotype was induced ($M = 4.12$; $SD = 4.72$) than at baseline ($M = 7.12$; $SD = 5.73$). In other words, participants in the negative stereotype condition felt older after the stereotype manipulation than during baseline measurement, whereas no significant difference between the baseline measure and post stereotype manipulation was observed for participants in the nullified-stereotype condition (see Figure 3).

Self-rated health. Analyses revealed no significant Condition main effect ($F(1, 31) = 1.0$, $p = .33$, $\eta^2 = .03$), Time of measurement effect ($F(1, 31) = 0.14$, $p = .71$, $\eta^2 < .01$), as well as no Condition x Time of measurement interaction effect ($F(1, 31) = 0.01$, $p = .92$, $\eta^2 < .01$).

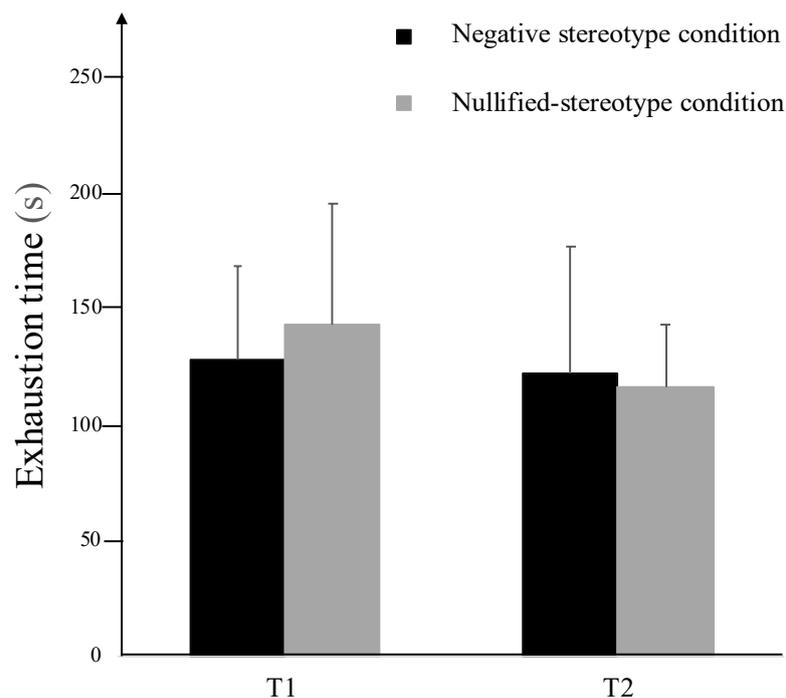


Figure 2. Difference of exhaustion time between T1 and T2 according the two conditions
Data are expressed in seconds.

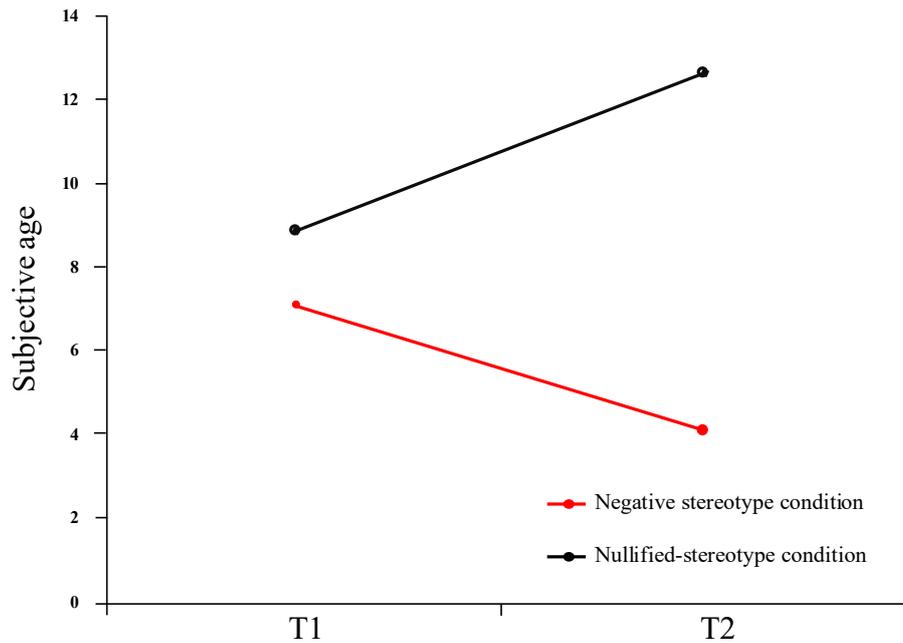


Figure 3. Difference of subjective age (chronological age – felt age) between T1 and T2 according to the two conditions. Data are expressed in years

Discussion

The aim of this study was to examine the effect of inducing a negative stereotype toward old adults on older adults' performance during an endurance task as well as on subjective age and self-rated health. No significant differences with regard to the endurance performance (i.e., exhaustion time) and self-rated health were observed between the two experimental groups. Nevertheless, participants in the negative stereotype condition felt older than participants in the nullified-stereotype condition after the negative stereotype was induced.

Effect of a negative aging stereotype on physical performance

In the literature, the effect of negative stereotypes on older adults' performance is debated. Some studies observed a negative effect of these stereotypes on performance (e.g., Swift et al., 2012), where other studies found no differences (e.g., Marquet et al., 2018). In the present research, the main objective was to examine if the positive effect of inducing a negative

stereotype, observed and replicated in another stereotyped group during non-technical tasks, could be generalized in older adults. Interestingly, no significant differences between the two groups were observed in the present study. In other words, inducing negative aging stereotypes had no effects on physical performance during an endurance task. When taking a more in depth look at previous studies conducted, some could have intentionally tested the mere effort account (e.g., Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018). For example, Marquet et al. (2018) and Horton et al. (2010) investigated the effect of inducing a negative stereotype on a handgrip strength task. This type of task, similar to the endurance task used in the present research, is non-technical. As postulated by the mere effort account, they should have observed a positive effect of inducing a negative aging stereotype. However, they found no significant differences between the different groups (i.e., negative stereotype versus control group). While the explanation provided by the mere effort account seems plausible when investigating sex stereotypes, it appears, in its present form, not to explain the effect of aging stereotypes.

In addition, most tasks used to examine the effect of aging stereotypes in the motor domain can be considered as maximal effort task (i.e., maximal strength tasks ; Marquet et al., 2018 ; maximal standing balance tasks ; Chiviacowski et al., 2018). The mere effort account questions the level of difficulty of the task (Huber et al., 2016), presumed to be a moderator of stereotype threat effects (e.g., O'Brien & Crandall, 2003). According to the mere effort account, the effects of stereotypes (i.e., positive and negative) could be observed during difficult tasks and easy tasks, depending on the quality of the prepotent response. However, as no differences were observed during maximal effort tasks, it could be interesting to test in depth this affirmation with an investigation of inducing negative aging stereotypes on performance during a task with different levels of difficulty. One good way to modify the level of difficulty of a physical task is to vary its intensity by using a perceived effort scale (e.g., Borg, 1998). This question also deserves attention because daily tasks are not necessarily maximal (e.g., grip a

bottle) and investigating how older adults would react to a negative stereotype during this type of task is of interest for better aging.

Effect of a negative aging stereotype on subjective age.

Inducing the negative aging stereotype did not influence physical performance in the present research. This does not mean that this stereotype has no detrimental effects. Indeed, in the present research we observed that participants felt older than their non-stereotyped counterparts. Specifically, older adults felt approximately 6% older after the the negative stereotype was induced compared to baseline measures (i.e., no difference in felt age concerning participants in the nullified-stereotype condition). This result is consistent with Marquet et al.'s (2018) results which showed that, individuals felt older when a negative aging stereotype was induced than individuals in the control condition. This result strengthens previous research showing that psychological or psychosocial factors can modify participants' subjective age (e.g., Eibach, Mock, & Courtney, 2010; Stephan et al., 2013). In the literature, feeling older has been shown to be linked with maladaptive effects including reduced walking speed (Stephan et al., 2015), an increase in the risk of hospitalization (Stephan et al., 2016) or even an increase of mortality (Kotter-Grühn, Kleinspehn-Ammerlahn, Gerstorf & Smith, 2009). In daily life, many stimuli can implicitly induce stereotypes, such as seeing a wheelchair or a cane (Moriello, Cotter, Shook, Dodd-McCue and Welleford, 2013). Consequently, a permanent exposition to these stereotypes may induce a permanent older subjective age, accompanied by all the detrimental effects on health. It therefore seems necessary to develop some strategies to reduce this subjective age. For example, giving positive feedback regarding older adults' performance led to a decrease in subjective age with an increase in performance (Stephan et al., 2013). Also, it could be interesting to provide evidence to older adults that their performance may be identical, or even better than that of younger adults on some physical tasks. For

example, Bilodeau, Erb, Nichols, Joiner, and Weeks (2000) found that older adults were able to maintain a muscular endurance task longer than younger participants. These strategies may reduce negative stereotypes toward older adults and consequently, their older subjective age.

Limitations and future directions.

Despite the interesting results, the current study presents some limitations. Even if our sample was based on previous studies investigating the effect of negative aging stereotypes on motor performance (e.g., Chiviowski et al., 2018; Swift et al., 2012), increasing the sample size could allow to detect smaller effects. Also, no significant effect on self-rated health was observed. Even if the single item was used in previous research (e.g., Stephan et al., 2013), it is probable that it was not specific enough and it would be interesting to use more items in future research and separate, for example, mental and physical health (e.g., Marquet et al., 2018). Finally, in addition to the mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007), another model attempted to explain the effect of stereotypes on physical performance: the integrated process model (Schmader, Johns, & Forbes, 2008). This model suggests that when a negative stereotype is induced, targeted individuals are likely to isolate and focus on specific components of task execution. Participants then performed the task step by step, instead of automatically, increasing the probability of making errors, leading to performance impairment. While this explanation seems not to be applicable to the task used in this study (i.e., only one component of task execution during non-technical tasks), it was not tested during physical tasks when examining the effects of aging stereotypes. This question deserves more attention in future research to potentially give more in depth explanations of how negative aging stereotypes operate in the physical domain.

Conclusion.

The present research examined the influence of inducing a negative aging stereotype on older adults' endurance performance and their subjective age and self-rated health. Results showed that inducing the negative stereotype did not influence participants' endurance, contrary to what would be expected based on the stereotype threat model (i.e., performance decrease ; Steele, 1997) but also contrary to mere effort account predictions (i.e., performance increase during non-technical tasks ; Jamieson & Harkins, 2007). The effect of aging stereotypes appeared to impact older adults' performances differently than other stereotyped groups (for a meta-analysis concerning the effect of sex stereotypes on physical performance, see Gentile et al., 2018). The effect of aging stereotypes in the physical domain could consequently be "group-dependent". However, even if no performance alteration was observed after the negative stereotype was induced, participants felt older. As a poorer subjective age has been shown to influence health outcomes, it seems essential to develop strategies to counter this stereotype threat effect on subjective age.

References

- Bilodeau, M., Erb, M. D., Nichols, J. M., Joiner K. L., & Weeks, J. B. (2001). Fatigue of elbow flexor muscles in younger and older adults. *Muscle & Nerve*, 24, 98-106. doi: 10.1002/1097-4598(200101)24:1<98::AID-MUS11>3.0.CO;2-D
- Chiviackowki, S., Cardozo, P. L., & Chalabaev, A. (2018). Age stereotypes' effect on motor learning in older adults: the impact may not be immediate, but instead delayed. *Psychology of Sport & Exercise*, 36, 209-212. doi: 10.1016/j.psychsport.2018.02.012
- Clément-Guillotin, C., & Fontayne, P. (2011). Situational malleability of gender schema: The case of the competitive sport context. *Sex Roles*, 64, 426-439.

doi:10.1007/s11199-010-9912-1

Cuddy, A. J. C., Fiske, S. T., & Glick, P. (2008). Warmth and competence as universal dimensions of social perception: The stereotype content model and the BIAS map. In M. P. Zanna (Vol. Ed.), *Advances in experimental social psychology: Vol. 40*, (pp. 61– 149). New York, NY: Academic Press.

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., & Zory, R. (2019). “Men are better than women!”: the positive effect of a negative stereotype toward women. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 41*, 242-250. doi: 10.1123/jsep.2018-0213

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (2019). Can stereotype threat increase women’s performance? The case of a fatiguing task. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. doi: 10.1037/spy0000190

Deshayes, M., Zory, R., Seitchik, A. E., Chalabaev, A., & Clément-Guillotin, C. (in press). Can the stereotype threat and lift phenomenon be applicable to a muscular endurance task? *Research Quarterly for Exercise and Sport*.

Gentile, A., Boca, S., & Giammusso, I. (2018). “You play like a woman!” Effects of gender stereotype threat on women’s performance in physical and sport activities: a meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise, 39*, 93-103. doi: 10.1016/j.psychsport.2018.07.013

Horton, S., Baker, J., Pearce, W., & Deakin, J. M. (2010). Immunity to popular stereotypes of ageing? Seniors and stereotype threat. *Educational Gerontology, 36*, 353-371. doi: 10.1080/03601270903323976

Huber, M. E., Brown, A. J., & Sternad, D. (2016). Girls can play ball: Stereotype threat reduces variability in a motor skill. *Acta Psychologica, 169*, 79-87. doi: 10.1016/j.actpsy.2016.05.010

Huber, M. E., Seitchik, A. E., Brown, A. J., Sternad, D., & Harkins, S. G. (2015). The effect of stereotype threat on performance of a rhythmic motor skill. *Journal of Experimental*

Psychology: Human Perception and Performance, 41, 525-541. doi: 10.1037/xhp0000039

Hummert, M. L. (1990). Multiple stereotypes of elderly and young adults: a comparison of structure and evaluations. *Psychology and Aging*, 5, 182-193. doi: 10.1037/0882-7974.5.2.182

Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93, 544-564. doi: 10.1037/0022-3514.93.4.544

Kotter-Grühn, D., Kleinspehn-Ammerlahn, A., Gerstorf, D., & Smith, J. (2009). Self-perceptions of aging predict mortality and change with approaching death: 16-year longitudinal results from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging*, 24, 654-667. doi: 10.1037/a0016510

Levy, B. R. (2009). Stereotype embodiment a psychosocial approach to aging. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 332-336. doi : 10.1111/j.1467-8721.2009.01662.x

Lamont, R. A., Swift, H. J., & Abrams, D. (2015). A review and meta-analysis of age-based stereotype threat: Negative stereotypes, not facts, do the damage. *Psychology and Aging*, 30, 180-193. doi: 10.1037/a0038586

Marquet, M., Boutayamou, M., Schwartz, C., Locquet, M., Bruyère, O., Croisier, J-L., & Adam, S. (2018). Does negative information about aging influence older adults' physical performance and subjective age? *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 78, 181-189. doi: 10.1016/j.archger.2018.06.013

Milanovic, Z., Pantelic, S., Trajkovic, Sporiš, G., Kostic, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 549-546. doi: 10.2147/CIA.S44112

Moriello, G., Cotter, J. J., Shook, N., Dodd-McCue, D., & Welleford, E. A. (2013). The effect of implicit stereotypes on the physical performance of older adults. *Educational*

Gerontology, 39, 599-612. doi: 10.1080/03601277.2012.704241

O'Brien, L.T., & Crandall, C.S. (2003). Stereotype threat and arousal: Effects on women's math performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29, 782-789. doi:10.1177/0146167203029006010

Sargent-Cox, K. A., Anstey, K. J., & Luszcz, M. A. (2012). The relationship between change in self-perceptions of aging and physical functioning in older adults. *Psychology and Aging*, 27, 750-760. doi: 10.1037/a0027578

Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, 115, 336-356. doi: 10.1037/0033-295X.115.2.336

Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *The American Psychologist*, 52, 613-629. doi : 10.1037/0003-066X.52.6.613

Stephan, Y., Chalabaev, A., Kotter-Grühn, D., & Jaconelli, A. (2013). "Feeling younger, being stronger": An experimental study of subjective age and physical functioning among older adults. *Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 68, 1-7. doi : 10.1093/geronb/gbs037

Stephan, Y., Sutin, A. R., and Terracciano, A. (2015). "Feeling younger, walking faster": subjective age and walking speed in older adults. *Age*, 37: 86. doi: 10.1007/s11357-015-9830-9

Stephan, Y., Sutin, A. R., and Terracciano, A. (2016). Feeling older and risk of hospitalization: evidence from three longitudinal cohorts. *Health Psychology*, 35, 634-637. doi: 10.1037/hea0000335

Swift, H. J., Lamont, R. A., & Abrams, D. (2012). Are they half as strong as they used to be? An experiment testing whether age-related social comparisons impair older people's hand grip strength and persistence. *BMJ Open*, 2, e001064. doi : 10.1136/bmjopen-2012-

001064

Weiss, D., & Lang, F. R. (2012). “They” are old but “I” feel younger: Age-group dissociation as a self-protective strategy in old age. *Psychology and Aging, 27*, 153-163. doi : 10.1037/a0024887

Westerhof, G. J., and Barrett, A. E. (2005). Age identity and subjective well-being: a comparison of the United States and Germany. *The Journal of Gerontology : Series B. Psychological Sciences and Social Sciences, 60*, 129-136. doi : 10.1093/geronb/60.3.s129

5.3. SYNTHÈSE

L'objectif de l'étude 5 était de tester l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge sur la performance des seniors lors d'une tâche d'endurance non-technique et, par conséquent, la réplication des effets observés chez les femmes auprès des seniors. Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas de différence de performance entre les participantes assignées à la condition où un stéréotype négatif lié à l'âge était induit et les participantes assignées à la condition où une information contre-stéréotypique était induite. Ce résultat, en inadéquation avec les résultats observés dans les études 1, 2, 3 et 4, révèle un effet différent des stéréotypes (sexués et liés à l'âge) sur la performance physique et sportive des différentes populations (i.e., effet groupe-dépendant). Il met également en lumière l'inapplicabilité, en l'état, du modèle du simple effort dans l'explication des effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique des seniors. Ce modèle pourrait nécessiter des précisions afin de pouvoir davantage éclairer les effets de ces stéréotypes sur la performance physique et sportive des seniors.

Un des modérateurs remis en question par le modèle du simple effort est la difficulté de la tâche (Huber et al., 2016)⁵⁰. Cette hypothèse n'a toutefois pas été testée chez les seniors. En effet, la quasi-totalité des tâches utilisées dans le cadre de l'exploration des stéréotypes liés à l'avancée en âge sur la performance physique et sportive des seniors représente des tâches où une performance maximale est demandée (e.g., maintenir un niveau de force le plus longtemps possible ; étude 5 ; réaliser une tâche d'équilibre difficile le plus longtemps possible : Chiviowski et al., 2018 ; développer la plus grande force possible : Marquet et al., 2018). Investiguer l'effet des stéréotypes liés à l'âge sur la performance lors de tâches sous-maximales

⁵⁰ Pour rappel, le modèle du simple effort suggère qu'on peut aussi bien observer des effets positifs sur des tâches difficiles que sur des tâches faciles si la réponse dominante est correcte (Jamieson & Harkins, 2007).

permettrait de tester si, comme le précise le modèle du simple effort, le niveau de difficulté n'influence pas les effets des stéréotypes. Cette hypothèse sera testée dans l'étude 6.

ETUDE 6

Does the effect of stereotypes in older people depend upon task intensity?

Cet article a été soumis dans la revue *Sport, Exercise, and Performance Psychology*.

Deshayes, M., Zory, R., Radel, R., & Clément-Guillotin, C. Does the effect of stereotypes in older people depend upon task intensity? *Soumis*

6.1. PRESENTATION DE L'ETUDE

Au travers de l'étude 5, le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) est apparu comme incomplet pour expliquer les effets des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif. Comme mentionné, le modèle du simple effort remet en question un des modérateurs majeurs de la menace du stéréotype : le niveau de difficulté de la tâche. Selon lui, les effets pourraient tout aussi bien être observés lors de tâches faciles que difficiles et seraient plutôt dépendants de la qualité de la réponse dominante. Cependant, en utilisant une tâche maximale (i.e., maintien d'un niveau de force le plus longtemps possible) où la réponse était censée être correcte, aucune amélioration n'a été observée dans l'étude 5. Par conséquent, il était intéressant de tester l'effet des stéréotypes liés à l'âge sur une même tâche en faisant varier son intensité, et donc son niveau de difficulté (Borg, 1998 ; Pageaux, 2016). Cela permettrait de valider ou réfuter les prédictions du modèle du simple effort quant à la faible importance du niveau de difficulté de la tâche dans l'observation des effets des stéréotypes (Huber et al., 2016). L'investigation de tâches à différentes intensités nécessite également une attention particulière car les tâches de la vie courante sont majoritairement sous-maximales et reflètent, par conséquent, mieux les activités quotidiennes.

Un moyen simple et efficace dans le domaine physique de modifier l'intensité d'un effort, et donc sa difficulté, est d'utiliser une échelle d'effort (Borg, 1998). Plutôt que de demander aux participant.e.s de développer un niveau de force spécifique (e.g., 70% de sa force maximale), il leur est demandé de développer un effort basé sur leur perception d'effort (e.g., échelon 7 sur l'échelle 0-10 de Borg, 1998), permettant notamment d'observer un indicateur de performance (i.e., force développée). Se baser sur la perception de l'effort pour définir l'intensité d'un effort permet également de faire varier l'intensité de la tâche et donc le niveau de difficulté de « aucun effort » à « effort maximal » (Borg, 1998).

Bien que les seniors soient sujet.te.s à de nombreux stéréotypes négatifs, ils/elles font également face à des stéréotypes positifs (e.g., Hummert, 1990). Exposer les seniors à des stéréotypes positifs à leur égard peut entraîner une amélioration de la performance des seniors (e.g., Swift et al., 2013). Cependant, aucune étude ne s'est intéressée à l'induction de stéréotypes positifs sur la performance physique et sportive des seniors.

L'objectif de l'étude 6 était, par conséquent, d'investiguer les effets des stéréotypes (positif et négatif) liés à l'âge sur la force produite des seniors à différentes intensités perçues. Pour cela, les participantes ont réalisé des contractions musculaires à des intensités perçues comme « faciles » (i.e., RPE 3), « moyennes » (i.e., RPE 5), « difficiles » (i.e., RPE 7), et « très difficiles » (i.e., RPE 9). Sur la base des prédictions du modèle du simple effort (Huber et al., 2016) suggérant que le niveau de difficulté de la tâche n'influence pas l'effet des stéréotypes négatif sur la performance, et des résultats de l'étude 5, nous avons suggéré que l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des seniors n'affecterait pas la performance des seniors, et ce à chaque intensité perçue. Cependant, une amélioration de la performance était attendue après l'induction d'un stéréotype positif lié à l'âge.

6.2. L'ETUDE

Introduction

Physical decline is often observed with increasing age (e.g., Milanović et al., 2013) and is considered to be an inevitable biological process. However, some researchers have suggested that aging stereotypes (i.e., shared beliefs concerning older adults) may also play, in addition to this biological process, an important role in this performance reduction (e.g., Levy, 2009). These age-based stereotypes are mainly negative (e.g., Cuddy, Fiske, & Glick, 2008 ; Hummert, 1990) and have been shown to affect performance through both the internalization theory (Levy, 2009) and the stereotype threat theory (Steele, 1997). The aim of the present study was to investigate the effect of exposure to aging stereotypes on older physical performance, during a strength grip task.

Previous work has shown that aging stereotypes may impact behaviours or performances according to the stereotype internalization theory (Levy, 2009). This theory suggests that aging stereotypes are internalized at a young age, then become self-stereotypes that are in turn activated and subsequently affect behaviours or performances (Levy, 2009). For example, Sargent-Cox, Anstey, and Luszcz (2012) showed that individuals who had positive self-perceptions of aging had better physical functioning over a 16-year period (see also Levy & Myers, 2004 ; Levy, Slade, & Kasl, 2002). An alternative theory, called stereotype threat (Steele, 1997), posits that individuals do not need to have internalized aging stereotypes to be impacted by them. Indeed, when a stereotype is introduced in evaluative contexts, individuals may fear confirming that stereotype, which could in turn negatively impact their performance (Steele, 1997).

Most studies evaluating the effect of stereotype threat on performance have focused on cognitive tasks. They have mostly observed that memory or cognitive performances are impaired after exposure to a negative aging stereotype (for reviews, see Horton, Baker, &

Deakin, 2007 ; Lamont, Swift, & Abrams, 2015), confirming that aging stereotypes can influence the performance of older adults when introduced in a situation where a stereotype exists. However, very few studies have investigated these effects on physical performance. To our knowledge, only four have been conducted thus far (Chiviacowski, Cardozo, & Chalabaev, 2018 ; Horton, Baker, Pearce, & Deakin, 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift, Lamont, & Abrams, 2012), and the results have been inconsistent. In the Swift et al. (2012) study, old participants' maximal strength was reduced after exposure to a negative condition toward older adults. Similarly, during a balance task, Chiviacowski et al. (2018) showed that participants performed worse following a negative aging stereotype, compared to when no stereotype was included, but only the day after the exposure to the stereotype. Conversely, using three tasks (e.g., walking speed) and seven tasks (e.g., grip strength), respectively, Horton et al. (2010) and Marquet et al. (2018) did not find any significant difference in physical older adults' performance following a negative stereotype that was targeted toward them. Therefore, more research is needed to understand the effect of negative aging stereotypes.

Most tasks used to investigate the effect of negative aging stereotypes on older adults' physical performance can be considered to be maximal. For example, Horton et al. (2010) and Marquet et al. (2018) observed the effect of a negative stereotype on maximal strength, and Chiviacowski et al. (2018) observed this effect during a maximal and difficult balance task. Previous studies on stereotype threat found that the level of task difficulty could modulate the effect of negative stereotypes on performance (Neuville & Croizet, 2007 ; O'Brien & Crandall, 2003). For example, O'Brien and Crandall (2003) found that during an easy math task, participants improved their performances when exposed to a negative stereotype, while a decrease in performance was observed when the task was difficult. However, the level of task difficulty has been recently called into question (Huber, Brown, & Sternad, 2016 ; Jamieson & Harkins, 2007). For example, the mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007) suggests that

a stereotype threat effect could be observed during difficult tasks, but also during easy tasks (see for example, Huber et al., 2016; Huber, Seitchik, Brown, Sternad, & Harkins, 2015) and that the level of difficulty is not a moderator of the stereotype threat theory. However, this hypothesis was not tested for aging stereotypes. This question also deserves attention because daily activities are most frequently submaximal. Consequently, observing how participants would react to a negative stereotype during a submaximal task is necessary.

One good way to modify the level of difficulty of a physical task is to vary its intensity by employing an effort scale (e.g., Borg, 1998). Instead of asking participants to demonstrate a specific strength (e.g., 70% of maximal strength), they were requested to develop an effort corresponding to a perceived effort (e.g., 7 on a 0-10 points scale, Borg, 1998), allowing for an assessable performance indicator (i.e., strength produced). It also allows one to modulate the intensity of the same task and thus its difficulty from “no effort” to “maximal effort” (Borg, 1998).

Even if negative stereotypes prevail when considering older adults, positive stereotypes also exist (e.g., Hummert, 1990). In the cognitive domain, exposure to an explicit positive stereotype toward older people has been shown to increase older adults’ performance (e.g., Swift, Abrams, & Marques, 2013). However, to our knowledge, no studies have investigated the effect of an explicit positive stereotype toward older adults (i.e., where they are represented as being better than younger adults) on physical performance, probably because there is no positive stereotype concerning the physical abilities of older adults. Consequently, a positive stereotype based on older peoples’ experience (i.e., where they are represented as being better than younger adults, Hummert, 1990) was adapted to the task in order to observe the effect of a positive aging stereotype on physical performance.

Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of both positive and negative aging stereotypes on older adults’ physical performance during a strength grip task.

This task was chosen because grip strength has been shown to be a good index of the degree of individual capability in daily life (Bohannon, Peolsson, Massy-Westropp, Desrosiers, & Bear-Lehman, 2006). Specifically, we tested these effects on four different submaximal tasks from “low effort” to “very strong effort”. Based on previous studies in which no stereotype threat effect was observed on a strength task similar to the one used in the present study (Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018), we predicted that exposure to a negative aging stereotype would not influence older adults’ performance, at all levels of difficulty. Finally, we suggested that exposure to a positive aging stereotype would increase older adults’ performance.

Materials and methods

Participants and design.

Fifty elderly women, who were members of a senior sports club, ranging in age from 67 to 95 years old ($M_{age} = 73.6$, $SD_{age} = 6.8$) were recruited. Previous stereotype studies in sport psychology have usually been conducted with similar samples (e.g., Chalabaev et al., 2013 ; Hermann & Vollmeyer, 2016), especially for aging stereotype studies in the physical domain (e.g., Chiviacowski et al., 2018 ; Swift et al., 2012). They were directly contacted during their sports class. The exclusion criteria included: less than 60 years old, any bone, muscle or tendon trauma of the upper limbs (e.g., osteoarthritis). All participants provided informed consent. They were randomly assigned to a positive stereotype ($N = 17$), a negative stereotype ($N = 17$) or a control condition ($N = 16$) for a single session (using a block randomization). The study lasted approximately 60 minutes. Institutional approval of the study protocol was obtained.

Materials and measures

Strength grip. Strength was measured with a MicroFET 4 dynamometer (Hoggan Health Industries, West Jordan, UT). This dynamometer was configured for wireless operation with a

USB receiver connected to a computer. The position of the participants was standardized: they were seated on a chair, with their dominant shoulder adducted and neutrally rotated. The elbow angle was fixed at 90° and the forearm and the wrist were in a neutral position. Each contraction lasted 5 seconds. For the first 2 seconds, participants had to gradually reach the expected level of strength and for the last 3 seconds, they had to maintain this level. Consequently, only the last 3 seconds of the contraction were analysed.

RPE scale. The intensity of the contraction was based on the perceived effort measured with the Borg's CR10 scale (Borg, 1998). This scale was composed of 11 points from 0 corresponding to "no effort" to 10 corresponding to "maximal effort". During the session, participants were asked to perform contractions at 4 different levels of this scale (3, 5, 7 and 9). Instead of asking participants to develop a required strength (e.g., 30% of their maximal strength), we asked them to develop strength corresponding to a degree of perceived effort (e.g., a rating of 3 on the 0 to 10-point effort scale, corresponding to "low" effort). This allows us to modulate the intensity of exercise for the same task. This task, based on the perceived effort, was also chosen because it has already been proven to be affected by many factors such as motivational factors (e.g., Blanchfield, Hardy, de Morree, Staiano, & Marcora, 2014) and stereotypes (e.g., Deshayes, Clément-Guillotin, & Zory, 2019) in other populations. Before the beginning of the task, the scale and its graduation were explained in detail to participants. The protocol began only when the familiarization was successful such that participants were able to differentiate each level of the scale.

Procedure

The session was split in two periods separated by a recovery time. Participants were randomly assigned to one of the three conditions: (1) a positive stereotype condition ($N = 17$), (2) a negative stereotype condition ($N = 17$), and (3) a control condition ($N = 16$).

After some familiarization trials, the first experimental time (T1) began. First, maximal strength was determined by performing two maximal voluntary contractions (MVC) with 1 minute of rest between each trial. Participants were required to “squeeze as hard as possible” for 5 seconds. After a 1-minute break, participants were required to perform isometric contractions at the four different submaximal effort levels. They were asked to perform two voluntary isometric contractions that produced a level of muscular effort that corresponded to a rating of 3 (i.e., light effort), 5 (i.e., moderate effort), 7 (i.e., strong effort) and 9 (i.e., very strong effort) with a 1-minute rest between each of the trials. These different efforts were tested in a random order with 1 minute of rest between each trial to avoid any fatigue. Once the participants indicated that they were ready, the experimenter indicated the required effort level and, after a “three, two, one, go” prompt, participants produced the required effort and held it for 5 seconds (the last 3 seconds were used for analyses). Then, participants had a 5-minute break while they stayed seated on the chair with no contact with the experimenter.

After this break, the second experimental time (T2) began. First, participants performed two more MVC. Then, participants were assigned to one of the 3 conditions: (1) a positive stereotype, (2) a negative stereotype, or (3) a control condition with no stereotype exposure. The treatment was conducted in a private and quiet room, and the experimenter ensured that participants were attentive throughout the exposure. The participants subsequently performed the same protocol as in T1 (Figure 1). Finally, they were thanked and fully debriefed.

Stereotype manipulation

As indicated earlier, the different conditions were induced after the two MVC at T2. Usually, to investigate the effect of a negative stereotype on physical performance, authors outlined differences between two social groups and evoked that one group generally performed better than the other on the task (e.g., Cardozo & Chiviowski, 2015 ; Chalabaev et al., 2013 ; Heidrich & Chiviowski, 2015) and/or pointed out some characteristics that are negatively

stereotyped for one group (e.g., “it is widely assumed that intellectual performance declines with age”; Abrams, Eller, & Bryant, 2006 ; see also Chalabaev, Sarrazin, Stone, & Cury, 2008 ; Stone, Lynch, Sjomeling, & Darley, 1999). To strengthen the effectiveness of the stereotype manipulation, we coupled these two methods.

Specifically, a stereotype-based manipulation was used as well as information about the superiority of one group as compared to the other (according to the conditions). In the negative stereotype condition, participants were told: “We are going to investigate differences between young adults and old people. As age increases, people become weaker and frail. This weakness typically leads to reduced effort control. Consequently, older adults generally perform worse than young adults in this kind of task”. In the positive stereotype condition, all participants were told: “We are going to investigate differences between young adults and old adults. As age increases, people gain more experience. This increased experience typically leads to improved effort control. Consequently, older adults generally perform better than young adults in this kind of task”. This speech was based on Hummert’s (1990) study which referenced weakness and frailty as negative stereotypes and experience as a positive stereotype for old people. Finally, for the control condition, nothing was said to the participants.

Data Analysis

Rather than averaging the contraction data for each intensity, which results in a loss of information (Speelman & McGann, 2013), each contraction was analysed using a mixed model approach. For each intensity (RPE 3, 5, 7, and 9), distribution of strength was positively skewed. To accommodate this skewed distribution of strength, a general linear mixed model (GLMM) was used by modelling strength data with a gamma function and a log link that is typically adapted for positive data that have an asymmetry in the largest values (Myers & Montgomery, 1997). A random intercept effect structured by participants was included to control for the non-independence of the data. The fixed factors of the GLMM were the time of measurement (pre-

induction vs. post-induction), the order of the contraction (1 vs. 2; representing the two contractions performed for each perceived intensity), the condition (negative stereotype vs. positive stereotype vs. control), and all interactions between these factors. To account for the nested structure of the data (each measurement sample nested within a measure and each measure nested within a same individual), we included a random effect structured by participant and a random effect structured by measure by participants. Means and standard deviations for the study variables are presented in Table 1.

Variables	Conditions					
	Positive stereotype		Negative stereotype		Control	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
RPE 3 (kg)	1.3 ± 0.9	1.9 ± 1.1*	1.5 ± 0.6	1.9 ± 0.8*	1.5 ± 0.7	1.6 ± 0.9
RPE 5 (kg)	2.0 ± 0.9	2.5 ± 1.1	2.1 ± 0.9	2.4 ± 1.0	1.9 ± 1.2	2.1 ± 1.0
RPE 7 (kg)	2.7 ± 1.1	3.4 ± 1.4*	3.1 ± 1.1	3.3 ± 1.4*	2.8 ± 1.0	3.0 ± 1.3
RPE 9 (kg)	3.8 ± 1.3	4.0 ± 1.1	3.8 ± 1.4	4.2 ± 1.7	3.6 ± 1.3	3.9 ± 1.4

Table 1. Means (\pm standard deviations) of the dependent variables of the study

Notes. MVC = maximal voluntary contraction; RPE = rate of perceived exertion

* $p < 0.05$ for test of difference between T1 and T2

Results

For RPE 3, the GLMM indicated a significant effect of the time of measurement, with higher strength produced during the post-induction phase ($M = 1.8$; $SD = 0.9$) than during the pre-induction phase ($M = 1.4$; $SD = 0.7$), $F(1, 58821) = 32.68$, $p < 0.001$, $d = 0.71$). While no significant main effect of condition was found, $F(2, 58821) = 0.16$, $p = 0.849$, this factor interacted with the time of measurement, $F(2, 58821) = 5.54$, $p = 0.004$. Specifically, a significant increase of strength was visible in the positive stereotype condition (from $M = 1.3$; $SD = 0.9$ at T1 to $M = 1.9$; $SD = 1.1$ at T2, $p < .001$, $d = 0.93$). In the same way, strength was

higher at T2 ($M = 1.9$; $SD = 0.8$) than at T1 ($M = 1.5$; $SD = 0.6$) ($p < .001$, $d = 0.64$) in the negative stereotype condition. For the control condition, no significant difference emerged between pre- and post-induction ($p = 0.50$) (Figure 2).

Concerning RPE 5, the GLMM revealed no significant main effect of the condition ($F(2, 59671) = 1.03$, $p = 0.36$) and no condition x time of measurement interaction effect ($F(2, 59671) = 0.88$, $p = 0.41$). A significant difference for the time of measurement was found, $F(1, 59671) = 34.57$, $p < 0.001$, $d = 0.66$, suggesting that participants developed more strength at T2 ($M = 2.3$; $SD = 1.1$) than at T1 ($M = 2.0$; $SD = 1.0$) (Figure 2).

For RPE 7, results showed a significant effect of time of measurement, $F(1, 59373) = 22.68$, $p < 0.001$, $d = 0.69$, revealing that participants developed more strength at T2 ($M = 3.2$; $SD = 1.4$) than at T1 ($M = 2.9$; $SD = 1.1$). There was no significant main effect of condition, $F(2, 59373) = 0.31$, $p = 0.73$. However, an interaction between time of measurement and condition was found, $F(2, 59373) = 4.99$, $p = 0.007$. In the positive stereotype condition, the strength developed was higher at T2 ($M = 3.4$; $SD = 1.4$) than at T1 ($M = 2.7$; $SD = 1.1$) ($p < 0.001$, $d = 0.55$). In the negative stereotype condition, the strength developed was also higher at T2 ($M = 3.3$; $SD = 1.4$) than at T1 ($M = 3.1$; $SD = 1.1$) ($p = 0.04$, $d = 0.35$). No significant difference emerged between pre- and post-control conditions ($p = 0.34$) (Figure 2).

Concerning RPE 9, main analyses indicated no significant main or interaction effects of the condition, $F(2, 59551) = 1.04$, $p = 0.36$, and $F(2, 59551) = 0.59$, $p = 0.56$, respectively. A significant effect of time of measurement was found, $F(1, 59551) = 16.82$, $p < 0.001$, $d = 0.62$. Participants demonstrated greater strength at T2 ($M = 4.0$; $SD = 1.4$) than at T1 ($M = 3.7$; $SD = 1.3$) (Figure 2).

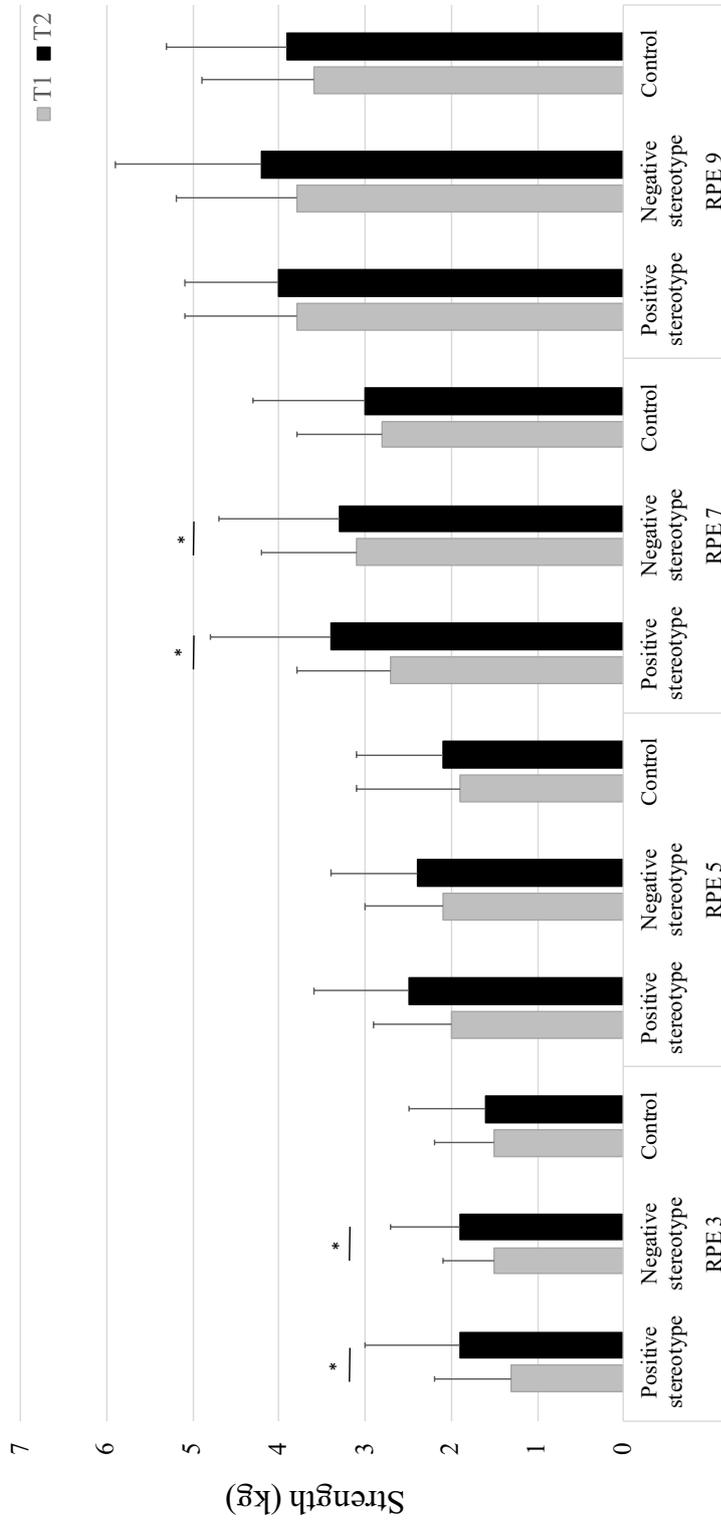


Figure 2. Difference in strength demonstrated at RPE 3, RPE 5, RPE 7 and RPE 9 between T1 and T2 according to the three conditions.

Data are expressed in kilogram. *Significant difference between T1 and T2 ($p < 0.05$)

Discussion

The aim of this study was to examine the effect of the induction of both negative and positive stereotypes on older adults' physical performance at different perceived intensities (i.e., RPE 3, 5, 7, and 9). Based on previous studies (Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018), we initially hypothesized that exposure to a negative stereotype would not influence physical performance, and we predicted a performance increase after the exposure to a positive stereotype. After experiencing either positive or negative stereotypes, participants demonstrated more strength at both RPE 3 (i.e., "light effort") and RPE 7 (i.e., "strong effort") than they had demonstrated before the stereotype manipulation. However, at RPE 5 (i.e., "moderate effort") and at RPE 9 (i.e., "very strong effort"), no significant differences emerged after exposure to the negative or positive stereotype.

Effect of a negative aging stereotype on older adults' physical performance

In the physical domain, four studies have previously tested the effect of negative stereotypes on older adults' physical performance and the results have been inconsistent. Either a decrease in performance or no modification of maximal performance (i.e., maximal strength, maximal standing balance) were observed after the induction of a negative stereotype (Chiviowski et al., 2018 ; Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift et al., 2012). In the present research, the induction of a negative stereotype did not affect strength developed at the highest perceived intensity (i.e., RPE 9). The absence of effect after the induction of the negative stereotype is consistent with the studies of Marquet et al. (2018) and Horton et al. (2018) showing that maximal strength was not affected by negative stereotypes. This outcome could be explained by a delayed effect of the stereotype, which is outlined by Chiviowski et al. (2018). Older adults would react differently than other populations under threat, adopting a prevention-focus approach (i.e., focus on avoiding failure, Popham & Hess, 2015). Adopting this approach can be beneficial in the short term but not in the long term (i.e., due to cognitive

exhaustion, Ståhl, Van Laar, & Ellemers, 2012). Chiviowski et al. (2018) offered further evidence for this assumption by observing no effect after the induction of a negative stereotype, but a negative effect the day after. It could be interesting to replicate this study with an assessment of physical performance the day after the stereotype manipulation to validate this hypothesis.

Interestingly, we also observed that inducing a negative stereotype led to a performance increase at the RPE 3 and RPE 7 perceived intensity levels. Previous studies have shown that the level of task difficulty would moderate the effect of the induction of a negative stereotype (e.g., O'Brien & Crandall, 2003). In line with these studies, we observed that reducing the level of difficulty of the task, by reducing its intensity, led to an increase in threatened participants' physical performance. Consequently, we suggest that, in the physical domain, the effect of a negative aging stereotype is "intensity-dependent". This assumption is strengthened by a recent study observing the same pattern of results, when evaluating the effect of a negative sex stereotype on women's performance (Deshayes et al., 2019). Specifically, they showed that at a submaximal perceived intensity, women developed more power output in a cycling task after the induction of a negative stereotype toward them.

The positive results at submaximal intensities observed in the present research may also be explained by the sample we used. Most previous studies did not control for whether or not their participants perceived the sport domain as important for them. For example, Swift et al. (2012) recruited participants from senior centres and senior's lunches. The literature has clearly shown that only participants who considered the stereotyped domain to be important to them can be affected by the stereotype (e.g., Roberson & Kulik, 2007). Consequently, in the present study, participants were only recruited from a physical activity group. Recent studies have suggested that the level of domain identification could moderate the effect of the negative stereotype (for a review, see Nguyen & Ryan, 2008 ; see also Laurin, 2017 ; Saunders, 2016).

For example, Laurin (2017) found that highly-identified participants were less affected by stereotype threat than moderately-identified participants during a physical task. Also, Saunders (2016) showed that highly-identified participants can increase their performance after exposure to a negative stereotype. As our participants were recruited in a senior sports club, we suggest that they are highly identified with the sport domain, which could explain why a performance increase was observed.

This assumption is strengthened by the fact that the regular practice of a physical activity has been shown to enhance self-efficacy in older people (e.g., Langan & Marotta, 2000). As an increase in self-efficacy has been shown in the literature to increase physical performance (e.g., Hutchinson, Sherman, & Martinovic, 2008), we suggest that a high level of self-efficacy could counter the effect of the negative stereotype during submaximal exercises. Hence, physically older people could perceive the negative stereotypes more as a challenge than a threat (e.g., “I am not worse than younger adults, I can perform better than them!”). More research is needed to further test this hypothesis and explain how this performance increase emerged in a situation of threat.

A final explanation for the positive effect observed after the induction of the negative stereotype during submaximal intensities could be due to the instructions given by the experimenter. In previous studies, experimenters asked participants to try their hardest on the task (e.g., “squeeze the handgrip as hard as possible”, Horton et al., 2010 ; “squeeze this handle as hard as you can, for as long as you can”, Swift et al., 2012). This instruction can induce stress in participants due to a high-performance expectation. It is well established that negative stereotypes can induce a physiological stress response (e.g., increase of systolic/diastolic blood pressure, Levy, Hausdorff, Hencke, & Wei, 2000) and negative thought (Schmader, Johns, & Forbes, 2008), leading to a performance decrease. In the present research, the instructions were different. The experimenter did not ask participants to try their hardest but asked them to

“develop a strength corresponding to [3], [5], [7] or [9] on the effort scale”. This style of instruction may have induced less physiological stress. As it is now well established that following a negative stereotype, participants are motivated to counter that negative stereotype (e.g., Jamieson & Harkins, 2007 ; see also the integrated process model, Schmader et al., 2008), and if they are indeed experiencing less stress, this may explain why they produced more effort after the induction of the negative stereotype.

Effect of a positive aging stereotype on older adults’ physical performance

Concerning the positive stereotype, an increase in performance was observed at submaximal intensities (i.e., RPE 3 and RPE 7) whereas no significant difference was observed at the highest intensity (i.e., RPE 9). The present study is the first to evaluate the effect of exposure to an explicitly positive stereotype (i.e., where older adults are stereotyped more favourably than younger people) on physical performance. In previous studies, it has been shown that to observe a positive effect on performance, the positive stereotype must be linked to a task where this stereotype can be applied (e.g., Levy & Leifheit-Limson, 2009 ; Swift et al., 2013). For example, Swift et al. (2013) found that inducing a positive aging stereotype led to an increase in older adults’ performance on a crossword task, a task for which older people’s ability is favourably stereotyped, but not on a cognitive task where older adults were not positively stereotyped.

In the present research, given that to our knowledge there is no positive stereotype toward older adults (i.e., where they are positively stereotyped, and have better competence, as compared to younger adults) in the physical domain, we adapted a stereotype related to their experience at the task. As the positive stereotype was not perfectly linked to a domain where older adults are positively stereotyped (i.e., strength), this may explain why no significant effect was observed between pre- to post-stereotype manipulation at RPE 9. At maximal intensities, we suggest that producing a “very very strong effort” (i.e., RPE 9) induced low expectations of

older people's performance because the task may be perceived as too difficult, despite the induction of the positive stereotype. However, at lower intensities, as the difficulty of the task decreases, older participants may increase their performance expectance, leading to an increase in demonstrated strength. However, more research is needed to further investigate the mechanisms involved in such performance modification.

Implication for daily life activities

The task used in this study was based on a subjective effort scale. Using subjective effort to prescribe, modulate or regulate exercises is more and more frequently used during physical activity programs (for a review, see Morishita, Yamaushi, Fujisawa, & Domen, 2013), because it makes the training more accessible, simpler and is just as useful as alternative methods. However, it has been shown that older adults tend to overestimate their strength according to the effort scale. In other words, they attained lower levels of strength than expected on the effort scale (e.g., John, Liu, & Gregory, 2009 ; Tiggemann et al., 2010). For example, John et al. (2009) suggested that it was reasonable to expect that asking participants to make an effort corresponding to 5 on a 0-10 point scale would lead to strength production representing approximately 50% of the participant's maximal strength (if 10 represents maximal strength). However, they found that older adults attained only 23% of their maximal strength during an elbow flexion task. If individuals overestimate their strength, and consequently produced less strength than expected, they did not fully stimulate gains from this method. This may significantly impact the ability of older adults to perform daily life activities, which can lead, for example, to increased risks of falls in the elderly. Consequently, it is necessary to develop some strategies to increase the strength developed when using the subjective effort approach, to reduce the gap between the actual effort achieved and the expected effort. Creating a positive context, through for example positive aging stereotypes, seems to be a good way to increase the efficiency of this method, and more generally, the quality of life of the elderly.

Concerning negative stereotypes, even if a positive effect emerged, we do not encourage coaches to use them during adapted interventions. Firstly, given all the studies showing a negative effect after the introduction of a negative stereotype on various tasks, on different populations (for a meta-analysis concerning the effect of sex stereotypes on performance, see Gentile, Boca, & Giammusso, 2018), it seems necessary to replicate this effect before using it. In addition, based on the notion of stereotype threat spill over (e.g., Inzlicht & Kang, 2010), a negative stereotype not only influences performance in the stereotyped domain, but it can also spill over and impact self-control in a diverse array of non-stereotyped domains (e.g., women tend to respond more aggressively after the induction of negative stereotypes toward their supposedly poorer abilities in mathematics).

Limitations and future directions

Despite the interesting results observed in the present study, some limitations apply. Firstly, in contrast to RPE 3 and RPE 7, there was no significant increase of strength produced at RPE 5 following both positive and negative stereotypes, despite the fact that it is also a submaximal intensity. Even if no significant difference emerged, we observed the same effect as those obtained at RPE 3 and RPE 7 as suggested by a moderate to large effect size obtained (i.e., $d = 0.71$) following the positive stereotype and a small to moderate effect size obtained (i.e., $d = 0.32$) following the negative stereotype. The major explanation of this “non-significant” result could be the lack of statistical power. It would thus be interesting to increase the number of participants in future studies to increase the statistical power.

In addition, our sample was only composed of women. In a future study, it would be necessary to observe if men could also improve their performance during a submaximal exercise after exposure to a negative stereotype toward older adults. Also, only seniors affiliated with a senior sports club were recruited. Observing how less active older adults, but who also

identified with the physical domain, would react to both positive and negative stereotypes would be an interesting avenue of research, as a large proportion of the population of older adults is inactive (e.g., Watson et al., 2016).

We investigated the effect of aging stereotypes on older adults. However, it is not yet established how younger adults may be impacted by these stereotypes toward older adults. Based on the stereotype lift phenomenon (Walton & Cohen, 2013), it has been shown that introducing a negative stereotype toward one group not only impacted performance of this group, but also the performance of the non-targeted group. For example, Chalabaev et al. (2013) showed that, after the exposure to a negative stereotype toward women, men's performance was increased during a maximal strength task. To our knowledge, no studies evaluating the effect of a negative stereotype toward older adults on younger adult's performance in the physical domain have been conducted. Finally, even if the stereotype manipulation seems to be effective, as based on previous research, we did not control for its effectiveness. It could be necessary to control the effectiveness of such stereotype manipulation in future studies.

Conclusion

The present study showed that when stereotypes (i.e., positive and negative) were introduced, physically active participants increased their performance in submaximal exercises but performance was not modified at high intensities. This result suggests that the effects of stereotypes could be "intensity-dependent", with a performance increase during submaximal intensities but no modification during maximal tasks. Finally, these findings also have important implications for adapted physical programs for older adults. For many years, fixing the intensity of exercise on the perception of effort has been shown to be a reliable method to regulate the intensity of exercise during a training program (for a review, see Morishita et al., 2013). However, older adults have difficulties in correctly adapting their exertion to an effort

scale (e.g., overestimation, John et al., 2009). The inclusion of positive stereotypes seems to be a good method to increase the strength produced and consequently the benefits from this method, based on effort perception.

References

Abrams, D., Eller, A., & Bryant, J. (2006). An age apart: The effects of intergenerational contact and stereotype threat on performance and intergroup bias. *Psychology and Aging, 21*, 691-702. <http://doi.org/10.1037/0882-7974.21.4.691>

Blanchfield, A. W., Hardy, J., de Morree, H., M., Staiano, W., & Marcora, S. M. (2014). Talking yourself out of exhaustion: the effects of self-talk on endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 46*, 998-1007. <http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000184>

Bohannon, R. W., Peolsson, A., Massy-Westropp, N., Desrosiers, J., & Bear-Lehman, J. (2006). Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy, 92*, 11-15. <http://doi.org/10.1016/j.physio.2005.05.003>

Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human kinetics.

Cardozo, P. L., & Chiviacowski, S. (2015). Overweight stereotype threat negatively impacts the learning of motor of a balance task. *Journal of Motor Learning and Development, 3*, 140-150. <http://doi.org/10.1123/jmld.2015-0015>

Chalabaev, A., Brisswalter, J., Radel, R., Coombes, S. A., Easthope, C., & Clément-Guillotin, C. (2013). Can stereotype threat affect motor performance in the absence of explicit monitoring processes? Evidence using a strength task. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 35*, 211-215. <http://doi.org/10.1123/jsep.35.2.211>

Chalabaev, A., Sarrazin, P., Stone, J., & Cury, F. (2008). Do achievement goals mediate stereotype threat? An investigation on females' soccer performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 30*, 143-158. <http://doi.org/10.1123/jsep.30.2.143>

Chiviackowski, S., Cardozo, P. L., & Chalabaev, A. (2018). Age stereotypes' effect on motor learning in older adults: The impact may not be immediate, but instead delayed. *Psychology of Sport & Exercise, 36*, 209-212. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.02.012>

Cuddy, A. J. C., Fiske, S. T., & Glick, P. (2008). Warmth and competence as universal dimensions of social perception: The stereotype content model and the BIAS map. In M. P. Zanna (Vol. Ed.), *Advances in experimental social psychology: Vol. 40*, (pp. 61-149). New York, NY: Academic Press.

Deshayes, M., Clément-Guillotin, C., & Zory, R. (2019). "Men are better than women!": The positive effect of a negative stereotype toward women. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 41*, 242-250. <http://doi.org/10.1123/jsep.2018-0213>

Gentile, A., Boca, S., & Giammusso, I. (2018). "You play like a woman!" Effects of gender stereotype threat on women's performance in physical and sport activities: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise, 39*, 93-103. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.07.013>

Heidrich, C., & Chiviackowski, S. (2015). Stereotype threat affects the learning of sport motor skills. *Psychology of Sport and Exercise, 18*, 42-46. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.12.002>

Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2016). "Girls should cook, rather than kick!" - Female soccer players under stereotype threat. *Psychology of Sport and Exercise, 26*, 94-101. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.06.010>

Horton, S., Baker, J., & Deakin, J. M. (2007). Stereotypes of aging: their effects on the health of seniors in North American Society. *Educational Gerontology, 33*, 1021-1035. <http://doi.org/10.1080/03601270701700235>

Horton, S., Baker, J., Pearce, W., & Deakin, J. M. (2010). Immunity to popular stereotypes of ageing? Seniors and stereotype threat. *Educational Gerontology, 36*, 353-371. <http://doi.org/10.1080/03601270903323976>

Huber, M. E., Brown, A. J., & Sternad, D. (2016). Girls can play ball: stereotype threat reduces variability in a motor skill. *Acta Psychologica, 169*, 79-87. <http://doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.05.010>

Huber, M. E., Seitchik, A. E., Brown, A. J., Sternad, D., & Harkins, S. G. (2015). The effect of stereotype threat on performance of a rhythmic motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 41*, 525-541. <http://doi.org/10.1037/xhp0000039>

Hummert, M. L. (1990). Multiple stereotypes of elderly and young adults: A comparison of structure and evaluations. *Psychology and Aging, 5*, 182-193. <http://doi.org/10.1037/0882-7974.5.2.182>

Hutchinson, J. C., Sherman, T., Martinovic, N., & Tenenbaum, G. (2008). The effect of manipulated self-efficacy on perceived and sustained effort. *Journal of Applied Sport Psychology, 20*, 457-472. <http://doi.org/10.1080/10413200802351151>

Inzlicht, M., & Kang, S. K. (2010). Stereotype threat spillover: How coping with threats to social identity affects aggression, eating, decision making and attention. *Journal of Personality and Social Psychology, 99*, 467-481. <http://doi.org/10.1037/a0018951>

Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *Journal of Personality and Social Psychology, 93*, 544-564. <http://doi.org/10.1037/0022-3514.93.4.544>

John, E. B., Liu, W., & Gregory, R. W. (2009). Biomechanics of muscular effort: Age-related changes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *41*, 418-425. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181884480>

Langan, M. E., & Marotta, S. A. (2011). Physical activity and perceived self-efficacy in older adults. *Adultspan Journal*, *2*, 29-43. <http://doi.org/10.1002/j.2161-0029.2000.tb00089.x>

Lamont, R. A., Swift, H. J., & Abrams, D. (2015). A review and meta-analysis of age-based stereotype threat: Negative stereotypes, not facts, do the damage. *Psychology and Aging*, *30*, 180-193. <http://doi.org/10.1037/a0038586>

Laurin, R. (2017). Stereotype threat and lift effects on perceived ability and motor task performance of high school physical education students: The moderating role of stereotype endorsement and domain identification. *Movement & Sport Sciences-Science & Motricité*, *95*, 21-30. <http://doi.org/10.1051/sm/2016005>

Levy, B. R. (2009). Stereotype embodiment: A psychosocial approach to aging. *Current Directions in Psychological Science*, *18*, 332-336. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01662.x>

Levy, B. R., Hausdorff, J. M., Hencke, R., & Wei, J. Y. (2000). Reducing cardiovascular stress with positive self-stereotypes of aging. *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *55*, 205-213. <http://doi.org/10.1093/geronb/55.4.p205>

Levy, B. R., & Leifheit-Limson, E. (2009). The stereotype-matching effect: Greater influence on functioning when age stereotypes correspond to outcomes. *Psychology and Aging*, *24*, 230-233. <http://doi.org/10.1037/a0014563>

Levy, B. R., & Myers, L. M. (2004). Preventive health behaviors influenced by self-perceptions of aging. *Preventive Medicine*, *39*, 625-629. <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2004.02.029>

Levy, B. R., Slade, M. D., & Kasl, S. V. (2002). Longitudinal benefit of positive self-perceptions of aging on functional health. *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 57, 409-417. <http://doi.org/10.1093/geronb/57.5.P409>

Marquet, M., Boutaayamou, M., Schwartz, C., Locquet, M., Bruyère, O., Croisier, J-L., & Adam, S. (2018). Does negative information about aging influence older adults' physical performance and subjective age? *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 78, 181-189. <http://doi.org/10.1016/j.archger.2018.06.013>

Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical interventions in aging*, 8, 549–556. <http://doi.org/10.2147/CIA.S44112>

Morishita, S., Yamaushi, S., Fujisawa, C., & Domen, K. (2013). Rating of perceived exertion for quantification of the intensity of resistance exercise. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 1 :172. <http://doi.org/10.4172/2329-9096.1000172>

Myers, R. H., & Montgomery, D. C. (1997). A tutorial on generalized linear models. *Journal of Quality Technology*, 29, 274-291. <http://doi.org/10.1080/00224065.1997.11979769>

Neuville, E., & Croizet, J-C. (2007). Can salience of gender identity impair math performance among 7-8 year old girls? The moderating role of task difficulty. *European Journal of Psychology of Education*, 22, 307-316. <http://doi.org/10.1007/BF03173428>

Nguyen, H. D., & Ryan, A. (2008). Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology*, 93, 1314-1334. <http://doi.org/10.1037/a0012702>

O'Brien, L. T., & Crandall, C. S. (2003). Stereotype threat and arousal: Effects on women's math performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29, 782-789. <http://doi.org/10.1177/0146167203029006010>

Popham, L. E., & Hess, T. M. (2015). Age differences in the underlying mechanisms of stereotype threat effects. *Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 70*, 225–234. <http://doi.org/10.1093/geronb/gbt093>

Roberson, L., & Kulik, C. (2007). Stereotype threat at work. *Academy of Management Perspectives, 21*, 24-40. <http://doi.org/10.5465/AMP.2007.25356510>

Sargent-Cox, K. A., Anstey, K. J., & Luszcz, M. A. (2012). The relationship between change in self-perceptions of aging and physical functioning in older adults. *Psychology and Aging, 27*, 750-760. <http://doi.org/10.1037/a0027578>

Saunders, B. A. (2016). Identification with math boost women's performance on mathematical tasks under stereotype threat. *Journal of Scientific Psychology, 1*, 9-17.

Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review, 115*, 336-356. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336>

Speelman, C. P., & McGann, M. (2013). How mean is the mean? *Frontiers in Psychology, 4*, 451. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00451>

Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *The American Psychologist, 52*, 613-629. <http://doi.org/10.1037/0003-066x.52.6.613>

Ståhl, T., Van Laar, C., & Ellemers, N. (2012). The role of prevention focus under stereotype threat: Initial cognitive mobilization is followed by depletion. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*, 1239-1251. <http://doi.org/10.1037/a0027678>

Stone, J., Lynch, C. I., Sjomeling, M., & Darley, J. M. (1999). Stereotype threat effects on Black and White athletic performance. *Journal of Personality and Social Psychology, 77*, 1213-1227. <http://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1213>

Swift, H. J., Abrams, D., & Marques, S. (2013). Threat or boost? Social comparison

affects older people's performance differently depending on task domain. *Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 68, 23-30. <http://doi.org/10.1093/geronb/gbs044>

Swift, H. J., Lamont, R. A., & Abrams, D. (2012). Are they half as strong as they used to be? An experiment testing whether age-related social comparisons impair older people's hand grip strength and persistence. *BMJ Open*, 2, e001064. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-001064>

Tiggemann, C. L., Korzenowski, A. L., Brentano, M. A., Tartaruga, M. P., Alberton, C. L., & Krueel, L. F. M. (2010). Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2032-2041. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d32e29>

Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2003). Stereotype lift. *Journal of Experimental Social Psychology*, 39, 456-467. [http://doi.org/10.1016/S0022-1031\(03\)00019-2](http://doi.org/10.1016/S0022-1031(03)00019-2)

Watson, K. B., Carlson, S. A., Gunn, J. P., Galuska, D. A., O'Connor, A., Greenlund, K. J., & Fulton, J. E. (2016). Physical inactivity among adults aged 50 years and older - United States, 2014. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 65, 954-958. <http://doi.org/10.15585/mmwr.mm6536a3>

6.3. SYNTHÈSE

L'objectif de l'étude 6 était de déterminer si une variation du niveau d'intensité d'une tâche affectait différemment l'effet de l'induction de stéréotypes. Concernant les stéréotypes négatifs, les résultats ont montré qu'à l'intensité la plus élevée, l'induction du stéréotype n'avait aucun effet sur la performance des participantes. Ce résultat est en accord avec le résultat obtenu dans l'étude 5, et suggère que, lors de tâches maximales, l'induction du stéréotype négatif n'influencerait pas la performance des seniors. Cependant, ce même stéréotype négatif a entraîné une amélioration de la performance des participantes à des intensités sous-maximales, en accord avec les études 2 et 4. Il est alors possible de suggérer que le modèle du simple effort ne puisse s'appliquer qu'uniquement lors de tâches sous-maximales, lors de l'investigation des stéréotypes liés à l'âge, questionnant la remise en question du modèle du simple effort concernant le niveau de difficulté de la tâche (Huber et al., 2016).

Concernant les stéréotypes positifs, une amélioration de la performance a été observée mais uniquement aux intensités sous-maximales. A l'intensité la plus élevée, aucune différence de performance n'a été observée à la suite de l'induction du stéréotype positif. Comme le stéréotype positif n'est pas totalement relié à une tâche où ce stéréotype est susceptible de s'appliquer (i.e., tâche de force), il est alors possible que le stéréotype positif, comme le stéréotype négatif, influence la performance physique et sportive différemment en fonction de l'intensité de la tâche (voir aussi Swift et al., 2013 pour des effets différents en fonction du lien entre le stéréotype et la tâche réalisée).

Bien que le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) semble s'appliquer chez les femmes dans l'exploration des stéréotypes sexués (études 1, 2, 3 et 4), il pourrait s'appliquer chez les seniors, mais seulement sous certaines conditions, conditions qu'il semble nécessaire de définir. Ces résultats mettent tout de même en lumière un effet groupe-dépendant de

l'induction des stéréotypes sur la performance physique et sportive (stéréotypes sexués vs. stéréotypes liés à l'âge).

CHAPITRE 4 :
DISCUSSION GENERALE

L'objectif principal de ce travail doctoral était d'examiner les effets des stéréotypes sexuels et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive lors de tâches d'endurance non-techniques. Après avoir été largement répliqué dans le domaine cognitif chez les femmes (pour des méta-analyses, voir par exemple Doyle & Voyer, 2016 ; Nguyen & Ryan, 2008 ; Picho et al., 2013), l'effet de menace du stéréotype a été généralisé au domaine physique et sportif (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018 ; pour des revues, voir Chalabaev, Sarrazin et al., 2013 ; Smith & Martiny, 2018). Cependant, l'investigation des effets de menace du stéréotype dans ce dernier domaine est restée principalement cantonnée aux tâches techniques (e.g., tâches de dribbles en football, de lancers-francs, de service en tennis ; Gentile et al., 2018). Or, bien que les capacités techniques représentent un facteur important de la performance physique, cette dernière est également régulée par d'autres facteurs comme les capacités physiques (Weineck, 1983). Pour avoir une vision plus complète de l'influence des stéréotypes sexuels et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive, il était alors nécessaire d'investiguer l'effet des stéréotypes sexuels et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique, de surcroît non-technique. L'endurance représentant un facteur majeur des facteurs physiques et pouvant être non-technique, des tâches d'endurance ont été choisies pour investiguer ces effets (Weineck, 1983).

Explorer les effets des stéréotypes sexuels et des stéréotypes liés à l'âge lors de tâches d'endurance non-techniques apparaissait également pertinent car leurs effets sur la performance des femmes et des seniors pourraient être non pas négatifs, comme le prédit la théorie de la menace du stéréotype (Steele, 1997), mais positifs et pourraient par conséquent être tâche-dépendants. Dans la littérature scientifique, deux modèles théoriques s'opposent pour expliquer les effets de menace du stéréotype : le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) et le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). L'applicabilité de ces modèles,

notamment le modèle du simple effort, lors de tâches d'endurance non-techniques, sera discutée dans cette partie.

Pour répondre à ces différentes interrogations, quatre études ont évalué l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif sexué sur la performance des femmes et des hommes lors de tâches d'endurance non-techniques ; et deux études ont porté leur attention sur l'influence des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique des seniors. Nous verrons dans la première partie de cette discussion que, comme attendu, les effets des stéréotypes pourraient être tâche-dépendants. En plus d'être tâche-dépendants, ils pourraient également être groupe-dépendants ; ce sera le centre d'intérêt de notre deuxième partie. Puis, dans la troisième partie, nous aborderons les mécanismes explicatifs des effets des stéréotypes observés dans cette thèse. Enfin, nous évoquerons les limites de notre travail ainsi que de possibles perspectives de recherche.

1. INFLUENCE DES STEREOTYPES SEXUES ET DES STEREOTYPES LIES A L'AGE SUR LA PERFORMANCE D'ENDURANCE NON-TECHNIQUE : UN EFFET TACHE-DEPENDANT ?

1.1. TACHES TECHNIQUES VS. TACHES NON-TECHNIQUES

Cette première sous-partie portera une attention particulière sur les effets observés chez les femmes. Les études 1, 2, 3 et 4 avaient pour principal objectif d'explorer l'effet des stéréotypes négatifs à l'encontre des femmes sur leur performance d'endurance non-technique. Contrairement au modèle initial de la menace du stéréotype (Steele, 1997), nos quatre études ont montré que l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes améliorait leur performance. Plus précisément, lorsqu'un stéréotype négatif envers les femmes était induit, les femmes ont maintenu la tâche plus longtemps (étude 1), ont développé une plus grande puissance (étude 2), une plus grande force (étude 4) et leur chute de force était moins importante (i.e., performance améliorée ; étude 3), comparativement à lorsqu'une condition contre-stéréotypique (études 1, 2, 3 et 4) ou contrôle (étude 1⁵¹) était induite.

Cet effet positif de l'induction d'un stéréotype négatif sur la performance d'endurance non-technique apparaît comme robuste ; en témoigne la généralisation importante observée. Ce dernier, en plus d'avoir été répliqué lors de quatre études, a été observé sur différents groupes musculaires, que ce soit au niveau des membres supérieurs (études 1 et 4), inférieurs (études 2 et 3), et également lors d'un effort « corps-entier » (étude 2). De plus, il a été observé aussi bien

⁵¹ Pour rappel, les conditions contre-stéréotypique et purement contrôle ont été utilisées de manière interchangeable dans le domaine physique et sportif comme conditions contrôles (e.g., Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; Hermann & Vollmeyer, 2016). L'objectif secondaire de l'étude 1 était alors de comparer ces deux conditions. Aucune différence n'a été observée entre la performance des femmes assignées à la condition contre-stéréotypique et la performance des femmes assignées à la condition contrôle, suggérant que ces deux conditions peuvent être utilisées en tant que condition contrôle pour évaluer les effets des stéréotypes sur la performance physique et sportive.

sur des tâches maximales (i.e., études 1 et 3) que sur des tâches sous-maximales (i.e., études 2 et 4). Enfin, ces résultats ont été obtenus à l'aide d'un plan inter-participants (étude 1) mais également, pour la première fois à notre connaissance, à l'aide d'un plan intra-participants où chaque participante était assignée à chacune des conditions (études 2, 3 et 4). L'utilisation de plans intra-participants renforce l'effet positif obtenu car la performance des participantes menacées était directement comparée à leur propre performance de la condition contre-stéréotypique. Tous ces éléments révèlent un effet positif robuste de l'induction d'un stéréotype négatif sexué sur la performance d'endurance non-technique des femmes. Il est alors possible de se demander pourquoi un tel effet positif a été observé lors de tâches d'endurance malgré une réplification majeure depuis 20 ans d'effets négatifs liés à l'induction d'un stéréotype (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). Le modèle du simple effort apparaît alors comme pertinent pour expliquer les effets positifs observés chez les femmes après l'induction d'un stéréotype sexué négatif.

Depuis 1999 et la première étude explorant les effets des stéréotypes négatifs sur la performance physique et sportive, la majorité des tâches utilisées dans ces études était des tâches techniques (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018). La baisse de performance observée dans ces études a principalement été expliquée par le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008), stipulant une surveillance explicite du mouvement. Cette attention trop importante sur le mouvement va entraîner le/la participant.e à réaliser la tâche de manière contrôlée, plutôt qu'automatique, augmentant le risque d'erreurs, aboutissant à une baisse de la performance. Bien qu'apparaissant comme robuste pour expliquer les résultats des précédentes études, l'applicabilité de ce modèle lors de tâches d'endurance non-techniques apparaît impossible. En effet, si l'induction d'un stéréotype influence la performance en séquençant étape par étape le mouvement, comment les stéréotypes influencent-ils la performance lors de

tâches ne pouvant être séquencées ? Ce modèle apparaît donc comme limité et incomplet pour expliquer les effets positifs observés dans les études 1, 2, 3 et 4.

Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apporte, quant à lui, une explication à l'amélioration de la performance des femmes observées dans les études 1, 2, 3 et 4. Pour rappel, ce modèle propose que l'induction d'un stéréotype négatif pourrait conduire à des effets aussi bien négatifs que positifs, dépendant de la réponse dominante (i.e., la réponse la plus fréquente dans une situation donnée). En bref, si la réponse dominante est incorrecte, alors la performance serait diminuée après l'induction d'un stéréotype négatif ; en revanche, si la réponse dominante est correcte, alors la performance serait améliorée. Dans les études 1, 3 et 4, des tâches isométriques ont été utilisées, c'est-à-dire des tâches ne présentant qu'une seule composante d'exécution (e.g. contractez les fléchisseurs de la main : étude 1 ; contractez les extenseurs du genou : étude 3 ; contractez les fléchisseurs du coude). Concernant l'étude 2, une tâche cyclique a été utilisée c'est-à-dire une tâche où le même mouvement est répété en boucle. Ces quatre tâches apparaissent comme non-séquençables et présenteraient donc qu'une seule composante d'exécution. De plus, si une seule réponse peut être produite sur la tâche, celle-ci est forcément correcte⁵². En accord avec le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), si la réponse est correcte, alors une amélioration de la performance est attendue. Ceci est consistant avec l'étude de Huber et al. (2016) montrant que lorsque la réponse dominante sur la tâche est immédiatement correcte, alors la performance physique et sportive des femmes menacées par un stéréotype négatif était améliorée. Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apparaît alors comme fiable pour expliquer les effets observés dans les études 1, 2, 3 et 4.

⁵² Les participantes connaissaient cette « bonne réponse » car il s'agissait de la consigne donnée par l'expérimentateur.

Outre l'aspect performance, les résultats des études 1, 2, 3 et 4 sont également en lien avec les remises en question prônées par le modèle du simple effort (Huber et al., 2016 ; Jamieson & Harkins, 2007). La première interrogation concerne le niveau d'expertise des participant.e.s (Huber et al., 2016 ; Jamieson & Harkins, 2007). Pour rappel, la théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997) propose que les effets des stéréotypes s'observent majoritairement chez les participant.e.s expert.e.s dans le domaine (e.g., joueuses de football : Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; joueurs/euses de basket-ball régulier.e.s : Hively & El-Alayli, 2014). En accord avec cette hypothèse, les effets de menace du stéréotype ont été observés et répliqués chez des participant.e.s expert.e.s dans le domaine (e.g., Beilock et al., 2006 ; Chalabaev, Sarrazin et al., 2008 ; Hively & El-Alayli, 2014). Toutefois, le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) prédit plutôt que ces effets peuvent aussi bien être observés chez des expert.e.s que chez des non-expert.e.s, en fonction de s'ils/elles détiennent ou pas la bonne « réponse dominante » sur la tâche. Certaines études ont, en effet, montré que des participantes non-expertes sur la tâche pouvaient également être impactées négativement par une situation de menace du stéréotype lors de tâches de football ou de basket-ball (Heidrich & Chiviowski, 2015 ; Laurin, 2013, respectivement) (voir aussi Huber et al., 2015, étude 2 ; Laurin, 2017a). Les tâches utilisées dans les études 1, 3 et 4 représentent des tâches isométriques, fortement utilisées en laboratoire. Réaliser ce type de tâche n'est pas courant (e.g., contractions maximales isométriques du genou ; étude 3) et nous pourrions alors supposer que les participantes étaient non-expertes sur les tâches à réaliser. De plus, l'étude 2 (i.e., tâche de cyclisme) n'était composée d'aucune cycliste. Les études 1, 2, 3 et 4 viennent donc renforcer l'idée selon laquelle le niveau d'expertise des participant.e.s n'est pas primordial pour détecter un effet lié à l'induction d'un stéréotype négatif (voir aussi Huber et al., 2016) mais que ces effets seraient davantage liés à la qualité de la réponse dominante. Cette hypothèse mérite tout de même d'être vérifiée lors d'une étude comparant des participantes expertes et non-expertes

sur la tâche à réaliser. En plus du niveau d'expertise de la tâche, les résultats des études 1, 2, 3 et 4 sont également en accord avec une autre remise en question prônée par le modèle du simple effort : le niveau de difficulté de la tâche (e.g., Huber et al., 2016). Ces explications seront abordées avec précision dans la partie suivante (i.e., *section 1.2. Tâches maximales vs. tâches sous-maximales*).

Au regard de toutes ces informations apportées dans les paragraphes précédents, le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apparaît comme pertinent pour expliquer les effets des stéréotypes sexués négatifs sur la performance des femmes lors de tâches d'endurance non-techniques. Toutefois, nous n'avons pas testé le modèle du simple effort dans sa globalité. Ce modèle stipule, en effet, que lorsque la réponse dominante est incorrecte, alors la performance devrait être altérée. Cette seconde composante n'a pas pu être testée en raison de l'utilisation de tâches non-techniques.

Il existerait néanmoins certaines tâches non-techniques permettant une évaluation complète du modèle du simple effort en identifiant une réponse dominante ainsi qu'une réponse non-dominante : les tâches mettant en jeu différentes stratégies d'exécution. Huber et al. (2015) ont par exemple identifié, lors d'une tâche non-technique consistant à monter une raquette à la verticale pour taper une balle fictive sur un écran, une réponse correcte et une réponse incorrecte. Ces auteur.e.s ont montré que taper la balle avec une accélération positive entraînait une augmentation des erreurs de trajectoire (i.e., réponse incorrecte) alors que frapper la balle avec une accélération négative permettait une meilleure stabilisation de la trajectoire de la balle (i.e., réponse correcte). Les résultats de cette étude ont montré que lorsque les participantes menacées par un stéréotype négatif frappaient la balle avec une accélération positive (i.e., qui était la réponse dominante sur la tâche), alors leur performance était altérée (Huber et al., 2015, étude 2). Cependant, lorsqu'elles avaient acquis la bonne réponse (i.e., frapper la balle avec une

accélération négative), alors leur performance était améliorée (Huber et al., 2015, étude 3) après l'induction d'un stéréotype négatif.

Ce raisonnement pourrait être appliqué à d'autres tâches non-techniques comme les tâches d'endurance. Un type de tâche en particulier apparaît comme intéressant pour potentiellement tester le modèle du simple effort : les tâches de type « contre-la-montre » (e.g., Ansdell et al., 2018). Dans ce type de tâche, l'objectif est de réaliser la meilleure performance possible sur une tâche donnée. Par exemple, Ansdell et al. (2018) ont demandé à leurs participants de réaliser 4 km de cyclisme le plus vite possible. Bien que cette tâche soit non-technique, il existe différentes stratégies pour la réaliser, basées sur le *pacing*. Foster, Schrage, Snyder, et Thompson (1994) ont identifié 4 stratégies pour réaliser ce type de tâches : (1) démarrer plutôt lentement avec une augmentation progressive de l'effort, (2) garder le même rythme durant l'intégralité de la tâche, (3) adopter un rythme variable durant la tâche, ou enfin (4) démarrer le plus vite possible et essayer de maintenir l'effort maximal jusqu'au bout. Parmi ces différentes méthodes, il est possible que certaines soient plus efficaces que d'autres, permettant d'identifier des réponses correctes et une ou plusieurs réponses incorrectes. Par exemple, la meilleure stratégie pour réaliser 1 km de cyclisme le plus rapidement possible est de démarrer le plus vite possible (i.e., technique 4). Si la réponse dominante des participant.e.s sur cette tâche est d'utiliser la technique 4, alors, d'après le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), la performance des participant.e.s menacé.e.s par un stéréotype devrait être améliorée. Au contraire, si la réponse dominante consiste à utiliser une autre stratégie, alors la performance serait réduite car il ne s'agirait pas de la bonne réponse sur la tâche. Cette étude permettrait de confirmer ou réfuter l'applicabilité du modèle du simple effort au domaine physique et sportif dans l'investigation des stéréotypes sexuels⁵³.

⁵³ Dans nos études 1, 2, 3 et 4, les tâches utilisées ne semblaient pas pouvoir être réalisées selon différentes stratégies comme une tâche de type « contre-la-montre ». Dans l'étude 1, les participant.e.s devaient garder un niveau de force fixé (i.e., 50%) le plus longtemps possible. Dans l'étude 2, les participant.e.s avaient pour consigne de maintenir un effort perçu constant durant les 20 minutes de cyclisme. Dans l'étude 3, ils/elles devaient

Cette distinction tâche-dépendance entre les tâches techniques et non-techniques est impossible à réaliser lorsqu'on évoque les stéréotypes liés à l'âge. En effet, contrairement à l'investigation des stéréotypes sexués, les précédentes études explorant les effets des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif ne se sont pas focalisées sur des tâches techniques mais sur des tâches liées au bon fonctionnement physique des seniors, à savoir des tâches d'équilibre (Chiviacowski et al., 2018 ; Marquet et al., 2018), de force (Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018, Swift et al., 2012) ou encore de marche (Marquet et al., 2018). Pour renforcer, ou réfuter, l'hypothèse d'un effet tâche-dépendant (i.e., technique vs. non-technique) chez les seniors, il serait alors intéressant d'explorer les effets de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge lors de tâches techniques et non-techniques.

Cette section avait pour but de discuter d'un effet tâche-dépendant des stéréotypes au travers de la distinction tâches techniques vs. tâches non-techniques. Cependant, l'effet tâche-dépendant des stéréotypes peut également se matérialiser autour de l'intensité de la tâche c'est-à-dire d'une distinction tâches maximales vs. tâches sous-maximales. Cette nuance sera détaillée dans la prochaine partie.

1.2. TACHES MAXIMALES VS. TACHES SOUS-MAXIMALES

D'après la théorie initiale de la menace du stéréotype, les effets des stéréotypes surviendraient principalement lors de la réalisation de tâches difficiles (Steele, 1997 ; voir aussi Neuville & Croizet, 2007 ; O'Brien & Crandall, 2003 ; Spencer et al., 1999 ; Steele et al., 2002). Dans les études 1, 2, 3 et 4, les résultats positifs observés chez les femmes à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif ont été répliqués aussi bien sur des tâches maximales, c'est-à-dire des tâches où il est question de s'y engager de la manière la plus importante (e.g.,

contracter leurs muscles du quadriceps le plus fort possible sur des temps bien définis. Enfin dans l'étude 4, les participant.e.s avaient pour consigne de réaliser une répétition de contractions en maintenant, durant l'intégralité de la tâche, la même perception de l'effort.

maintenir un niveau de force prédéterminé le plus longtemps possible, jusqu'à l'épuisement ; étude 1 ; réaliser une succession de contractions maximales en contractant les muscles des quadriceps le plus fort possible ; étude 2), que sous-maximales (e.g., développer un effort « modéré » lors d'une tâche de cyclisme pendant 20 minutes ; étude 2 ; réaliser une répétition de 80 contractions perçues comme « moyennes » ; étude 4). Ces résultats renforcent également l'apport du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) dans l'explication des résultats obtenus dans cette thèse. En effet, ce modèle suggère que les effets des stéréotypes surviendraient aussi bien sur des tâches faciles que difficiles (Jamieson & Harkins, 2007). Ces effets dépendraient de si le/la participant.e détient la bonne réponse sur la tâche, qu'elle soit facile comme difficile. Le fait qu'une amélioration de la performance des femmes soit obtenue sur différentes tâches allant d'effort « modérés » et « moyens » (études 2 et 4) à maximaux (études 1 et 3) renforce les prédictions du modèle du simple effort et suggère que le niveau de difficulté de la tâche ne serait pas un modérateur des effets des stéréotypes sexués mais qu'il s'agirait davantage de la qualité de la réponse dominante. Cette proposition s'appuie sur les différences de perception de l'effort (RPE) observées entre les études. Par exemple, à la fin du protocole de l'étude 3, la RPE des participantes était supérieure à 17 sur l'échelle en 15 points de Borg (1970) caractérisant un effort perçu comme « très dur » de la part des participantes. A l'inverse dans l'étude 2, les participantes avaient pour consigne de maintenir un effort qu'elles percevaient comme « modéré » tout au long de la tâche. Le niveau de RPE étant associé à un niveau de difficulté de la tâche (Borg, 1970 ; Pageaux, 2016), il serait alors possible d'observer des effets positifs de l'induction d'un stéréotype négatif lors de tâches difficiles mais également lors de tâches plus faciles.

Il est cependant possible de questionner le niveau de difficulté d'exécution des tâches utilisées dans cette thèse. Autrement dit, est-ce que le fait de contracter les fléchisseurs de la main (étude 1), les extenseurs du genou (étude 3), les fléchisseurs du coude (étude 4) ou encore

pédaler (étude 2) représentait des tâches difficiles pour les participantes ? Si c'était le cas, alors cela voudrait signifier que l'amélioration de la performance serait due à un niveau d'exécution de la tâche facile, en accord cette fois-ci avec le modèle initial de la menace du stéréotype. Cependant, nous ne pensons pas que les résultats des études 1, 2, 3 et 4 soient dus à une facilité trop importante de l'exécution de la tâche. En effet, une récente étude, en utilisant une tâche très simple en termes d'exécution (i.e., mouvement vertical du bras : Huber et al., 2015), a observé que l'induction d'un stéréotype négatif pouvait entraîner une amélioration de la performance (i.e., si la réponse dominante était correcte) mais aussi une diminution de la performance (i.e., si la réponse était incorrecte). Par conséquent, nous suggérons que l'amélioration de la performance observée dans les études 1, 2, 3 et 4 était davantage en accord avec les prédictions du modèle du simple effort, que liée à une exécution « facile » des tâches utilisées. Au regard de ces quatre études, les effets des stéréotypes sexués pourraient très bien être observés sur un large type de tâches d'endurance non-techniques, indépendamment du niveau d'intensité de la tâche. Il serait toutefois judicieux de mesurer le niveau de difficulté perçu de la tâche des participantes dans de futures études.

Malgré cela, cette non-distinction quant à l'intensité de la tâche ne semble pas s'appliquer chez les seniors à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge (étude 5 et 6). En effet, contrairement aux résultats observés chez les femmes dans les études 1 et 3, l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des seniors n'a entraîné aucune modification de la performance maximale des seniors (études 5 et 6). Plus précisément, les participantes assignées à la condition où un stéréotype négatif à l'encontre des seniors était induit ont maintenu la tâche aussi longtemps que les participantes assignées à la condition contre-stéréotypique, lors d'une tâche de type « temps-limite » (étude 5). Dans le même sens, les participantes menacées ont développé une force identique aux participantes non-menacées par un stéréotype lorsqu'il leur était demandé de développer une force qu'elles jugeaient « très

« dure » (étude 6). A l'instar des femmes, il apparaît que le modèle des processus intégrés (Schmader et al., 2008) ne puisse pas s'appliquer. Les tâches étant non-techniques, elles ne peuvent être séquencées. De manière plus surprenante, et comparativement cette fois aux stéréotypes sexués, le modèle du simple effort n'apparaît pas comme fiable pour expliquer les effets des stéréotypes négatifs liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique des seniors. Le modèle du simple effort prédirait, en effet, une amélioration de la performance lors de ce type de tâche.

Les résultats de l'étude 6 pourraient, toutefois, suggérer que le modèle du simple effort serait non pas inapplicable chez les seniors dans le domaine physique et sportif mais incomplet. Comme précédemment évoqué, ce modèle remet en question certains modérateurs initiaux du modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997), comme le niveau de difficulté de la tâche (Huber et al., 2016). Cependant, les résultats de cette étude 6 ont montré qu'à des intensités sous-maximales, les seniors menacées par un stéréotype développaient une plus grande force en comparaison de lorsqu'elles réalisaient la tâche sans manipulation de stéréotypes. Ce résultat semble en adéquation avec les résultats observés dans les études 2 et 4 où les femmes développaient une plus grande puissance (étude 2) et une plus grande force (étude 4) à des intensités sous-maximales. Il est alors possible de suggérer que le niveau de difficulté de la tâche chez les seniors pourrait être un modérateur de l'applicabilité du modèle du simple effort dans le domaine physique et sportif, contrairement aux femmes où ce modèle semble s'appliquer indépendamment du niveau d'intensité de la tâche. Tout comme le niveau de difficulté de la tâche, certains modérateurs/facteurs issus du domaine cognitif pourraient être testés dans l'objectif de renforcer l'applicabilité de ce modèle du simple effort chez les seniors (e.g., identification à son groupe d'appartenance ; Laurin, 2017b ; Schmader, 2002).

Même si les résultats des études 5 et 6 pourraient suggérer une applicabilité du modèle du simple effort sous certaines conditions, ils pourraient toutefois être interprétés différemment, au regard de la théorie initiale de la menace du stéréotype. Comme mentionné dans les précédentes sections, cette théorie suggère que les effets de menace du stéréotype surviendraient majoritairement lors de tâches difficiles (Steele, 1997 ; Steele et al., 2002). Lors de tâches perçues faciles, les participant.e.s ne seraient pas affecté.e.s par l'induction d'un stéréotype négatif, voire pourraient augmenter leur performance (e.g., Ben-Zeev et al., 2005 ; Forbes & Leitner, 2014 ; Neuville & Croizet, 2007 ; O'Brien & Crandall, 2003). En lien avec cette hypothèse, aucune différence n'a été observée lors de la tâche de type « temps-limite » (étude 5) entre les participantes assignées à la condition où un stéréotype négatif était induit et la condition où une information contre-stéréotypique était induite. Même si la tâche nécessite un engagement important et un maintien d'effort conséquent (i.e., le plus longtemps possible), nous n'avons pas demandé aux participantes si elles la percevaient comme difficile. Il est alors tout à fait possible que maintenir une contraction statique à un niveau de force demandé ait été perçu par les participantes comme facile, expliquant pourquoi aucun effet n'a été observé à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif. Dans la même lignée, aucune différence n'a été observée dans l'étude 6 à l'intensité la plus élevée. Enfin, lorsque le niveau de difficulté de la tâche était encore réduit au travers d'une diminution de l'intensité de la tâche (Borg, 1998 ; Pageaux, 2016), une amélioration de la performance a été observée après l'induction d'un stéréotype négatif, coïncidant également avec les prédictions de la théorie initiale de la menace du stéréotype (Steele, 1997 ; voir aussi Ben-Zeev et al., 2005 ; Forbes & Leitner, 2014 ; Neuville & Croizet, 2007 ; O'Brien & Crandall, 2003). Les résultats obtenus dans ces études 5 et 6 pourraient donc être interprétés au regard d'une extension du modèle du simple effort mais aussi en lien avec les prédictions de la théorie initiale de la menace du stéréotype. Pour démêler le vrai du faux, une tâche facile d'exécution avec une composante correcte et une composante

incorrecte pourrait par exemple être utilisée. Si une réduction de la performance lors de la tâche facile est observée (e.g., lorsque les participant.e.s n'ont pas la bonne réponse sur la tâche), cela suggérerait que les résultats obtenus dans les études 5 et 6 résulteraient plutôt des prédictions de l'extension du modèle du simple effort, et inversement.

Enfin, l'étude 6 a également montré que, lorsqu'un stéréotype positif lié à l'âge était induit, les participantes amélioraient leur performance lors d'efforts sous-maximaux, comparativement à lorsqu'elles réalisaient la tâche sans manipulation de stéréotypes. Cette étude est la première à avoir testé les effets d'un stéréotype positif lié à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors⁵⁴. Ce résultat semble être en lien avec de précédentes études évaluant les stéréotypes positifs liés à l'âge dans le domaine cognitif (Swift et al., 2013). Cependant, aucun effet n'a été observé à l'intensité la plus maximale. Ce résultat, contre-intuitif, pourrait en partie être expliqué par le lien entre le stéréotype employé et les différentes intensités des tâches utilisées. Comme il n'existe à notre connaissance aucun stéréotype positif lié à l'âge dans le domaine physique et sportif, nous avons utilisé un stéréotype basé sur l'expérience liée à l'âge (Hummert, 1990) que nous avons adapté à la tâche. Toutefois, il a été montré que pour optimiser l'effet d'un stéréotype positif, il est préférable qu'il soit associé à la tâche (Levy & Leifheit-Limson, 2009 ; Swift et al., 2013). Si le stéréotype positif n'est pas totalement relié à la tâche, il peut parfois tout de même opérer (Levy & Leifheit-Limson, 2009) mais parfois être inefficace (Swift et al., 2013). Le stéréotype induit dans cette étude n'étant pas totalement relié à une tâche où il est susceptible de s'appliquer (i.e. tâche de force), il pourrait alors impacter la performance différemment en fonction de l'intensité de la tâche. Aux intensités maximales, produire un effort « très très difficile » pourrait entraîner de faibles

⁵⁴ Chiviowski et al. (2018) ont récemment mesuré l'effet d'une condition positive sur la performance physique et sportive des seniors. Dans cette étude, les auteures ont induit leur condition en évoquant à leurs participantes que leur performance allait être comparée à la performance de personnes plus âgées de 20 ans. Bien que cette condition vise à induire un stéréotype positif, elle n'était pas basée sur un stéréotype positif existant où les seniors sont plus positivement évalué.e.s que les jeunes adultes.

attentes de performance de la part des participantes en raison d'un niveau de difficulté de la tâche trop élevé, et ce malgré l'induction d'un stéréotype positif, qui serait alors ineffectif. A plus faibles intensités, les attentes de performance pourraient être plus élevées, étant donné que la difficulté de la tâche décroît. Le stéréotype positif pourrait alors être effectif et induirait une augmentation de la force développée. Tout comme les stéréotypes négatifs, les effets des stéréotypes positifs pourraient être différents en fonction de l'intensité de la tâche. Cette hypothèse nécessite d'être testée.

Ces divergences observées chez les femmes et chez les seniors au travers des études réalisées dans cette thèse suggèrent que les effets des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge pourraient agir de manière différente dans le domaine physique et sportif et pourraient être groupe-dépendants. Cette hypothèse d'un effet groupe-dépendant sera expliquée dans la partie suivante. Les effets observés chez les hommes, autre groupe social évalué dans cette thèse, seront également exposés dans la prochaine partie.

2. L'INFLUENCE DES STEREOTYPES SEXUES ET DES STEREOTYPES LIES A L'AGE SUR LA PERFORMANCE D'ENDURANCE NON-TECHNIQUE : UN EFFET GROUPE-DEPENDANT ?

2.1. FEMMES VS SENIORS : DES EFFETS DIVERGEANTS ?

Dans le domaine cognitif, les effets négatifs observés à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif ont aussi bien été rapportés chez les femmes que chez les seniors avec une bonne généralisation (voir *section 1.2.* du cadre théorique). Pourtant, dans le domaine physique et sportif, les résultats sont plus partagés. Bien que l'effet négatif des stéréotypes ait été bien répliqué chez les femmes (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018 ; pour des revues, voir Chalabaev, Sarrazin et al., 2013 ; Smith & Martiny, 2018), les résultats sont plus inconsistants chez les seniors (Chiviowski et al., 2018 ; Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift et al., 2012). Les résultats disparates entre ces deux populations étaient jusqu'alors difficilement interprétables du fait des différences importantes de tâches utilisées entre les études. En effet, alors que l'investigation des stéréotypes sexués est surtout centrée sur des tâches techniques, l'exploration des stéréotypes liés à l'âge est davantage axée sur des tâches liées aux différents prédicteurs majeurs du vieillissement (e.g., équilibre ; Chiviowski et al., 2018 ; vitesse de marche ; Marquet et al., 2018).

Les résultats observés dans les études 1, 2, 3, 4, 5 et 6 viennent renforcer cette différence entre les femmes et les seniors. Alors que lors de tâches maximales, les femmes ont amélioré leur performance après l'induction d'un stéréotype négatif (études 1 et 3), la performance des seniors est restée inchangée (études 5 et 6). Pourtant, lors de tâches sous-maximales, la performance des seniors et des femmes était améliorée après l'induction de stéréotypes négatifs à leur égard (études 2, 4 et 6). Même si les tâches utilisées dans ces études ne sont pas

strictement identiques, elles appartiennent à la même catégorie de tâches (i.e., endurance non-technique) et il est possible d'affirmer que les stéréotypes n'influencent pas la performance des femmes et des seniors de la même manière dans le domaine physique et sportif ; les effets des stéréotypes dans ce domaine pourraient être groupe-dépendants. Les raisons de cette divergence sont encore inconnues mais certaines pistes ont été développées ces dernières années : une réaction immédiate différente des seniors à l'induction d'un stéréotype ou une sensibilité aux stéréotypes réduite (e.g., Chiviowski et al., 2018).

La première explication apportée par la littérature scientifique concernant l'absence régulière d'effets à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge fait référence à une réaction différente des seniors face aux stéréotypes, comparativement aux autres groupes sociaux comme les femmes. Selon certain.e.s auteur.e.s, l'effet des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique serait non-pas immédiat mais différé (e.g., Chiviowski et al., 2018). Les seniors présenteraient de meilleures capacités de régulation des émotions et seraient plus à même d'utiliser des stratégies d'autorégulation défensives que les jeunes adultes. Plus précisément, cela se manifesterait par une approche axée sur la prévention, c'est-à-dire par une attention portée sur l'évitement de l'échec (e.g., Popham & Hess, 2015). Ce type d'approche peut être bénéfique pour la performance à court-terme, en raison d'un recrutement de ressources pour pallier les effets négatifs de l'induction du stéréotype négatif (Stahl, Van Laar, & Ellemers, 2012). Cependant, ce recrutement accru en ressources va entraîner un épuisement cognitif, qui entraînera en retour des réductions de performance différées (Stahl et al., 2012). Chiviowski et al. (2018) ont récemment apporté un soutien empirique à cette idée dans le domaine physique et sportif. Ces auteures ont montré, lors d'une tâche d'équilibre difficile, que les seniors n'étaient pas influencées négativement juste après l'induction du stéréotype négatif à leur égard. Cependant, en réalisant le même test le lendemain, les participantes initialement assignées à la condition où un stéréotype négatif à leur égard était induit ont vu leur performance diminuer,

comparativement aux participantes du groupe contrôle. En se basant sur cette hypothèse, les participantes de l'étude 5 et 6 auraient alors engagé davantage d'effort dans le but de palier le stéréotype négatif à leur égard et auraient seulement été impactées plus tardivement en raison d'un épuisement des ressources. A l'instar de Chiviacowski et al. (2018), nous n'avons pas observé de différences de performance immédiatement après l'induction du stéréotype négatif. Cette hypothèse d'un effet différé pourrait alors être testée pour attester de sa validité en mesurant les effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance des seniors immédiatement après l'induction d'un stéréotype, le jour suivant et quelques jours plus tard pour rendre compte de la durée d'influence des stéréotypes.

De plus, si comme le prédit cette hypothèse d'un effet différé, les seniors adoptent des approches axées sur la prévention, cela renforcerait une nouvelle fois le fait que les seniors et les femmes réagiraient différemment aux stéréotypes au niveau motivationnel. Cette hypothèse suggère que les seniors adopteraient des buts d'évitement dans un objectif de ne pas mal performer. Or, dans notre étude 4, nous avons montré que les femmes menacées par un stéréotype adoptaient davantage de buts performance-approche dans un objectif de surpasser les hommes⁵⁵. L'adoption de buts performance-approche entraînant de meilleures performances d'endurance, comparativement à l'adoption d'autres buts d'accomplissement (Gao et al., 2013), cette approche motivationnelle différente entre les femmes et les seniors pourrait alors

⁵⁵ L'adoption de buts performance-approche observée chez les femmes dans l'étude 4, bien que concordante avec les hypothèses du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), apparaît comme contraire aux résultats observés dans les précédentes études. Par exemple, dans le domaine physique et sportif, Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) ont montré que les femmes menacées par un stéréotype adoptaient davantage des buts performance-évitement. Plusieurs explications pourraient être apportées concernant ces divergences de résultats. Premièrement, dans l'étude 4, nous avons modifié le contexte de nos buts performance-approche. Alors que les items proposés aux participantes de l'étude de Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) étaient en direction des « autres » d'une manière générale (e.g., « il est important pour moi de mieux performer que les autres sur ce test »), les items utilisés dans l'étude 4 étaient en direction des hommes (e.g., « je cherche à faire mieux que les hommes »). De plus, les participantes de l'étude de Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) étaient expertes sur la tâche à réaliser (i.e., footballeuses de bon niveau effectuant une tâche de dribbles en football). Comparativement, nos participantes n'étaient pas expertes sur la tâche consistant en une répétition de contractions isométriques du coude. Le niveau d'expertise pourrait alors avoir orienté dans des directions différentes la motivation des participantes après l'induction du stéréotype. Enfin, les buts performance-évitement n'étaient pas mesurés dans le cadre de l'étude 4, limitant la comparaison entre ces deux études.

expliquer les résultats différents à la suite de l'induction du stéréotype négatif. Il serait alors nécessaire d'explorer les effets des stéréotypes négatifs sexués et des stéréotypes négatifs liés à l'âge sur l'adoption de buts d'accomplissement chez les femmes et les seniors dans l'objectif d'expliquer les différences de performance observées entre les femmes et les seniors dans cette thèse.

Une deuxième explication aux différences observées entre les femmes et les seniors pourrait relever d'une sensibilité différente aux stéréotypes liés à l'âge. Cette explication tire ses racines des différentes manipulations des stéréotypes utilisées dans l'investigation des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif. Plus précisément, les seniors ne seraient pas susceptibles à toutes formes de manipulations de stéréotypes, et ce pour un même type de tâche. Par exemple, trois études ont évalué les effets de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge sur la force maximale des seniors (Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift et al., 2012). Alors que Horton et al. (2010) et Marquet et al. (2018) n'ont observé aucun effet lié à l'induction du stéréotype négatif, Swift et al. (2012) ont observé une réduction de la performance des seniors. L'unique différence entre ces trois études était la méthode d'induction du stéréotype : les deux premières études ont utilisé une méthode classique d'induction des stéréotypes (i.e., mise en avant de caractéristiques stéréotypées) alors que Swift et al. (2012) n'ont pas mis en avant des caractéristiques stéréotypées mais ont plutôt mis en avant le fait que leur performance allait être comparée à celles de jeunes adultes. Il est alors possible de suggérer que les effets des stéréotypes seraient absents lorsque des caractéristiques stéréotypées sont mises en avant (du moins à des intensités maximales) mais pourraient survenir lors d'une manipulation de stéréotypes basée sur la comparaison sociale. Pour renforcer cette idée, la seule autre étude dans le domaine physique et sportif ayant observé des effets négatifs de l'induction d'un stéréotype négatif sur la performance des seniors a, comme Swift et al. (2012), utilisé une manipulation du stéréotype basée sur une comparaison sociale (i.e., *[your] performance would*

be compared with performance of young adults » (p. 210) ; Chiviowski et al., 2018). Cette sensibilité différente aux diverses manipulations des stéréotypes pourrait d'ailleurs être spécifique aux effets des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif. En effet, que ce soit pour les stéréotypes liés à l'âge dans le domaine cognitif (pour une méta-analyse, voir Lamont et al., 2015) ou pour les stéréotypes sexués dans le domaine physique et sportif (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018), différentes manipulations ont été utilisées, répliquant généralement des effets de menace du stéréotype. Les manipulations des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif étant toutes différentes, il semble important de tester cette hypothèse plus en profondeur dans de futures études.

2.2. UNE GENERALISATION DU PHENOMENE D'ASCENSEUR DU STEREOTYPE ?

Un objectif secondaire de cette thèse était d'examiner un autre groupe social : les hommes, et plus précisément l'effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes sur la performance des hommes, positivement évalués au regard de ce stéréotype. Dans la littérature scientifique, l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe entraîne généralement une amélioration de la performance du groupe non-menacé par celui-ci, représentant un effet d'ascenseur du stéréotype (Walton & Cohen, 2003). Cet effet a notamment été généralisé au domaine physique et sportif lors de tâches de force maximale (Chalabaev, Brisswalter et al., 2013), de basketball (Laurin, 2017a), de rebonds (Huber et al., 2016), de sauts (Laurin, 2013), ou encore d'équilibre (Chalabaev, Stone et al., 2008). Par exemple, il a été montré qu'après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes, les hommes développaient une plus grande force maximale que les hommes de la condition contre-stéréotypique. Les études 1, 2, 3 et 4 ont renforcé cet effet d'ascenseur du stéréotype en montrant une amélioration de la performance des hommes après l'induction du stéréotype négatif à l'encontre des femmes. Plus précisément, lorsqu'un stéréotype négatif envers les

femmes était induit, les hommes ont maintenu la tâche plus longtemps (étude 1), ont développé une plus grande puissance (étude 2), une plus grande force (étude 4) et leur chute de force était moins importante (i.e., performance améliorée ; étude 3) comparativement à lorsqu'une condition contre-stéréotypique était induite. Cet effet d'ascenseur chez les hommes ayant été observé lors de tâches techniques (e.g., basket-ball ; Laurin, 2017b), non-techniques (e.g., force maximale ; Chalabaev, Brisswalter et al., 2013 ; voir aussi Chalabaev, Stone et al., 2008), ou encore d'endurance non-techniques (études 1, 2, 3 et 4), semble généralisable à tout type de tâche.

Dans les études 5 et 6, nous n'avons cependant pas testé cet effet d'ascenseur du stéréotype chez des jeunes adultes après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des seniors. Dans le domaine physique et sportif, aucune étude ne s'est intéressée à comment les jeunes adultes réagissaient à un stéréotype négatif lié à l'âge. Toutefois, certaines études dans le domaine cognitif laisseraient présager que l'amélioration de la performance prédite par le phénomène d'ascenseur du stéréotype (Walton & Cohen, 2003) pourrait ne pas être répliquée. La majorité d'entre elles n'ont observé aucun effet de l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des seniors sur la performance des jeunes adultes (e.g., Hess et al., 2003, 2004 ; Mazerolle et al., 2012 ; Rahhal et al., 2001 ; Thomas & Dubois, 2011). Mazerolle et al. (2012) ont, par exemple, observé que l'induction d'un stéréotype négatif envers les seniors n'entraînait aucune différence de performance des jeunes adultes, que ce soit sur une tâche évaluant la mémoire de travail ou sur une tâche de rappel. Hess et Hinson (2006) ont toutefois observé une amélioration de la performance d'un des groupes d'âge d'adultes plus jeunes après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des seniors lors d'une tâche de rappel. Il apparaît alors intéressant d'examiner si l'effet ascenseur du stéréotype observé chez les hommes dans les études 1, 2, 3 et 4 lors de tâches d'endurance non-techniques peut être répliqué chez les jeunes adultes dans le domaine physique à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge.

Les mécanismes de ces effets d'ascenseur du stéréotype observés chez les hommes seront abordés dans la prochaine partie (voir *section 3.4.*), tout comme les mécanismes explicatifs des résultats obtenus chez les femmes (voir *sections 3.1. ; 3.2. ; 3.3.*).

3. QUELS SONT LES MECANISMES RESPONSABLES DES EFFETS OBSERVES ?

3.1. LES MECANISMES PSYCHOLOGIQUES LIES A L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DES FEMMES APRES L'INDUCTION D'UN STEREOTYPE SEXUE

Nos travaux de recherche ont permis de mieux comprendre comment les stéréotypes impactaient la performance physique et sportive des femmes. Un des manques majeurs dans l'investigation des effets de menace du stéréotype concerne les mécanismes explicatifs de ces effets. Il s'agit également d'un manque important du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Même si ce modèle apparaît comme valide pour expliquer les effets des stéréotypes sexués, les mécanismes sous-jacents à ces effets ont été jusqu'alors inexplorés. Très peu d'études ont, par exemple, investigué des mesures neuropsychologiques pour définir les mécanismes de ces effets dans le domaine physique et sportif (pour une exception, voir Chalabaev, Brisswalter et al., 2013). Pourtant, dans le domaine cognitif, les résultats ont principalement été expliqués en croisant des mesures auto-rapportées et des mesures non-phénoménologiques, comme des mesures physiologiques ou corticales (voir par exemple le modèle des processus intégrés : Schmader et al., 2008). Par conséquent, pour tenter d'expliquer comment les stéréotypes négatifs ont amélioré la performance des femmes, nous avons également croisé des mesures auto-rapportées à des mesures neurophysiologiques.

Tout d'abord, l'amélioration de la performance des femmes observée après l'induction d'un stéréotype sexué négatif dans les études 1, 2, 3 et 4 pourrait se traduire par une volonté de prouver que le stéréotype est faux. De nombreuses études ont suggéré que les participant.e.s menacé.e.s étaient davantage motivé.e.s à mieux performer, comme c'est le cas du modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Cependant, aucune étude n'avait jusqu'alors apporté de soutien empirique à cette hypothèse. Dans l'étude 4, nous avons par exemple montré, pour

la première fois de manière auto-rapportée, une augmentation de la motivation des femmes menacées. Plus précisément, lorsque le stéréotype négatif était induit, les femmes étaient davantage motivées à surpasser les hommes, comparativement à lorsqu'elles étaient assignées à la condition contre-stéréotypique. Ce résultat nous apporte de nouvelles informations quant aux réactions des femmes face à une situation de menace du stéréotype. Elles souhaiteraient, en effet, surpasser le groupe non-menacé par le stéréotype, à savoir les hommes.

Cette « sur-motivation » des femmes s'est probablement traduite par un engagement plus important dans la tâche comme le prédit le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Cette hypothèse s'appuie principalement sur une augmentation de la fréquence cardiaque observée dans l'étude 2. La fréquence cardiaque des femmes était, en effet, plus élevée lorsqu'un stéréotype négatif à leur égard était induit, comparativement à lorsqu'elles étaient assignées à la condition contre-stéréotypique. Dans la littérature scientifique, il a été montré qu'il existait un lien entre l'engagement dans la tâche et la fréquence cardiaque (e.g., Grazzi et al., 1999). Une augmentation de l'engagement dans la tâche (i.e., augmentation de la force/puissance développée) est associée à une augmentation de la fréquence cardiaque (Grazzi et al., 1999). Il est alors possible de suggérer que l'amélioration de la performance observée dans l'étude 2, et plus généralement dans les études 1, 3 et 4, soit due à un engagement plus important des femmes dans la tâche.

Cet engagement accru peut s'être traduit par une modification de la perception de l'effort (études 2 et 4). En effet, les participantes des études 2 et 4 ont développé une puissance (étude 2) et une force (étude 4) plus importante dans la condition où un stéréotype négatif était induit malgré une perception de l'effort constante. Ces résultats suggèrent que la relation dite « RPE-intensité » a été modifiée. L'induction du stéréotype négatif a pu modifier la perception de l'effort des participantes sur la tâche, qui s'est traduite par une puissance développée plus importante ainsi qu'une force produite plus importante.

Cette hypothèse d'une modification de la perception de l'effort est renforcée par une récente étude que nous avons réalisée en collaboration au cours de cette thèse (Gray, Deshayes et al., *soumis*). Nous avons confirmé, sur une autre population (i.e., hommes inactifs) et en utilisant un autre stéréotype lié à l'inactivité (i.e., *nonexerciser stereotype*), que la perception de l'effort jouait un rôle majeur dans l'amélioration de la performance observée. Dans cette étude, les participants ont réalisé une répétition de contractions isométriques à 40% de leur force maximale jusqu'à épuisement. Dans le même sens que nos études 1, 2, 3 et 4, lorsque les participants étaient menacés, ils réalisaient une meilleure performance que lorsqu'ils exécutaient la même tâche dans la condition contre-stéréotypique. De plus, l'évolution de la perception de l'effort était plus lente dans la condition où le stéréotype négatif était induit. Autrement dit, pour un même temps d'exercice, la perception de l'effort du participant était plus faible lorsqu'il était menacé. L'évolution de la perception de l'effort étant un prédicteur de la performance d'endurance (e.g., Crewe, Tucker, & Noakes, 2008), la modification de la perception de l'effort observée dans cette étude pourrait en partie expliquer l'amélioration de la performance des participants menacés. Pour confirmer que la perception de l'effort joue bien un rôle majeur dans l'amélioration de la performance observée dans les études 1, 2, 3 et 4, il apparaît tout de même nécessaire de tester son rôle dans l'investigation des stéréotypes sexués dans de futures études. Il pourrait, par exemple, être possible d'utiliser une tâche à une intensité fixe (e.g., tâche de cyclisme à 60% VO_{2max} pendant 30 minutes ; Yamashita et al., 2006) et d'observer l'évolution de la perception de l'effort tout au long de la tâche. Cette hypothèse d'une influence majeure de la perception de l'effort est également en lien avec de nombreuses études qui montrent que des facteurs environnementaux, psychologiques ou psychosociaux influencent la performance d'endurance au travers d'une modification de la perception de l'effort (Browsberger et al., 2013 ; Chow & Etnier, 2016 ; Hutchinson et al., 2008 ; Pageaux et al., 2014)

3.2. LES MECANISMES NEUROPHYSIOLOGIQUES LIES A L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DES FEMMES APRES L'INDUCTION D'UN STEREOTYPE SEXUE

Les mesures neurophysiologiques utilisées dans ce travail nous renseignent également sur l'influence des stéréotypes sexués sur la performance d'endurance. Dans l'étude 3, nous voulions déterminer si l'amélioration de la performance obtenue dans les études 1 et 2 était liée à une diminution de la fatigue induite par la tâche, et plus particulièrement d'une réduction de la fatigue centrale. Pour tester cette hypothèse, nous avons alors choisi une tâche induisant un haut niveau de fatigue centrale : une répétition de contractions maximales (Taylor et al., 2000). Comme attendu, la tâche a effectivement induit une fatigue centrale, ainsi qu'une fatigue périphérique, indépendamment des conditions. Lorsque les différentes conditions étaient comparées, aucune différence au niveau périphérique n'était observée entre la condition où le stéréotype négatif envers les femmes était induit et la condition où l'information contre-stéréotypique était induite (notamment caractérisée par aucune modification de l'amplitude de la réponse potentiée - indicateur principal d'une fatigue périphérique - entre les deux conditions). L'amélioration de la performance ne pouvait donc pas être imputée à des modifications à un niveau périphérique.

Bien qu'un nombre limité de travaux ait investigué l'origine des adaptations liées à la manipulation de facteurs psychologiques et motivationnels, ce résultat renforce l'idée selon laquelle les facteurs périphériques ne seraient pas responsables des modifications de performance observées (e.g., Ansdell et al., 2018 ; Ducrocq et al., 2017 ; Jaafar et al., 2015 ; Rube & Secher, 1981). Rube et Secher (1981) ont, par exemple, montré que lorsque les participants étaient motivés par l'expérimentateur/trice, leur performance d'endurance lors d'une tâche consistant en une répétition de 150 CMV était supérieure (i.e., chute de force plus faible), comparativement à lorsque les participants n'étaient pas motivés par l'examineur/trice. Au travers d'une analyse EMG, les auteurs ont proposé que l'amélioration

de la performance n'était pas due à des modifications périphériques. Ansdell et al. (2018) ont récemment confirmé cette hypothèse au travers d'une tâche de type « contre-la-montre ». Ces auteurs ont montré que les participants étaient capables d'améliorer leur performance maximale lorsqu'ils devaient suivre un avatar réalisant une meilleure performance⁵⁶. En mesurant les fonctions neuromusculaires avant et après chaque épreuve, les auteurs ont noté que cette amélioration de la performance n'était pas due à une modification d'ordre périphérique (e.g., aucune différence au niveau de l'amplitude de la réponse potentiée entre la condition contrôle et la condition où les participants devaient suivre l'avatar). Ces études montrent que les facteurs psychologiques, comme les facteurs motivationnels, influencent la performance sans implications de processus périphériques.

De manière plus surprenante, aucune différence d'activation volontaire (i.e., indicateur majeur d'une fatigue centrale) n'a été observée entre la condition où un stéréotype négatif était induit et la condition où l'information contre-stéréotypique était induite dans l'étude 3. L'explication la plus probable concerne le niveau de fatigue centrale induit par la tâche. En effet, bien que la tâche réalisée ait entraîné une diminution significative du niveau d'activation volontaire, cette diminution a principalement eut lieu durant les 15 premières contractions. La chute d'activation volontaire était, en effet, faible durant les 15 dernières contractions (i.e., 3,5%). Or, l'induction des différentes conditions était réalisée entre la quinzième et la seizième contraction, pouvant expliquer la non-différence d'activation volontaire entre les deux conditions expérimentales.

Cependant, un autre indicateur mesuré dans cette étude suggère que l'amélioration de la performance pourrait provenir d'une adaptation centrale, et plus précisément d'une fatigue centrale moins importante. Lors de tâches d'endurance, une diminution de la fréquence moyenne du signal électromyographique (MPF) est généralement observée, traduisant une

⁵⁶ Les participants de l'étude de Ansdell et al. (2018) n'étaient pas au courant que l'avatar réalisait une meilleure performance que la leur et pensaient qu'il reproduisait leur performance de la session passée.

fatigue neuromusculaire (e.g., Cifrek et al., 2009). Bien que ce pattern soit observé dans la condition contre-stéréotypique, celui-ci est moins apparent dans la condition où le stéréotype négatif était induit. Dans la littérature scientifique, une modification de la MPF lors d'une tâche d'endurance peut résulter soit d'une adaptation centrale, soit d'une adaptation périphérique (Cifrek et al., 2009 ; Merletti et al., 1990). D'une manière générale, on associe cette modification à une adaptation périphérique lorsqu'elle est due à une diminution de la vitesse de conduction des fibres musculaires et se caractérisant par une augmentation de la durée de l'onde M (Cifrek et al., 2009 ; Naeije & Zorn, 1982). Cependant, deux autres phénomènes pourraient expliquer une modification de la MPF qui mettrait en jeu une rotation des unités motrices et de leur synchronisation (Cifrek et al., 2009). Comme aucune différence n'a été observée au niveau de la durée de l'onde M, il est alors possible de réfuter l'argument d'une adaptation périphérique. Par conséquent, nous pourrions suggérer que l'amélioration de la performance pourrait résulter d'une adaptation centrale, qui serait en partie due à une modification du recrutement des unités motrices, et par conséquent à une diminution de la fatigue centrale lorsque le stéréotype négatif était induit.

Cette hypothèse d'une adaptation centrale fait écho à certaines études examinant les modifications de performance liées à la manipulation de facteurs environnementaux ou psychologiques (e.g., Blackemore, Rieger, & Vuilleumier, 2016 ; Ducrocq et al., 2017 ; Goodall et al., 2015 ; Jaafar et al., 2015 ; Rube & Secher, 1981 ; Temesi et al., 2013). Dans l'étude de Ducrocq et al. (2017), les participant.e.s devaient réaliser 5 km de cyclisme le plus rapidement possible (i.e., condition contrôle). Lors d'une visite suivante, ils/elles devaient réitérer cette tâche. Cependant, dans cette condition, les participant.e.s devaient suivre un avatar censé refléter la performance du/de la participant.e de la condition contrôle, mais était finalement plus rapide (i.e., la performance représentait 102% de la performance de la condition contrôle). Bien que la performance obtenue dans la condition contrôle était censée refléter la

performance maximale des participant.e.s⁵⁷, ces dernier.es ont réussi à réaliser les 5 km en un temps plus faible lorsqu'ils/elles devaient suivre l'avatar. Ces auteurs ont montré, en investiguant les fonctions neuromusculaires, que l'amélioration de la performance était due à une augmentation de l'activation musculaire et donc à une adaptation centrale. En accord avec ces résultats, Rube et Secher (1981) avaient suggéré que les facteurs motivationnels agiraient sur la performance d'endurance au travers d'adaptations « *within the central nervous system* » (p. 1). Enfin, les facteurs émotionnels pourraient également impacter la performance au travers d'adaptations d'origine centrale (Blackemore et al., 2018 ; Jaafar et al., 2015). Jaafar et al. (2015) ont par exemple montré que le recrutement d'unités motrices durant un sprint pouvait être modulé en fonction de si le participant regardait une image plaisante ou déplaisante placée en face de lui. Au regard des précédentes études et des études réalisées dans cette thèse, il apparaîtrait que l'utilisation de facteurs environnementaux et psychologiques influencerait la performance d'endurance des participant.e.s au travers d'adaptations centrales et, dans le cas de l'étude 3, d'adaptations centrales moins marquées.

Dans le cadre de l'étude 3, la modification de la MPF, observée dans la condition où un stéréotype négatif envers les femmes était induit, résulterait donc d'une adaptation centrale, et plus précisément d'une modification de la commande motrice centrale. Pour corroborer cette hypothèse, nous nous sommes intéressés aux potentiels corticaux moteurs (MRPCs) responsables de la planification et de l'exécution de la commande motrice centrale (pour une revue, voir Shibasaki & Hallett, 2006). Dans la littérature scientifique, une augmentation de l'amplitude des MRCPs est associée à une augmentation de la force subséquente générée, notamment au niveau du cortex moteur (e.g., Siemonow et al., 2000). Cependant, malgré une

⁵⁷ Ces auteurs ont réalisé trois séances de familiarisation durant lesquelles les participant.e.s devaient réaliser la même tâche que lors de la condition contrôle (i.e., 5 km le plus vite possible). En comparant la meilleure performance réalisée lors de ces séances de familiarisation à celle de la condition contrôle, aucune différence n'a été observée suggérant un haut niveau de reproductibilité de la tâche. Ce résultat révèle aussi que la performance réalisée par les participant.e.s lors de la condition contrôle représentait bien la performance que les participant.e.s étaient capables de réaliser.

augmentation de la force développée après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes, l'amplitude des MRCPs au niveau moteur (i.e., aire motrice supplémentaire, Cz ; aire centrale controlatérale, C2) n'était pas différente de celle observée dans la condition contre-stéréotypique. La principale explication à cet effet repose sur la faible différence de force développée entre les deux conditions expérimentales (i.e., 4%). Alors que Nishira et al. (1989) ont observé une modification de l'amplitude des MRCPs au niveau du cortex moteur, la différence de poids soulevée entre les deux conditions était très élevée (i.e., 10 kg). A l'inverse, dans l'étude de Kristeva et al. (1990), aucune différence d'amplitude de MRCPs n'a été observée malgré une différence de force entre les deux conditions expérimentales. Plus précisément, les participant.e.s devaient développer une force de 250 g dans une condition et 400 g dans une autre (i.e., tâche de flexion des doigts). Cette différence de poids entre les deux conditions correspondait à approximativement 2% de la charge maximale. La différence de performance observée entre les deux conditions expérimentales dans l'étude 4 étant d'environ 4%, cela pourrait expliquer pourquoi aucune différence d'amplitude des MRCPs au niveau du cortex moteur n'a été observée.

Cependant, le cortex préfrontal (CPF) a été impacté par l'induction du stéréotype négatif à l'encontre des femmes. Dans cette zone, l'amplitude des potentiels de préparation (RP) des femmes était plus élevée lorsqu'elles étaient assignées à la condition où un stéréotype négatif était induit, comparativement à lorsqu'elles étaient assignées à la condition contre-stéréotypique. Dans un premier temps, ces résultats sont concordants avec de précédentes études dans le domaine cognitif qui montraient que l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes entraînait une activation importante du CPF (Forbes & Leitner, 2014 ; Inzlicht & Kang, 2010 ; Krendl et al., 2008 ; Wraga et al., 2007). Ce résultat est également en accord avec de nombreuses études montrant que des facteurs environnementaux et psychologiques peuvent influencer l'activité du CPF durant des tâches d'endurance (e.g.,

Bigliassi, Leon-Dominguez, Buzzachera, Barreto-Silva, & Altimari, 2015 ; Browsberger et al., 2013 ; Radel, Brisswalter, & Perrey, 2017 ; Shortz, Pickens, Zheng, & Metha, 2015 ; Wingfield et al., 2018), notamment au travers d'une modification de l'habillage de la tâche (e.g., Radel et al., 2017 ; Wingfield et al., 2018). Les participants de l'étude de Wingfield et al. (2018) ont réalisé à deux reprises une épreuve « contre-la-montre » de 30 km. Dans une condition, des informations comme la distance à parcourir étaient connues par le participant alors que dans la seconde, aucune information n'était fournie aux participants. Les auteur.e.s ont montré que lors des deux derniers km, les participants qui avaient connaissance de la distance restant à parcourir ont développé une plus grande puissance, accompagnée d'une activation accrue du CPF. Ces deux variables (i.e., puissance développée et activité du CPF) étaient de surcroît fortement corrélées. Les résultats de cette étude suggèrent que la connaissance de la faible distance à parcourir a activé dans une plus grande mesure le CPF, qui s'est traduit par l'augmentation de la puissance développée.

L'étude 4 est la première étude dans le domaine physique et sportif à avoir testé le rôle du CPF lié à l'induction d'un stéréotype négatif. Depuis quelques années, le rôle du CPF a suscité un intérêt grandissant dans le cadre de tâches d'endurance et les auteur.e.s sont arrivé.e.s à la conclusion que le CPF y jouait un rôle majeur (e.g., Ekkekakis, 2009 ; McMorris et al., 2018 ; Perrey et al., 2016 ; Robertson & Marino, 2016 ; Wingfield et al., 2018). Certain.e.s auteur.e.s ont alors suggéré que le CPF intégrerait différentes informations, comme des réponses motivationnelles ou émotionnelles. L'intégration et le traitement de ces informations conduiraient à une décision quant à l'engagement dans la tâche qui peut se matérialiser par un arrêt de l'effort, une poursuite de l'effort ou encore un engagement accru dans l'effort (McMorris et al., 2018 ; Perrey et al., 2016). De plus, quelques études ont montré que le CPF était impliqué dans la génération de MRCPs et donc dans la planification du mouvement (Berchicci et al., 2013 ; Guo et al., 2017 ; Jahanshahi et al., 2001). Comme nous avons observé

une augmentation de la motivation des participantes dans l'étude 4, il est alors possible que cette motivation ait été intégrée au niveau du CPF, ce qui a entraîné une planification plus importante du mouvement subséquent (i.e., caractérisée par une amplitude des RP plus importante), aboutissant à l'amélioration de la performance observée après l'induction du stéréotype négatif. Cette hypothèse est renforcée par le fait qu'une augmentation de la motivation peut influencer l'amplitude des RP (e.g., McAdam & Seales, 1968 ; Pornpattananangkul & Nusslock, 2015).

Comme nous venons de le voir, le CPF est connu pour être un centre décisionnel lors de tâches d'endurance (Robertson & Marino, 2016). Nous pourrions suggérer que la décision de développer plus d'effort, lorsque le stéréotype négatif était induit, serait prise consciemment. Cette hypothèse est renforcée par le fait que les femmes étaient davantage motivées à surpasser les hommes dans cette même condition. Cependant, d'autres indices laissent présager que la décision de développer une plus grande force résulterait également d'un traitement inconscient. Cette dernière hypothèse se base sur les recherches du libre arbitre (i.e., *free will*), et notamment l'étude princeps de Libet et al. (1983). Selon ces auteurs, les participant.e.s deviennent conscient.e.s de la décision d'exécuter un mouvement 200 ms avant son initiation. Dans cette même étude, ils ont également observé une élévation de l'activité corticale débutant 550 ms avant l'exécution du mouvement. Cette augmentation représente les RP. Il existerait donc une fenêtre de 350 ms entre le moment où l'activité corticale débute et la conscience de la prise de décision du mouvement à exécuter. Ces auteurs en ont conclu que le cerveau planifiait inconsciemment le mouvement. Il y aurait tout de même un « veto » pour réguler le mouvement si nécessaire. Comme nous avons observé une élévation plus importante de l'activité corticale au niveau des RP, et donc avant la prise de conscience du mouvement, cela pourrait signifier que les stéréotypes seraient intégrés à un niveau inconscient. De cette intégration en résulterait

une augmentation de la motivation, qui influencerait en retour la prise de décision quant au mouvement.

3.3. L'APPORT DES MODELES PHYSIOLOGIQUES DANS L'EXPLICATION DES EFFETS OBSERVES

Comme nous avons pu le voir dans la section 4.2.2.4. du chapitre 1, de nombreux modèles de fatigue ont été développés dans l'objectif d'expliquer et modéliser les phénomènes de fatigue, et notamment la régulation de la performance (e.g., la théorie du gouverneur central ; Noakes et al., 2004 ; Noakes & St Clair Gibson, 2004 ; la théorie du seuil de fatigue périphérique ; Amann, 2011 ; le modèle psychobiologique ; Marcora, 2008 ; le modèle intéroceptif de la régulation de la commande motrice centrale ; McMorris et al., 2018). Au regard de nos hypothèses et des différents résultats observés dans le cadre de cette thèse, le modèle développé par McMorris et al. (2018) apparaît comme le plus complet pour expliquer les résultats obtenus. En effet, de nombreuses similitudes existent entre les résultats de nos différentes études et le modèle intéroceptif de la régulation de la commande motrice centrale (McMorris et al., 2018). Nos études suggèrent que le CPF joue un rôle majeur dans l'amélioration de la performance, à l'instar du modèle de McMorris et al. (2018). Le CPF, au travers de nombreux feedbacks, va évaluer les choix possibles et prendre la décision de poursuivre l'effort, d'arrêter l'exercice ou bien de le réguler, en modifiant la commande motrice centrale. Ces décisions peuvent être influencées par de nombreux facteurs, comme par exemple les facteurs motivationnels. Il s'agit également d'un point de convergence avec nos études qui ont montré une augmentation de la motivation des femmes lorsqu'un stéréotype négatif à leur égard était induit. Enfin, la perception de l'effort, apparaissant comme centrale dans l'amélioration de la performance observée dans nos études, pourrait être influencée au travers de nombreux facteurs motivationnels (e.g., Andreacci et al., 2001 ; Blanchfield et al., 2014) ou

périphériques (i.e., feedbacks afférents), comme le prédit le modèle intéroceptif de McMorris et al. (2018).

3.4. LES MECANISMES LIES A L'AMELIORATION DES HOMMES APRES L'INDUCTION D'UN STEREOTYPE SEXUE

Les études 1, 2, 3 et 4 nous ont également permis d'avoir une meilleure compréhension des mécanismes de l'effet d'ascenseur du stéréotype, jusqu'alors faiblement investigués. Seulement deux études dans le domaine physique et sportif ont tenté d'identifier les mécanismes explicatifs des effets d'ascenseur du stéréotype (Chalabaev, Stone et al., 2008 ; Laurin, 2017). Walton et Cohen (2003) avaient suggéré que ce phénomène exerçait son impact en encourageant les comparaisons sociales descendantes (i.e., avec un groupe perçu plus faible), augmentant la confiance en soi des participant.e.s avantagé.e.s par le stéréotype, conduisant à une amélioration de leur performance en exerçant un effort plus important. Chalabaev, Stone et al. (2008) ont confirmé cette hypothèse en montrant que l'amélioration de la performance des hommes après l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes, lors d'une tâche d'équilibre, était médiée par un engagement plus important dans la tâche. Cet engagement accru a été confirmé dans l'étude 2 au travers d'une augmentation de la fréquence cardiaque lorsque le stéréotype négatif envers les femmes était induit, comparativement à lorsque l'information contre-stéréotypique était induite.

Les participants ont également développé une puissance plus importante (étude 2) et une force plus importante (étude 4) après l'induction du stéréotype négatif envers les femmes, malgré une RPE fixe, mettant en exergue une modification de la relation dite RPE/intensité. Cela suggère que la perception de l'effort a joué un rôle majeur dans l'amélioration de la performance observée dans ces deux études. Ces résultats sont consistants avec une étude montrant qu'induire une comparaison sociale descendante entraînait une réduction de la RPE

des participants lors de l'effort suivant et améliorerait leur performance d'endurance, comparativement aux participants de la condition contrôle (Hutchinson et al., 2008). Toutefois, pour attester du rôle majeur joué par la perception de l'effort dans l'amélioration de la performance des hommes, il nécessite d'être testé avec précision. Enfin, à l'instar des femmes, l'amélioration de la performance des hommes résulterait d'une fatigue centrale moins importante, caractérisée par une diminution moins importante de la MPF. Le raisonnement derrière cette hypothèse est le même que celui réalisé pour les femmes, étant donné le fait que les résultats étaient identiques entre les femmes et les hommes (voir *section 3.2.*).

Même si certains mécanismes apparaissent comme communs aux résultats observés chez les femmes et les hommes, l'amélioration de la performance ne découlerait pas d'une planification plus importante du mouvement au niveau du CPF. En effet, aucune différence concernant l'amplitude des MRCPs n'a été observée au niveau du cortex moteur (i.e., probablement due à la faible différence de force développée entre les deux conditions) mais également au niveau du cortex préfrontal. De plus, les hommes n'étaient pas davantage motivés à surpasser les femmes lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes était induit. Comme il existe une relation entre l'augmentation de la motivation et l'amplitude des RP (e.g., McAdam & Seales, 1968 ; Pornpattananangkul & Nusslock, 2015), une absence de modification de la motivation pourrait expliquer pourquoi aucune modification de l'amplitude des RP des hommes n'a été observée dans l'étude 4. Ce résultat est toutefois en lien avec les résultats de Chalabaev, Brisswalter et al. (2013) qui ne montraient aucune différence liée à la montée en force des hommes lors d'une tâche de force maximale, suggérant que les processus préparatoires n'étaient pas affectés par l'induction d'un stéréotype négatif. Il serait alors nécessaire de définir quels facteurs centraux seraient responsables de l'amélioration de la performance observée, avec notamment l'utilisation d'autres outils d'investigation. Par exemple, bien que l'EEG soit un outil fiable pour investiguer l'activité corticale et qu'il présente

de nombreux avantages comme une résolution temporelle élevée (i.e., enregistrement milliseconde par milliseconde permettant de détecter des changements rapides de l'activité corticale), il contient certaines limites. Il possède, par exemple, une faible résolution spatiale, ce qui ne permet pas de détecter avec précision quelles zones sont spécifiquement activées dans le cortex préfrontal. L'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle permettrait d'investiguer certaines zones en détail, comme par exemple le cortex cingulaire antérieur pouvant être fortement activé après l'induction d'un stéréotype négatif (Inzlicht & Kang, 2010 ; Krendl et al., 2008 ; Wraga et al., 2007).

4. LIMITES

Les travaux réalisés dans le cadre de cette thèse, bien qu'apportant de nouvelles informations sur l'influence des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive, présentent toutefois certaines limites. Une première limite concerne les participant.e.s utilisé.e.s pour investiguer l'effet des stéréotypes sexués dans les études 1, 2, 3 et 4. Les participant.e.s de ces quatre études étaient exclusivement constitué.e.s d'étudiant.e.s de la Faculté des Sciences du Sport de Nice. Tout d'abord, recruter uniquement ce type de participant.e.s a pu exacerber les résultats obtenus lors de ces quatre premières études. D'après le modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997), les participant.e.s doivent être identifié.e.s au domaine évalué, c'est-à-dire percevoir ce domaine comme important pour eux/elles, pour être affecté.e.s par l'induction d'un stéréotype. Par conséquent, nous avons recruté uniquement des participant.e.s identifié.e.s au domaine du sport en général, et ces participant.e.s étaient même fortement identifié.e.s à ce domaine. Or, des études ont montré que le degré d'identification au domaine pouvait moduler l'effet des stéréotypes (pour une méta-analyse, voir Nguyen & Ryan, 2008 ; voir aussi Laurin, 2017a ; Saunders, 2016). En effet, les effets des stéréotypes négatifs auraient une influence négative moins importante sur les participant.e.s fortement identifié.e.s au domaine que sur les participants modérément identifié.e.s (Laurin, 2017a ; Nguyen & Ryan, 2008). Enfin, les participant.e.s fortement identifié.e.s au domaine pourraient même voir leur performance améliorée après l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard (Saunders, 2016). Il serait alors nécessaire dans de futures études d'examiner si les effets obtenus dans cette thèse peuvent se retrouver sur une population modérément identifiée. De plus, le fait que l'intégralité des participant.e.s soit issue d'une même université tend à réduire la validité externe de nos recherches et il semble primordial de généraliser ces effets auprès d'une plus large population.

La validité écologique de nos études apparaît également comme limitée. Les études 1, 2, 3, 4 et 5 ont été réalisées en laboratoire. Or, les études en laboratoire présentent certaines faiblesses, comme la possibilité d'obtenir des résultats qui n'auraient pas été obtenus en condition naturelle ou bien l'impossibilité de généraliser les résultats dans la vie de tous les jours (Aziz, 2017). Cependant, cette méthode a l'avantage de permettre un meilleur contrôle des variables non pertinentes qui pourraient influencer autrement les résultats (Aziz, 2017). Cela nous a, par exemple, permis de répliquer nos résultats dans différentes études au travers de différentes tâches. De plus, la tâche utilisée dans l'étude 2, bien que réalisée en laboratoire, peut refléter des activités de la vie quotidienne, étant basée sur une régulation personnelle de l'effort en fonction de sa propre RPE. Cela laisse entrevoir que l'amélioration de la performance observée dans les études 1, 2, 3 et 4 pourrait être répliquée en condition naturelle. Il apparaît tout de même primordial d'investiguer les effets des stéréotypes lors de tâches d'endurance sur le terrain, par exemple lors de cours d'Éducation Physique et Sportive, dans un objectif de généralisation de nos résultats.

Une troisième limite concerne le type d'induction des stéréotypes utilisé dans les six études réalisées, à savoir une manipulation explicite. Nos résultats positifs après l'induction d'un stéréotype négatif ont pu être accentués par le type de manipulation des stéréotypes utilisé, et plus particulièrement par l'implication de la théorie de la réactance du stéréotype (Kray et al., 2001). Cette théorie distingue les types de manipulation, à savoir explicites (i.e., le stéréotype ou les caractéristiques stéréotypiques liées à la tâche sont clairement explicités) et implicites (i.e., le stéréotype n'est pas directement évoqué mais « sous-entendu »). Plus précisément, cette théorie suggère que lorsqu'un stéréotype négatif est induit, les participants menacés sont davantage susceptibles de percevoir le stéréotype dirigé vers eux, et par conséquent voudrait le réfuter. Comme nos six manipulations expérimentales étaient basées sur une manipulation explicite, il se peut que les femmes (i.e., études 1,2, 3 et 4) et les seniors (i.e.,

études 5 et 6) aient été incitées à prouver que le stéréotype était faux. Il serait alors judicieux dans de futures études d'examiner si les résultats de ces six études s'observent lorsque les stéréotypes sont induits de manière implicite.

Enfin, même si nous avons observé dans nos différentes études un effet de l'induction des stéréotypes sur de nombreuses variables comme la fréquence cardiaque (i.e., étude 2), la fréquence moyenne du signal électromyographique (i.e., étude 3), la motivation auto-rapportée (i.e., étude 4), ou encore les potentiels corticaux moteurs (i.e., étude 4), ces variables n'ont pas médié l'amélioration de la performance observée. Une des raisons expliquant cette absence de médiation pourrait résider dans le nombre de participants recrutés dans ces études. Bien que le nombre de participants recrutés dans les études 1, 2, 3 et 4 apparaissait comme suffisant pour investiguer les effets de menace du stéréotype (i.e., le calcul de puissance était basé sur la taille d'effet observée dans la méta-analyse de Gentile et al. (2018), à savoir $d = 0.33$) (voir *section 1.1.* du Chapitre 2) ; ces tailles d'échantillon semblent trop faibles pour détecter un effet médiateur de ces variables (e.g., Fritz & MacKinnon, 2007). Fritz et MacKinnon (2007) ont établi le nombre de participants qu'il était nécessaire de recruter afin de d'obtenir une médiation en fonction d'un nombre important de critères (e.g., taille d'effet fort *versus* taille d'effet faible de la variable indépendante sur la variable médiatrice) sur différents tests. Au regard de leurs résultats, nos tailles d'échantillons apparaissent comme insuffisantes pour détecter un effet médiateur de nos variables investiguées. Il serait alors nécessaire dans de futures études de recruter davantage de participants afin d'optimiser la possibilité de définir précisément au travers de quelles variables la performance des participants est améliorée après l'induction d'un stéréotype négatif. Augmenter le nombre de participants permettrait également d'observer de potentiels effets plus faibles (i.e., $d < .33$), indétectables avec le nombre de participants recrutés dans nos études. Souhaitant répliquer les résultats obtenus chez les femmes à la population des seniors, nous avons recruté un nombre semblable de participantes dans les études 5 et 6, que

dans les études 1, 2, 3 et 4, en lien avec de précédentes études investiguant l'effet des stéréotypes liés à l'âge (Chiviacowski et al., 2018 ; Swift et al., 2012). Cependant, il serait également nécessaire de recruter davantage de seniors dans de futures études. En accord avec cela, les études s'intéressant aux effets de menace du stéréotype liés à l'âge dans le domaine cognitif ont majoritairement observé des effets faibles à modérés, difficilement détectables avec nos tailles d'échantillon.

CHAPITRE 5 :
PERSPECTIVES &
APPLICATIONS

1. PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Ce travail doctoral nous a permis d'avoir une meilleure vision de comment les stéréotypes influencent la performance dans le domaine physique et sportif, notamment lors de tâches d'endurance non-techniques. Les résultats obtenus méritent toutefois d'être approfondis sur certains points et de nouvelles questions émergent. Une généralisation des effets positifs observés dans nos différentes études nécessite d'être examinée. Il est également primordial de poursuivre l'investigation des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors. Enfin, se questionner sur le caractère systématique des effets des stéréotypes relève d'un enjeu majeur dans les prochaines années.

1.1. GENERALISATION DES EFFETS POSITIFS LORS DE TACHES NON-TECHNIQUES

Après avoir majoritairement observé des résultats positifs liés à l'investigation des effets des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique, il serait intéressant d'examiner si les présents effets sont répliquables à d'autres populations négativement stéréotypées. De précédentes études ont effectivement montré que d'autres stéréotypes, existants dans le domaine physique et sportif, pouvaient impacter la performance lorsqu'ils sont induits dans une situation évaluative. C'est le cas par exemple des stéréotypes liés à l'obésité (Cardozo & Chiviacowski, 2015), liés à l'ethnie (e.g., Stone & McWhinnie, 2008), ou encore liés à l'inactivité (Gray, Deshayes et al., *soumis*). Certains indices laissent présager que cet effet positif lié à l'induction d'un stéréotype négatif pourrait être généralisé à ces autres populations. Par exemple, dans une récente étude réalisée en collaboration, nous avons observé que, lorsque le stéréotype émergent lié à l'inactivité (i.e., *nonexerciser stereotype* : Martin Ginis & Leary, 2006) était induit lors d'une tâche d'endurance

non-technique, les participants réalisaient une meilleure performance que lorsqu'ils étaient assignés à la condition contre-stéréotypique, renforçant les prédictions d'un effet tâche-dépendant.

Le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007) apparaît comme valide pour expliquer les effets observés dans les études 1, 2, 3 et 4. Cependant, comme précédemment évoqué, ce modèle n'a pas été complètement testé dans ce travail doctoral et nécessite d'être évalué dans son intégralité, à savoir avec une réponse correcte et incorrecte lors de tâches d'endurance non-techniques (voir *section 1.1.* de la discussion générale). En plus de devoir être appliqué lors de tâches non-techniques, ce modèle nécessite d'être généralisé à d'autres tâches, notamment techniques. A l'heure actuelle, uniquement deux études ont été conduites dans le domaine physique et sportif pour tester ce modèle, et les stéréotypes utilisés dans ces deux études étaient non pas liés aux compétences physiques mais aux capacités des femmes en mathématiques. Il apparaît alors primordial de tester la validité de ce modèle dans le domaine physique et sportif, en utilisant un stéréotype lié à ce domaine. Par exemple, Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) ont montré une chute de performance des participantes assignées à un stéréotype négatif à leur égard, lors d'une tâche de dribbles en football. Ce résultat pourrait s'expliquer par une surveillance explicite du mouvement (Schmader et al., 2008). Cependant, le modèle du simple effort apporterait une nouvelle explication à ces effets : les participantes auraient réalisé la tâche avec la réponse incorrecte⁵⁸. En considérant que la réponse dominante sur la tâche soit d'utiliser les deux pieds, comparativement à un pied, et qu'utiliser ses deux pieds soit la réponse correcte sur la tâche (i.e., meilleure performance qu'avec un seul pied) alors, d'après le modèle du simple effort, une amélioration de la performance devrait survenir pour les femmes menacées par un stéréotype. Si une de ces deux conditions (i.e., réponse

⁵⁸ Les auteurs ont demandé aux participants de réaliser la tâche uniquement avec le pied dominant.

dominante et réponse correcte) n'est cependant pas remplie, alors le modèle du simple effort apparaîtrait comme inapplicable dans le domaine physique et sportif.

De plus, à l'heure actuelle, les effets de menace du stéréotype ont été principalement investigués au travers de tâches techniques (pour une méta-analyse, voir Gentile et al., 2018) ainsi que lors de tâches d'endurance non-techniques (études 1, 2, 3, 4, 5 et 6). Cependant, d'autres facteurs restent inexplorés dans le domaine physique et sportif comme la vitesse, le temps de réaction ou encore la précision. Ces facteurs apparaissent comme nécessaires d'investiguer dans l'objectif de répondre à des questions encore aujourd'hui non-résolues. Comme mentionné, Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) ont observé que les femmes menacées mettaient plus de temps à réaliser une tâche de dribbles en football que les femmes non-menacées. Selon Huber et al. (2015), « *while this finding supports the argument that the stereotype has a negative effect on sensorimotor performance, these results are mute about how stereotype threat affects motor performance. In soccer dribbling, slower performance can result either from being slow and cautious, but making minimal errors, or from moving fast, but making hasty mistakes that then need correcting* » (p. 525). Pour tester ce qu'évoquent Huber et al. (2015), un moyen efficace serait d'utiliser une tâche de pointage (Fitts, 1954). Lors de ce type de tâche, le/la participant.e tient un pointeur dans sa main, et doit, au signal, atteindre le plus rapidement possible une cible plus ou moins épaisse en étant de surcroît le plus précis possible. Lorsqu'un stéréotype est induit, si le temps pour atteindre la cible est plus rapide mais se couplant avec davantage d'erreurs (i.e., pointeur en dehors de la cible) alors il serait possible de suggérer que la chute de performance observée dans l'étude de Chalabaev, Sarrazin et al. (2008) serait due à une rapidité accrue mais qui provoquerait plus d'erreurs dans l'exécution du mouvement. A l'inverse, si les participant.e.s atteignent moins rapidement la cible mais réalisent moins d'erreurs, alors la chute de performance serait due à une vigilance accrue quant à l'exécution de la tâche, diminuant la vitesse du mouvement.

Enfin, il pourrait être intéressant de définir les modérateurs, que ce soit pour les effets positifs des stéréotypes comme pour les effets négatifs dans le domaine physique et sportif. Sur six modérateurs testés dans le domaine physique et sportif (e.g., induction implicite vs. induction explicite, geste appris vs. nouveau geste), Gentile et al. (2018) ont uniquement mis en évidence que le type de tâche (i.e., masculine vs. féminine) était un modérateur de l'effet de menace du stéréotype. Les effets des stéréotypes sont plus forts lors de tâches masculines que féminines. Dans cette méta-analyse, les modérateurs principaux mis en avant dans le domaine cognitif, à savoir l'identification au domaine ou la difficulté de la tâche, n'ont pas été testés. En effet, ces modérateurs ont directement été appliqués par les différent.e.s auteur.e.s dans le domaine physique et sportif, sans avoir été testés. Ces modérateurs pourraient ne pas être identiques dans le domaine physique et sportif (e.g., identification au domaine ; Laurin, 2013). Ils nécessitent par conséquent d'être investigués, ainsi que d'autres potentiels modérateurs, dans l'objectif de distinguer, ou rapprocher le domaine cognitif et le domaine physique et sportif.

1.2. POURSUIVRE L'INVESTIGATION DES STEREOTYPES LIES A L'AGE SUR LA PERFORMANCE PHYSIQUE ET SPORTIVE DES SENIORS

Le nombre de seniors continue d'augmenter d'années en années dans notre société et les projections vont également dans ce sens (Colby & Ortman, 2015). Bien que les seniors représentent une part importante de la population actuelle, seulement une poignée d'études s'est intéressée à comment les stéréotypes négatifs prévalents chez cette population (Hummert, 1990 ; Kite et al., 2005) influencent la performance physique et sportive des seniors. Les résultats des précédentes études et ceux obtenus dans les deux études réalisées dans cette thèse ne nous permettent pas de définir encore avec précision dans quelles situations l'effet de menace du stéréotype opère (i.e., baisse de performance), quand est-ce qu'il est inefficace

(étude 5), ou encore « bénéfique » pour la performance (étude 6), malgré certaines pistes apportées dans le cadre de cette thèse.

Il serait intéressant, par exemple, d'investiguer différentes « sous-populations » de la population des seniors. A l'heure actuelle, l'un des seuls critères d'inclusion/d'exclusion utilisé dans les études investiguant les stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors est d'être un.e senior. A titre d'exemple, Horton et al. (2010) ont recruté leurs participants « *through advertisements in local newspapers and flyers placed on bulletin boards at various community centers and events* » (p. 356). Il pourrait être intéressant de distinguer différentes « sous-populations » des seniors afin d'obtenir de meilleures informations quant aux effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors. Par exemple, une large partie de la population des seniors est inactive dans notre société (e.g., Watson et al., 2016). Investiguer comment les stéréotypes influencent leur performance physique ou sportive semble d'intérêt majeur⁵⁹. De manière opposée, examiner si les athlètes vétérans (i.e., *master athletes*) sont impactés de la même manière que les personnes inactives par un stéréotype apparaît comme intéressant, et ce pour plusieurs raisons. Premièrement, cela permettrait d'identifier de potentielles différences entre les différents groupes de seniors. Deuxièmement, en supposant que les athlètes vétérans ne soient pas influencés par l'induction d'un stéréotype négatif, cela pourrait ouvrir des pistes sur comment réduire les effets de menace du stéréotype liés à l'âge. Par exemple, il pourrait être intéressant d'étudier si l'adhésion de seniors à la pratique d'une activité physique régulière pourrait réduire les stéréotypes négatifs associés à leur groupe, et par conséquent diminuer la potentielle influence de ces stéréotypes sur leur performance physique et sportive. Une fois les effets des stéréotypes liés à l'âge

⁵⁹ Avoir un faible niveau d'activité ne veut pas nécessairement dire que les participants sont non-identifiés au domaine du sport. En effet, il est possible d'être identifié à ce domaine, sans pour autant pratiquer (Gray, Deshayes et al., *soumis*). Différentes raisons pourraient expliquer ce faible niveau d'activité.

clairement définis, il serait également nécessaire d'investiguer par quels mécanismes ces effets opèrent afin d'également pouvoir proposer des moyens d'atténuations de ces potentiels effets.

1.3. INVESTIGUER LE CARACTERE SYSTEMATIQUE DE LA MENACE DU STEREOTYPE

Une question qui a récemment été abordée (pour une revue voir Martiny & Smith, 2018 ; voir aussi *Les stéréotypes*, Chalabaev & Sarrazin, 2016, Chapitre 2) et qui pourrait recevoir un intérêt grandissant à la suite des travaux réalisés dans cette thèse représente le caractère systématique de l'effet de menace du stéréotype. En effet, tous les individu.e.s réagissent-ils/elles de la même façon à l'induction du stéréotype ? En reprenant les travaux de cette thèse, nous avons, par exemple, mis en évidence que les femmes étaient motivées à surpasser les hommes. A une échelle plus importante, est-ce que toutes les femmes seraient davantage motivées à surpasser les hommes ? Ou est-ce que certaines femmes pourraient être en accord avec ce stéréotype et s'engager dans moins d'effort ?

Spontanément, la réponse serait oui, mais peu d'études ont testé cette hypothèse. Certaines pistes laissent tout de même suggérer que les individu.e.s pourraient répondre différemment à une situation de menace du stéréotype. Par exemple, Gupta et Bhawe (2007) ont recruté des participantes issues d'une école de commerce et ont investigué l'effet de menace du stéréotype lié à l'image masculine de l'entrepreneuriat (Fagenson & Marcus, 1991) sur l'intention de travailler dans ce domaine. Les femmes ont été réparties en deux groupes : d'un côté les femmes ayant une personnalité proactive (i.e., individu.e.s prenant des initiatives, persévérant jusqu'à atteindre leur objectif) et de l'autre les femmes ayant une personnalité moins proactive. Les résultats ont montré que les femmes ayant une personnalité proactive étaient davantage affectées par la menace du stéréotype que les participantes ayant une personnalité moins proactive. Ce résultat suggère que les individu.e.s d'un même groupe (e.g., étudiantes en section commerce, identifiées à ce domaine) pourraient réagir différemment à une

situation de menace du stéréotype. Seulement, aucune étude ne s'est penchée sur la question dans le domaine physique et sportif. Dans celui-ci, il a été montré que les individu.e.s choisissant des sports « masculins » sont typé.e.s masculin.e.s, ceux/celles qui choisissent des sports « féminins » sont typé.e.s féminin.e.s et ceux/celles qui choisissent des activités « appropriées aux deux sexes » sont androgynes (i.e., scores de masculinité et de féminité élevés) (e.g., Fontayne, Sarrazin, & Famose, 2002). Une question pourrait alors émerger : est-ce que les femmes typées masculines réagiraient de la même façon que les femmes typées féminines à l'induction d'un stéréotype négatif à l'encontre des femmes, lors de tâches typées masculines (e.g., football ; Martiny et al., 2015) ?

2. APPLICATION & PORTEE GENERALE DE NOS RESULTATS

Dans la partie introductive de cette thèse, nous avons montré que les femmes et les seniors étaient négativement stéréotypé.e.s dans notre société et que ces stéréotypes pouvaient avoir une influence négative à long-terme mais également à court-terme au travers du modèle de la menace du stéréotype (Steele, 1997). Dans cette thèse, plutôt que d'impacter négativement la performance des participantes, l'induction d'un stéréotype négatif a majoritairement amélioré la performance des participantes qui en étaient la cible. Une conclusion trop hâtive qui pourrait être tirée de nos résultats serait la suivante : *Les stéréotypes négatifs sont bénéfiques pour les épreuves d'endurance non-techniques !*

Certes, les résultats de nos études montrent un effet positif de l'induction d'un stéréotype négatif. Cependant, une question émerge de cette conclusion : *Faut-il recommander de menacer négativement les élèves en Education Physique et Sportive, les athlètes de haut niveau ou encore les seniors lors de programmes d'activités physiques adaptées, dans le but d'une amélioration de leur performance ?* A l'heure actuelle, la réponse serait non, et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord, cet effet a été observé en laboratoire avec uniquement l'expérimentateur et le/la participant.e présent.e dans la salle. Il est tout à fait possible qu'en situation plus naturelle, certains autres facteurs (e.g., la présence de spectateurs, la réalisation de la tâche avec des individu.e.s du sexe opposé) pourraient s'ajouter et entraîner un renversement des effets positifs en négatifs. De plus, cet effet positif a été observé, à l'heure actuelle, uniquement sur des tâches d'endurance non-techniques et pourrait ne pas affecter de la même manière d'autres types de tâches comme les tâches de vitesse ou de précision. Aussi, comme précédemment mentionné, il apparaît nécessaire de questionner le caractère systématique de l'effet des stéréotypes négatifs. Par exemple, même si nos études 1, 2, 3, 4 et

6 ont montré des effets positifs des stéréotypes négatifs qui pourraient être dus à une motivation accrue, est-ce qu'appliquer à la population globale, tous/toutes les participant.e.s seraient motivé.e.s à surpasser le groupe non-menacé ? Aujourd'hui, il apparaîtrait alors dangereux d'utiliser des stéréotypes négatifs « à tout-va » dans le but d'améliorer la performance physique et sportive des individu.e.s. Enfin, en se basant sur le *stereotype threat spillover*, Inzlicht et Kang (2010) ont montré qu'induire un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe influencerait la performance de ce groupe mais aussi d'autres variables non-relées au stéréotype. Ces auteur.e.s ont, par exemple, montré qu'induire un stéréotype négatif lié aux faibles compétences en mathématiques des femmes entraînerait, en plus d'une modification de la performance, des comportements agressifs plus importants ainsi que des comportements alimentaires déviants. Par conséquent, même si cet effet positif est répliqué, il faudrait garder à l'esprit que cela pourrait aboutir à des effets négatifs sur d'autres sphères que seule la performance physique et sportive.

Dans les études 2, 4 et 6, nous avons utilisé des tâches basées sur la fixation d'une intensité perçue de l'effort, et les participant.e.s devaient développer une puissance (étude 2) ou une force (études 4 et 6) qu'ils/elles percevaient comme adéquates pour refléter cette perception de l'effort. Depuis quelques années, se baser sur la perception de l'effort est devenue une méthode fiable pour prescrire, suivre et réguler l'intensité d'un exercice lors de programmes d'activités physiques que ce soit chez des seniors (e.g., Row Lazarini et al., 2017) ou chez des adultes plus jeunes (e.g., Sweet et al., 2004). Cette méthode rend l'entraînement plus accessible, plus simple et tout aussi efficace que d'autres méthodes d'entraînement (e.g., Row Lazarini et al., 2017). Par exemple, Row Lazzarini et al. (2017) ont montré que pour améliorer leur force, les seniors devaient travailler à des intensités comprises entre 70% et 90% de leur force maximale ; un test d'effort maximal est par conséquent requis. Ces auteur.e.s ont également montré que pour obtenir des résultats similaires, ils/elles pouvaient travailler à des

intensités perçues entre 14 et 16 en se basant sur l'échelle en 15 points de Borg (1970). D'une manière générale, les études 2, 4, et 6 ont montré qu'une simple modification de l'habillage de la tâche influençait la puissance (étude 2) ou la force (étude 4 et 6) développées par les participant.e.s pour une même perception de l'effort. Les professionnel.le.s de santé se doivent, par conséquent, d'être vigilant.e.s dans la manière dont ils/elles présentent les exercices et/ou leurs feedbacks, car « de tous petits mots » pourraient avoir des effets sur l'effort généré, et *in fine* sur les bénéfices que pourraient apporter le programme d'activités physiques et sportives basé sur la perception de l'effort.

CHAPITRE 6 :
CONCLUSION

Au cours de ce travail doctoral, nous avons souhaité élargir notre compréhension du phénomène de la menace du stéréotype en explorant des tâches d'endurance non-techniques, jusqu'alors non investiguées. Ce travail s'est notamment centré sur deux populations négativement stéréotypées dans notre société, ayant fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre de la menace du stéréotype. La compréhension des effets de ces stéréotypes dans le domaine physique et sportif restait cependant limitée et nous avons souhaité apporter des réponses à ces questionnements. Les résultats obtenus à partir des études réalisées dans cette thèse ont permis d'approfondir nos connaissances relatives à l'influence des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive des femmes et des seniors.

Dans leur revue, Chalabaev, Sarrazin et al. (2013) avaient proposé un modèle résumant les différentes voies d'influence des stéréotypes : *multiple-route model of sex stereotypes influence in sport and exercise*. En plus d'expliquer les différents mode d'opération des stéréotypes dans le domaine physique et sportif, ces auteur.e.s avaient également mis en avant un certain nombre de limites et zones d'ombre dans l'influence des stéréotypes sexués. Ces manques étaient notamment liés aux effets de menace du stéréotype et à leurs explications. Ces auteur.e.s avaient alors suggéré : « *It is therefore necessary to conduct more studies in sport in order to identify the mechanisms of these effects in this domain* » (p. 142-143). Les résultats des études 1, 2, 3 et 4, observés dans le cadre de cette thèse, viennent donc apporter des réponses aux questions soulevées dans cette revue en proposant quelques mécanismes explicatifs. Lors de tâches d'endurance non-techniques, l'induction d'un stéréotype négatif agirait sur la performance au travers d'une combinaison de facteurs motivationnels et centraux mettant en jeu une augmentation de la motivation, une diminution de la perception de l'effort, une planification plus importante du mouvement au niveau du cortex préfrontal et enfin un recrutement accru d'unités motrices. Cependant, les processus médiateurs restent encore flous et nécessitent d'être définis dans le futur. En plus de répondre à certaines interrogations posées

dans ce modèle, les résultats des études 1, 2, 3 et 4 suggèreraient qu'une nouvelle branche pourrait être intégrée à ce modèle : l'effet positif lié à l'induction d'un stéréotype négatif. En effet, nos différentes études ont mis en évidence que les effets des stéréotypes n'étaient pas toujours négatifs mais pouvaient améliorer la performance des participantes qui en étaient la cible, et que cette amélioration pourrait être expliquée par le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007). Ce modèle nécessite toutefois d'être investigué précisément dans de futures études dans un objectif de questionner les résultats des précédents travaux réalisées dans ce domaine. Cela permettrait d'examiner si les effets positifs observés lors de tâches d'endurance non-techniques peuvent se retrouver sur d'autres tâches dans le domaine physique et sportif, comme les tâches techniques.

Dans un second temps, les résultats obtenus dans cette thèse ont également renforcé l'idée selon laquelle les stéréotypes impacteraient différemment la performance physique et sportive des femmes et des seniors lorsqu'un stéréotype négatif est induit. Ces stéréotypes pourraient être groupe-dépendants. Contrairement aux effets chez les femmes, l'interprétation des résultats obtenus dans les études 5 et 6 et dans les précédentes études (Chiviacowski et al., 2018 ; Horton et al., 2010 ; Marquet et al., 2018 ; Swift et al., 2012) est encore difficile étant donné la variabilité dans les résultats obtenus. Au regard des études 5 et 6, une adaptation et une précision du modèle du simple effort chez les seniors pourraient apporter des pistes d'explications quant aux effets des stéréotypes liés à l'âge sur la performance physique et sportive des seniors.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abrams, D., Crisp, R. J., Marques, S., Fagg, E., Bedford, L., & Provias, D. (2008).** Threat inoculation: Experienced and imagined intergenerational contact prevents stereotype threat effects on older people's math performance. *Psychology and Aging, 23*, 934-939.
- Abrams, D., Eller, A., & Bryant, J. (2006).** An age apart: The effects of intergenerational contact and stereotype threat on performance and intergroup bias. *Psychology and Aging, 21*, 691-702.
- Acharya, U., Joseph, K., Kannathal, N., Lim, C., & Suri, J. (2006).** Heart rate variability: A review. *Medical & Biological Engineering & Computing, 44*, 1031-1051.
- Alderman, R. B. (1974).** Psychology Behavior in Sport Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Allen, G. M., Gandevia, S. C., & McKenzie, D. K. (1995).** Reliability of measurements of muscle strength and voluntary activation using twitch interpolation. *Muscle Nerve, 18*, 593-600.
- Allen, D. G., Kabbara, A. A., & Westerblad, H. K. (2002).** Muscle fatigue: The role of intracellular calcium stores. *Canadian Journal of Applied Physiology, 27*, 83-96.
- Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008).** Impaired calcium release during fatigue. *Journal of Applied Physiology, 104*, 296-305.
- Allison, C., Redhead, E., & Chan, W. (2017).** Interaction of task difficulty and gender stereotype threat with a spatial orientation task in a virtual nested environment. *Learning and Motivation, 57*, 22-35.
- Allman, B. L., & Rice, C. L. (2002).** Neuromuscular fatigue and aging: central and peripheral factors. *Muscle Nerve, 25*, 785-796.
- Altareki, N., Drust, B., Atkinson, G., Cable, T., & Gregson, W. (2009).** Effect of environmental heat stress (35°C) with simulated air movement on the thermoregulatory responses during a 4-km cycling time trial. *International Journal of Sports Medicine, 30*, 9-15.
- Amann, M. (2011).** Central and peripheral fatigue: interaction during cycling exercise in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 43*, 2039-2045.
- Amann, M., & Dempsey, J. A. (2008).** Locomotor muscle fatigue modifies central motor drive in healthy humans and imposes a limitation to exercise performance. *The Journal of Physiology, 586*, 161-173
- Amann, M., Proctor, L. T., Sebranek, J. J., Pegelow, D. F., & Dempsey, J. A. (2009).** Opioid-mediated muscle afferents inhibit central motor drive and limit peripheral muscle fatigue development in humans. *The Journal of Physiology, 587*, 271-283.
- Ambady, N., Shih, M., Kim, A., & Pittinsky, T. L. (2001).** Stereotype susceptibility in children: Effects of identity activation on quantitative performance. *Psychological Science, 12*, 385-390.
- Andreacci, J. L., Lemura, L. M., Cohen, S. L., Urbansky, E. A., Chelland, S. A., & von Duvillard, S. P. (2002).** The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. *Journal of Sports Sciences, 20*, 345-352.
- Andreoletti, C., & Lachman, M. E. (2004)** Susceptibility and Resilience to Memory Aging Stereotypes: Education Matters More than Age, *Experimental Aging Research, 30*(2), 129-148.

- Ansdell, P.,** Thomas, K., Howatson, G., Amann, M., & Goodall, S. (2018). Deception improves time trial performance in well-trained cyclists without augmented fatigue. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 50*, 809-816.
- Appel, M.,** Kronberger, N., & Aronson, J. (2011). Stereotype threat impairs ability building: Effects on test preparation among women in science and technology. *European Journal of Social Psychology, 41*, 904-913.
- Appel, M.,** Weber, S., Kronberger, N. (2015). The influence of stereotype threat on immigrants: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 6*: 900.
- Armstrong, B.,** Gallant, S. N., Li, L., Patel, K., & Wong, B. I. (2017). Stereotype threat effects on older adults' episodic and working memory: A meta-analysis. *The Gerontologist, 57*, 193-205.
- Aronson, J.,** Lustina, M. J., Good, C., Keough, K., Steele, C. M., & Brown, J. (1999). When white men can't do math: Necessary and sufficient factors in stereotypes. *Journal of Experimental Social Psychology, 35*, 29-46.
- Aston-Jones, G.,** & Cohen, J. D. (2005). An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: Adaptive gain and optimal performance. *Annual Review of Neuroscience, 28*, 403-450.
- Atkinson, G.,** Wilson, D., & Eubank, M. (2004). Effects of music on work-rate distribution during cycling time trial. *International Journal of Sports Medicine, 25*, 611-615.
- Auman, C.,** Bosworth, & Hess, T. M. (2005). Effect of health-related stereotypes on physiological responses of hypertensive middle-aged and older men. *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences & Social Sciences, 60*, 3-10.
- Avela, J.,** Kyrolainen, H., & Komi, P. V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology, 86*, 1283-1291.
- Aziz, H. A.** (2017). Comparison between field research and controlled laboratory research. *Archives of Clinical & Biomedical Research, 1*, 101-104.
- Babault, N.,** Desbrosses, K., Fabre, M. S., Michaut, A., & Pousson, M. (2006). Neuromuscular fatigue development during maximal concentric and isometric knee extensions. *Journal of Applied Physiology, 100*, 780-785.
- Baddeley, A.D.** (1986). Working memory. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D.** (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417-423.
- Baert, V.,** Gorus, E., Mets, T., Geerts, C., & Bautmans, I. (2011). Motivators and barriers for physical activity in the oldest old: a systematic review. *Ageing Research Reviews, 10*, 464-474.
- Baiget, E.,** Iglesias, X., & Rodriguez, F. A. (2016). Aerobic fitness and technical efficiency at high intensity discriminate between elite and subelite tennis players. *International Journal of Sports Medicine, 37*, 848-854.
- Bailey, S. P.,** Hall, E. E., Folger, S. E., & Miller, P. C. (2008). Changes in EEG during graded exercise on a recumbent cycle ergometer. *Journal of Sports Science & Medicine, 7*, 505-511.
- Bandura, A.** (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York, NY: W.H. Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.

- Barber, S. J.** (2017). An examination of age-based stereotype threat about cognitive decline: Implications for stereotype threat research and theory development. *Perspectives on Psychological Science, 12*, 62-90.
- Barber, S. J., & Mather, M.** (2013). Stereotype threat can reduce older adults' memory errors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 66*, 1888-1895.
- Barber, S. J., & Mather, M.** (2014). Stereotype threat in older adults: When and why does it occur and who is most affected? In P. Verhaeghen & C. Hertzog (Eds.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of emotion, social cognition, and problem solving in adulthood* (pp. 302-319). New York, NY, US: Oxford University Press.
- Barber, S. J., Mather, M., & Gatz, M.** (2015). How stereotype threat affects healthy older adults' performance on clinical assessments of cognitive decline: The key role of regulatory fit. *The Journals of Gerontology: Series B, 70*(5), 891-900.
- Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L.** (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology, 71*, 230-244.
- Barwood, M. J., Weston, N. J., Thelwell, R., & Page, J.** (2009). A motivational music and video intervention improves high-intensity exercise performance. *Journal of Sports Science & Medicine, 8*, 435-442.
- Basmajian, J. V., & De Luca, C. J.** (1985). *Muscle alive*. Williams & Wilkins, Baltimore
- Baumeister, R. F.** (1984). Choking under pressure: self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal of Personality and Social Psychology, 46*, 610-620.
- Becker, W., & Kristeva, R.** (1980). Cerebral potentials prior to various force deployments. *Progress in Brain Research, 54*, 189-194.
- Beilock, S. L.** (2008). Math Performance in Stressful Situations. *Current Directions in Psychological Science, 17*, 339-343.
- Beilock, S. L., & Carr, T. H.** (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General, 130*, 701-725.
- Beilock, S. L., Jellison, W. A., Rydell, R. J., McConnell, A. R., & Carr, T. H.** (2006). On the causal mechanisms of stereotype threat: Can skills that don't rely heavily on working memory still be threatened? *Personality and Social Psychology Bulletin, 32*, 1059-1071.
- Beilock, S. L., Kulp, C. A., Holt, L. E., & Carr, T. H.** (2004). More on the fragility of performance: Choking under pressure in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*, 584-600.
- Beilock, S. L., Rydell, R. J., & McConnell, A. R.** (2007). Stereotype threat and working memory: Mechanisms, alleviation, and spillover. *Journal of Experimental Psychology: General, 136*, 256-276.
- Bellemare, F., & Bigland-Ritchie, B. R.** (1984). Assessment of human diaphragm strength and activation using phrenic nerve stimulation. *Respiration Physiology, 58*, 263-277.
- Ben-Zeev, T., Fein, S., & Inzlicht, M.** (2005). Arousal and stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology, 41*, 174-181.

- Berchicci, M., Menotti, F., Macaluso, A., & Di Russo, F. (2013).** The neurophysiology of central and peripheral fatigue during submaximal lower limb isometric contractions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7:135.
- Bergeron, D. M., Block, C. J., & Echtenkamp, B. A. (2006).** Disabling the able: Stereotype threat and women's work performance. *Human Performance*, 19, 133-158.
- Berjot, S., Amoura, C., Bensalah, L., & Herbay, A. (2014).** Stereotype threat among children attending adapted courses (7-10 years old): A study in a quasi-ordinary classroom. *Revue internationale de psychologie sociale*, 27, 133-159.
- Berjot, S., Girault-Lidvan, N., Gillet, N. & Scharnitzky, P. (2010).** Comment les étudiants français d'origine maghrébine évaluent et font face à la menace du stéréotype : Application du modèle transactionnel du stress à la menace par le stéréotype. *L'Année psychologique*, 110, 427-451.
- Bigland-Ritchie, B. (1981).** EMG and fatigue of human voluntary and stimulated contractions. *Ciba Foundation Symposium*, 82, 130-156.
- Bigland-Ritchie, B., Donovan, E. F., Roussos, C. S. (1981).** Conduction velocity and EMG power spectrum changes in fatigue of sustained maximal efforts. *Journal of Applied Physiology*, 51, 1300-1305.
- Bigland-Ritchie, B., Furbush, F., & Woods, J. J. (1986).** Fatigue of intermittent submaximal voluntary contractions: Central and peripheral factors. *Journal of Applied Physiology*, 61, 421-429.
- Bigliassi, M. (2015).** Corollary discharges and fatigue-related symptoms: the role of attentional focus. *Frontiers in Psychology*, 6, 1002.
- Bigliassi, M., Karageorghis, C. I., Bishop, D. T., Nowicky, A. V., & Wright, M. J. (2018).** Cerebral effects of music during isometric exercise: An fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, 133, 131-139.
- Bigliassi, M., Leon-Dominguez, U., Buzzachera, C. F., Barreto-Silva, V., & Altimari, L. R. (2015).** How does music aid 5 km of running? *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29, 305-314.
- Bilodeau, M., Henderson, T. K., Nolte, B. E., Pursley, P. J., & Sandfort, G. L. (2001).** Effect of aging on fatigue characteristics of elbow flexors muscles during sustained submaximal contraction. *Journal of Applied Physiology*, 91, 2654-2664.
- Black, M. I., Jones, A. M., Blackwell, J. R., Bailey, S. J., Wylie, L. J., McDonagh, S. T. J., ... Vanhatalo, A. (2017).** Muscle metabolic and neuromuscular determinants of fatigue during cycling in different exercise intensity domains. *Journal of Applied Physiology*, 122, 446-459.
- Blain, G. M., Mangum, T. S., Sidhu, S. K., Weavil, J. C., Hureau, T. J., Jessop, J. E., ... Amann, M. (2016).** Group III/IV muscle afferents limit the intramuscular metabolic perturbation during whole body exercise in humans. *The Journal of Physiology*, 594, 5303-5315.
- Blakemore, R. L., Rieger, S. W., & Vuilleumier, P. (2016).** Negative emotions facilitate isometric force through activation of prefrontal cortex and periaqueductal gray. *NeuroImage*, 124, 627-640.
- Blanchfield, A., Hardy, J., De Morree, H. M., Staiano, W., & Marcora, S. M. (2014).** Talking yourself out of exhaustion: The effects of self-talk on endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46, 998-1007.
- Blascovich, J. (2008).** Challenge and threat. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of approach and avoidance motivation* (pp. 431-445). New York, NY, US: Psychology Press.

- Blascovich, J., & Mendes, W.B.** (2000). Challenge and threat appraisals: the role of affective cues. In Forgas J.P. (Ed.), *Feeling and thinking: the role of affect in social cognition* (pp. 59–82). Paris: Cambridge University Press.
- Blascovich, J., Spencer, S. J., Quinn, D., & Steele, C.** (2001). African Americans and high blood pressure: The role of stereotype threat. *Psychological Science, 12*, 225-229.
- Blascovich, J., & Tomaka, J.** (1996). The biopsychosocial model of arousal regulation. In Zanna M.P. (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology* (vol. 28, pp. 1–51). San Diego: Academic Press.
- Boiché, J., Plaza, M., Chalabaev, A., Guillet, E., & Sarrazin, P.** (2014). Social antecedents and consequences of sport gender stereotypes during adolescence. *Psychology of Women Quarterly, 38*, 259-274.
- Boksem, M. A., Tops, M.** (2008). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain Research Reviews, 59*, 125-139.
- Borg, G.** (1962). *Physical performance and perceived exertion*. Lund: Gleerup
- Borg, G.** (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 2*, 92-98.
- Borg, G.** (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human kinetics.
- Borg, E., & Borg, G. A.** (2002). A comparison of AME and CR100 for scaling perceived exertion. *Acta Psychologica, 109*, 157-175.
- Borg, D. N., Stewart, I. B., Costello, J. T., Drovandi, C. C., & Minett, G.** (2018). The impact of environmental temperature deception on perceived exertion during fixed-intensity exercise in the heat in trained-cyclists. *Physiology & Behavior, 194*, 333-340.
- Bosson, J. K., Haymovitz, E. L., & Pinel, E. C.** (2004). When saying and doing diverge: The effects of stereotype threat on self-reported versus non-verbal anxiety. *Journal of Experimental Social Psychology, 40*, 247-255.
- Bouchard, C.** (1971) : « Qu'est ce qui fait un champion ? ». In La préparation d'un champion. Pp. 73-103. Editions du Pélican. Canada.
- Bouisset, S., Maton, B.** (1995). *Muscles, posture et mouvement: bases et applications de la méthode électromyographique*. Hermann Eds., Paris.
- Boyas, S., & Guével, A.** (2011). Neuromuscular fatigue in healthy muscle: Underlying factors and adaptation mechanisms. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 54*, 88-108.
- Bray, S. R., Graham, J. D., Martin Ginis, K. A., & Hicks, A. L.** (2012). Cognitive task performance causes impaired maximum force production in human hand flexor muscles. *Biological Psychology, 89*, 195-200.
- Brodish, A. B., & Devine, P. G.** (2009). The role of performance-avoidance goals and worry in mediating the relationship between stereotype threat and performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*, 180-185.
- Brown, R. P., & Josephs, R. A.** (1999). A burden of proof: Stereotype relevance and gender differences in math performance. *Journal of Personality and Social Psychology, 76*, 246-257.
- Brown, R. P., & Pinel, E. C.** (2003). Stigma on my mind: Individual differences in the experience of stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology, 39*, 626-633.

Brownsberger, J., Edwards, A., Crowther, R., & Cottrell, D. (2013). Impact of mental fatigue on self-paced exercise. *International Journal of Sports Medicine, 34*, 1029-1036.

Brümmer, V., Schneider, S., Strüder, H. K., & Askew, C. D. (2011). Primary motor cortex activity is elevated with incremental exercise intensity. *Neuroscience, 181*, 150-162.

Brunet, J., Gaudet, J., Wing, E. K., & Bélanger, M. (2019). Parents' participation in physical activity predicts maintenance of some, but not all, types of physical activity in offspring during early adolescence: A prospective longitudinal study. *Journal of Sport and Health Science, 8*, 273-279.

Buckley, J. P., & Borg, G. A. (2011). Borg's scales in strength training; from theory to practice in young and older adults. *Applied Physiology, Nutrition, & Metabolism, 36*, 682-692.

Burnley, M., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2012). Distinct profiles of neuromuscular fatigue during muscle contractions below and above the critical torque in humans. *Journal of Applied Physiology, 113*, 215-223.

Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 215-222.

Cadinu, M., Maass, A., Frigerio, S., Impagliazzo, L., & Latinotti, S. (2003). Stereotype threat: The effect of expectancy on performance. *European Journal of Social Psychology, 33*, 267-285.

Cadinu, M., Maass, A., Rosabianca, A., & Kiesner, J. (2005). Why do women underperform under stereotype threat?: Evidence for the role of negative thinking. *Psychological Science, 16*, 572-578.

Cairney, J., Kwan, M. Y. W., Veldhuizen, S., Hay, H., Bray, S. R., & Faught, B. E. (2012). Gender, perceived competence and the enjoyment of physical education in children: A longitudinal examination. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 9*: 26.

Cardozo, P. L., & Chiviowski, S. (2015). Overweight stereotype threat negatively impacts the learning of a balance task. *Journal of Motor Learning and Development, 3*, 140-150.

Carr, P. B., & Steele, C. M. (2009). Stereotype threat and inflexible perseverance in problem solving. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*, 853-859.

Centre Hubertine Auclert, « Quelle place pour l'égalité femmes-hommes dans les manuels d'enseignement moral et civique », Paris, 2017.

Chalabaev, A., Brisswalter, J., Radel, R., Coombes, S. A., Easthope, C., & Clément-Guillot, C. (2013). Can stereotype threat affect motor performance in the absence of explicit monitoring processes? Evidence using a strength task. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 35*, 211-215.

Chalabaev, A., Major, B., Sarrazin, P. & Cury, F. (2012). When avoiding failure improves performance: Stereotype threat and the impact of performance goals. *Motivation and Emotion, 36*(2), 130-142.

Chalabaev, A., & Sarrazin, P. (2016). Les effets situationnels des stéréotypes. Dans A. Chalabaev & P. Sarrazin (Eds), *Les stéréotypes* (pp. 29-44). Paris : Editions EP&S.

Chalabaev, A., Sarrazin, P., Fontayne, P., Boiché, J., & Clément-Guillot, C. (2013). The influence of sex stereotypes and gender roles on participation and performance in sport and exercise: Review and future directions. *Psychology of Sport and Exercise, 14*, 136-144.

- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Stone, J., & Cury, F. (2008).** Do achievement goals mediate stereotype threat? An investigation on females' soccer performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 30*, 143-158.
- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Trouilloud, D., & Jussim, L. (2009).** Can sex-undifferentiated teacher expectations mask an influence of sex stereotypes? Alternative forms of sex bias in teacher expectations. *Journal of Applied Social Psychology, 39*, 2469-2498.
- Chalabaev, A., Stone, J., Sarrazin, P., & Croizet, J. -C. (2008).** Investigating physiological and self-reported mediators of stereotype lift effects on a motor task. *Basic and Applied Social Psychology, 30*, 18-26.
- Chandler, J. V., & Blair, S. N. (1980).** The effect of amphetamines on selected physiological components related to athletic success. *Medicine & Science in Sports & Exercises, 12*, 65-69.
- Charness, G., Gneezy, U., & Khun, M.A. (2012).** Experimental methods: Between-subject and within-subject design. *Journal of Economic Behavior & Organization, 81*, 1-8.
- Chasteen A. L., Bhattacharyya S., Horhota M., Tam R., & Hasher L. (2005).** How feelings of stereotype threat influence older adults' memory performance. *Experimental Aging Research, 31*, 235-260.
- Chasteen, A. L., Kang, S. K., & Remedios, J. D. (2012).** Aging and stereotype threat: Development, process, and interventions. In M. Inzlicht & T. Schmader (Eds.), *Stereotype threat: Theory, process, and application* (pp. 202-216). New York, NY, US: Oxford University Press.
- Chateigner, C., Dutrévis, M., Nugier, A. & Chekroun, P. (2009).** French-Arab students and verbal intellectual performance: Do they really suffer of a negative intellectual stereotype? *European Journal of Psychology of Education, 24*, 219-234.
- Chen, A., & Darst, P. W. (2002).** Individual and situational interest: The role of gender and skill. *Contemporary Educational Psychology, 27*, 250-269.
- Cheval, B., Chalabaev A., & Chanal, J. (2015).** Development of physical activity levels of girls and boys in early school years: A psychosocial perspective. In K. Faniko, F. Lorenzi-Cioldi, O. Sarrazin & E. Mayor (Eds). *Gender and social hierarchies* (pp. 39-57). London: Routledge.
- Chiviackowski, S., Cardozo, P. L., & Chalabaev, A. (2018).** Age stereotypes' effect on motor learning in older adults: The impact may not be immediate, but instead delayed. *Psychology of Sport & Exercise, 36*, 209-212.
- Chow, E. C., & Etnier, J. L. (2016).** Effects of music and video on perceived exertion during high-intensity exercise. *Journal of Sport and Health Science, 6*, 81-88.
- Cifrek, M., Medved, V., Tonkovic, S., & Ostojic, S. (2009).** Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics, 24*, 327-340.
- Cifrek, M., Tonkovic, S., Medved, V. (2000).** Measurement and analysis of surface myoelectric signals during fatigued cyclic dynamic contractions. *Measurement, 27*, 85-92
- Clément-Guillot, C., & Fontayne, P. (2011).** Situational malleability of gender schema: The case of the competitive sport context. *Sex Roles, 64*, 426-439.
- Coakley, S. L., & Passfield, L. (2018).** Cycling performance is superior for time-to-exhaustion versus time-trial in endurance laboratory tests. *Journal of Sports Sciences, 36*, 1228-1234.

- Cochrane-Snyman**, K. C., Housh, T. J., Smith, C. M., Hill, E. C., Jenkins, N. D., Schmidt, R., & Johnson, G. O. (2016). Inter-individual variability in the patterns of responses for electromyography and mechanomyography during cycle ergometry using an RPE-clamp model. *European Journal of Applied Physiology*, *116*, 1639-1649.
- Colby**, S. L., & Ortman, J. M. (2014). Projections of the Size and Composition of the U.S. Population: 2014 to 2060, Current Population Reports, P25-1143. Washington DC: Census Bureau.
- Conlay**, L. A., Sabounjian, L. A., & Wurtman, R. J. (1992). Exercise and neuromodulators: Choline and acetylcholine in marathon runners. *International Journal of Sports Medicine*, *13*, 141-142.
- Coso**, J. D., Hamouti, N., Estévez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2011). Reproducibility of two electrical stimulation techniques to assess neuromuscular fatigue. *European Journal of Sport Science*, *11*, 95-103.
- Craig**, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: The sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews. Neuroscience*, *3*, 655-666.
- Craig**, A. D. (2004). How do you feel?: an interoceptive moment with your neurobiological self. Princeton University Press.
- Crewe**, H., Tucker, R., & Noakes, T. D. (2008). The rate of increase in rating of perceived exertion predicts the duration of exercise to fatigue at a fixed power output in different environmental conditions. *European Journal of Applied Physiology*, *103*, 569-577.
- Croizet**, J.-C., & Claire, T. (1998). Extending the concept of stereotype and threat to social class: The intellectual underperformance of students from low socioeconomic backgrounds. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *24*, 588-594.
- Croizet**, J. -C., Després, G., Gauzins, M. -E., Huguet, P., Leyens, J. -P., Méot, A. (2004). Stereotype threat undermines intellectual performance by triggering a disruptive mental load. *Personality & Social Psychology Bulletin*, *30*, 721-731.
- Croizet**, J.-C., & Dutrévis, M. (2004). Socioeconomic status and intelligence: Why test scores do not equal merit. *Journal of Poverty*, *8*, 91-107.
- Croutte** P. Y., & Müller J. (2018). Baromètre national des pratiques sportives 2018. Baromètre réalisé par le CREDOC sous la direction de Hoibian S. pour l'INJEP et le ministère des sports, INJEP Notes & rapports/Rapport d'étude.
- Cruz-Jentoft**, A. J., Landi, F., Schneider, S. M., Zuniga, C., Arai, H., Boirie, Y., ... Cederholm, T. (2014). Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: A systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age and Ageing*, *43*, 748-759.
- Cuddy**, A. J. C., Norton, M. I., & Fiske, S. T. (2005). This old stereotype: The pervasiveness and persistence of the elderly stereotype. *Journal of Social Issues*, *61*, 265-283.
- Damali**, K. (2014). Effects of a motivational video on self-efficacy and muscular endurance. *Reinvention: An International Journal of Undergraduate Research*, BCUR 2014, Special Issue.
- Davies**, J. M., & Bailey, S. P. (1997). Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *29*, 45-57.

- Davies, P. G., Spencer, S. J., Quinn, D. M., & Gerhardstein, R. (2002).** Consuming images: How television commercials that elicit stereotype threat can restrain women academically and professionally. *Personality and Social Psychology Bulletin, 28*(12), 1615-1628.
- Davies, P. G., Spencer, S. J., & Steele, C. M. (2005).** Clearing the air: Identity safety moderates the effects of stereotype threat on women's leadership aspirations. *Journal of Personality and Social Psychology, 88*, 276-287.
- Davis, J. M., Zhao, Z., Stock, H. S., Mehl, K. A., Buggy, J., & Hand, G. A. (2003).** Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative, & Comparative Physiology, 284*, 399-404.
- Day, M. L., McGuigan, M. R., Brice, G., & Foster, C. (2004).** Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*, 353-358.
- Deaux, K., Bikmen, N., Gilkes, A., Ventuneac, A., Joseph, Y., Payne, Y. A., & Steele, C. M. (2007).** Becoming american: Stereotype threat effects in afro-caribbean immigrant groups. *Social Psychology Quarterly, 70*, 384-404.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2002).** *Handbook of self-determination research*. Rochester: University of Rochester Press.
- Dekkar, N., Briki, A., & Hanifi, R. (1990):** Techniques d'évaluation physiologique des athlètes. Alger : Editions le Comité Olympique Algerien.
- Delliaux, S., Delaforge, A., Deharo, J. -C., & Chaumet, G. (2019).** Mental workload alters heart rate variability, lowering non-linear dynamics. *Frontiers in Physiology, 10*, 565.
- De Luca, C. J. (1997).** The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics, 13*, 135-163.
- De Morree, H. M., Klein, C., & Marcora, S. M. (2012).** Perception of effort reflects central motor command during movement execution. *Psychophysiology, 49*, 1242-1253.
- De Morree, H. M., Klein, C., & Marcora, S. M. (2014).** Cortical substrates of the effects of caffeine and time-on-task on perception of effort. *Journal of Applied Physiology, 117*, 1514-1523.
- Denny-Brown, D. (1949).** Interpretation of the electromyogram. *Archives of Neurology & Psychiatry, 61*, 99-128.
- Désert, M., Préaux, M., & Jund, R. (2009).** So young and already victims of stereotype threat: Socio-economic status and performance of 6 to 9 years old children on Raven's progressive matrices. *European Journal of Psychology of Education, 24*, 207-218.
- Dijksterhuis, A., & van Knippenberg, A. (1998).** The relation between perception and behavior, or how to win a game of Trivial Pursuit. *Journal of Personality and Social Psychology, 74*, 865-877.
- Dimitrova, N. A., & Dimitrov, G. V. (2003).** Interpretation of EMG changes with fatigue: Facts, pitfalls, and fallacies. *Journal of Electromyography & Kinesiology, 13*, 13-36.
- Dirnberger, G., Fickel, U., Lindinger, G., Lang, & Jahanshahi, M. (1998).** The mode of movement selection. Movement-related cortical potentials prior to freely selected and repetitive movements. *Experimental Brain Research, 120*, 263-272.

- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2018).** Movement economy in soccer: Current data and limitations. *Sports, 6*, 124.
- Donohue, B., Barnhart, R., Covassin, T., Carpin, K., & Korb, E. (2001).** The development and initial evaluation of two promising mental preparatory methods in a sample of female cross-country runners. *Journal of Sport Behavior, 24*, 19-30.
- Donohue, B., Miller, A., Beisecker, M., Houser, D., Valdez, R., Tiller, S., & Taymar, T. (2006).** Effects of brief yoga exercises and motivational preparatory interventions in distance runners: Results of a controlled trial. *British journal of sports medicine, 40*, 60-63.
- Doutreloux, J. -P. (1998).** *Physiologie et biologie du sport*. Paris : Vigot.
- Doyle, R. A., & Voyer, D. (2016).** Stereotype manipulation effects on math and spatial test performance: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences, 47*, 103-116.
- Duchateau, J., Balestra, C., Carpentier, A., & Hainaut, K. (2002).** Reflex regulation during sustained and intermittent submaximal contractions in humans. *The Journal of Physiology, 541*, 959-967.
- Ducrocq, G. P., Hureau, T. J., Meste, O., & Blain, G. M. (2017).** Increased fatigue response to augmented deceptive feedback during cycling time trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 49*, 1541-1551.
- Dufur, M. J., & Linford, M. K. (2010).** Title IX: Consequences for Gender Relations in Sport. *Sociology Compass, 4*, 732-748.
- Dutrévis, M., & Croizet, J. -C. (2005).** Reputation of intellectual inferiority undermines learning efficiency. *Current Research in Social Psychology, 10*, 104-115.
- Eberstein, A., Beattie, B. (1985).** Simultaneous measurement of muscle conduction velocity and EMG power spectrum changes during fatigue. *Muscle Nerve, 8*, 768-773.
- Eccles, J. S., & Harold, R. D. (1991).** Gender differences in sport involvement: Applying the Eccles' expectancy-value model. *Journal of Applied Sport Psychology, 3*, 7-35.
- Edwards, R. H. (1981).** Human muscle function and fatigue. *Ciba Foundation Symposium, 82*, 1-18.
- Edwards, R. G., & Lippold, O. C. J. (1956).** Relation between force and integrated electrical activity in fatigued muscle. *The Journal of physiology, 132*, 677-681.
- Edwards, A. M., & McCormick, A. (2017).** Time perception, pacing and exercise intensity: Maximal exercise distorts the perception of time. *Physiology & Behavior, 180*, 98-102.
- Eich, T. S., Murayama, K., Castel, A. D., & Knowlton, B. J. (2014).** The dynamic effects of age-related stereotype threat on explicit and implicit memory performance in older adults. *Social Cognition, 32*, 559-570.
- Ekkekakis, P. (2009).** Illuminating the black box: Investigating prefrontal cortical hemodynamics during exercise with near-infrared spectroscopy. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 31*, 505-553.
- Elliot, A.J., & Church, M.A. (1997).** A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology, 72*, 218-232.

- Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M. (1996).** Approach and avoidance achievement goals and intrinsic motivation: A mediational analysis. *Journal of Personality and Social Psychology, 70*, 461-475.
- Engle, R. W. (2002).** Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science, 11*, 19-23.
- Engstrom, C. M., Sedlacek, W. E., & McEwen, M. K. (1995).** Faculty attitudes toward male revenue and nonrevenue student-athletes. *Journal of College Student Development, 36*, 217-227
- Enoka, R. M. (2002).** Activation order of motor axons in electrically evoked contractions. *Muscle Nerve, 25*, 763-764.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008).** Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *The Journal of Physiology, 586*, 11-23.
- Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1992).** Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology, 72*, 1631-1648.
- Eston, R. G., & Williams, J. G. (1988).** Reliability of rating of perceived effort regulation of exercise intensity. *British Journal Sports Medicine, 22*, 153-155.
- Fagenson, E. A., & Marcus, E. C. (1991).** Perceptions of the sex-role stereotypic characteristics of entrepreneurs: Women's evaluations. *Entrepreneurship Theory & Practice, 15*, 33-48.
- Farina, D., Merletti, R., Enoka, R. M. (2004).** The extraction of neural strategies from the surface EMG. *Journal of Applied Physiology, 96*, 1486-1495.
- Farra, S. D., Cheung, S. S., Thomas, S. G., & Jacobs, I. (2017).** Rate dependent influence of arterial desaturation on self-selected exercise intensity during cycling. *PLoS ONE, 12*: e0171119.
- Faulkner, J., Mauger, A. R., Woolley, B., & Lambrick, D. (2015).** The efficacy of a self-paced VO₂max test during motorized treadmill exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 10*, 99-105.
- Finnigan, K. M., & Corker, K. S. (2016).** Do performance avoidance goals moderate the effect of different types of stereotype threat on women's math performance? *Journal of Research in Personality, 63*, 36-43.
- Fitts, P. M. (1954).** The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology, 47*, 381-391.
- Fitts, P.M., & Posner, M.T. (1967).** Human performance. Belmont: CA, Brooks/Cole
- Flore, P. C., Mulder, J., & Wicherts, J. (2019).** The influence of gender stereotype threat on mathematics test scores of Dutch high school students: a registered report. *Comprehensive Results in Social Psychology, 1-35*.
- Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015).** Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology, 53*, 25-44.
- Follenfant, A., Légal, J. -B., Marie Dit Dinard, F., & Meyer T. (2005).** Effet de l'activation de stéréotypes sur le comportement : Une application en contexte sportif. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée, 55*, 121-129.

- Fontayne, P., Sarrazin, P., & Famose, J. -P.** (2002). Effet du genre sur le choix et le rejet des activités physiques et sportives en Education Physique et Sportive : Une approche additive et différentielle du modèle de l'androgynie. *Science et Motricité, 45*, 45-66.
- Forbes, C. E., & Leitner, J. B.** (2014). Stereotype threat engenders neural attentional bias toward negative feedback to undermine performance. *Biological Psychology, 102*, 98-107.
- Forbes, C. E., Schmader, T., & Allen, J. J.** (2008). The role of devaluing and discounting in performance monitoring: A neurophysiological study of minorities under threat. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 3*, 253-261.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C.** (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength & Conditioning Research, 15*, 109-115.
- Foster, C., Schrage, M., Snyder, A. C., & Thompson, N. N.** (1994). Pacing strategy and athletic performance. *Sports Medicine, 17*, 77-85.
- Fredricks, J. A., & Eccles, J. S.** (2005). Family Socialization, Gender, and Sport Motivation and Involvement. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 27*, 3-31.
- Freude, G., & Ullsperger, P.** (1987). Changes in Bereitschaftspotential during fatiguing and non-fatiguing hand movements. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology, 56*, 105-108.
- Friesen, B. J., Périard, J. D., Poirier, M. P., Lauzon, M., Blondin, D. P., Haman, F., Kenny, G. P.,** (2018). Work rate during self-paced exercise is not mediated by the rate of heat storage. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise, 50*, 159-168.
- Frith, C. D., Friston, K., Liddle, P. F., & Frackowiak, R. S. J.** (1991). Willed action and the prefrontal cortex in man: A study with PET. *Proceedings: Biological Sciences, 244*, 241-246.
- Fritz, M. S., & Mackinnon, D. P.** (2007). Required sample size to detect the mediated effect. *Psychological Science, 18*, 233-239.
- Fritzsche, B. A., De Rouin, R. E., & Salas, E.** (2009). The effects of stereotype threat and pacing on older adults' learning outcomes. *Journal of Applied Social Psychology, 39*, 2737-2755.
- Froyd, C., Millet, G. Y., & Noakes, T. D.** (2013). The development of peripheral fatigue and short-term recovery during self-paced high-intensity exercise. *The Journal of Physiology, 591*, 1339-1346.
- Fryer, S., Stoner, L., Lucero, A., Witter, T., Scarrott, C., Dickson, ... Draper, N.** (2014). Haemodynamic kinetics and intermittent finger flexor performance in rock climbers. *International Journal of Sports Medicine, 36*, 137-142.
- Fuglevand, A. J., Zackowski, K. M., Huey, K. A., Enoka, R. M.** (1993). Impairment of neuromuscular propagation during human fatiguing contractions at submaximal forces. *The Journal of Physiology, 460*, 549-572.
- Gaillard, M., Desmette, D., & Keller, J.** (2011). Regulatory focus moderates the influence of age-related stereotypic expectancies on older adults' test performance and threat-based concerns. *European Review of Applied Psychology, 61*, 23-29.

- Gajdos, T., Régner, I., Huguet, P., Hainguerlot, M., Vergnaud, J. -C., Sackur, J., & de Gardelle, V. (2019).** Does social context impact metacognition? Evidence from stereotype threat in a visual search task. *PLoS ONE 14*: e0215050.
- Galdi, S., Cadinu, M., Tomasetto, C. (2014).** The roots of stereotype threat: When automatic associations disrupt girls' math performance. *Child Development, 85*, 250-263.
- Gallagher, K. M., Fadel, P. J., Stromstad, M., Ide, K., Smith, S. A., Querry, R. G., & Secher, N. H. (2001).** Effects of partial neuromuscular blockade on carotid baroreflex function during exercise in humans. *The Journal of Physiology, 533*, 861-870
- Galloway, S. D., & Maughan, R. J. (1997).** Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 29*, 1240-1249.
- Gandevia, S. C. (1998).** Neural control in human muscle fatigue: Changes in muscle afferents, motoneurons and motor cortical drive. *Acta Physiologica, 162*, 275-283.
- Gandevia, S. C. (2001).** Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews, 81*, 1725-1789.
- Ganley, C. M., Mingle, L. A., Ryan, A. M., Ryan, K., Vasilyeva, M., & Perry, M. (2013).** An examination of stereotype threat effects on girls' mathematics performance. *Developmental Psychology, 49*, 1886-1897.
- Gao, Z., Xiang, P., Lochbaum, M., & Guan, J. (2013).** The impact of achievement goals on cardiorespiratory fitness: does self-efficacy make a difference? *Research Quarterly for Exercise & Sport, 84*, 313-322.
- Garcin, M., Vandewalle, H., & Monod, H. (1999).** A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: A preliminary study. *International Journal of Sports Medicine, 20*, 40-43.
- Gearhart, R. F., Goss, F. L., Lagally, K. M., Jakicic, J. M., Gallagher, J., Gallagher, K. I., Robertson, R. J. (2001).** Standardized scaling procedures for rating of perceived exertion during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research, 15*, 320-325.
- Gentile, A., Boca, S., & Giammusso, I. (2018).** "You play like a woman!" Effects of gender stereotype threat on women's performance in physical and sport activities: a meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise, 39*, 93-103.
- Gerodimos, V., Karatrantou, K., Psychou, D., Vasilopoulou, T., & Zafeiridis, A. (2017).** Static and dynamic handgrip strength endurance: Test-retest reproducibility. *The Journal of hand surgery, 42*, e175-e184.
- Ghez, C. (1991)** Voluntary Movement. In: Principles of Neural Science, 3rd Edition, Chapter 38, Elsevier, New York, 609-625.
- Gibney, E. (2016).** Women under-represented in world's science academies. *Nature News*. <https://www.nature.com/news/women-under-represented-in-world-s-science-academies-1.19465>
- Gibson, C. E., Losee, J., & Vitiello, C. (2014).** A replication attempt of stereotype susceptibility (Shih, Pittinsky, & Ambady, 1999): Identity salience and shifts in quantitative performance. *Social Psychology, 45*, 194-198.
- Ginsberg, F., Rohmer, O., & Louvet, E. (2012).** Priming of disability and elderly stereotype in motor performance: Similar or specific effects. *Perceptual and Motor Skills, 114*, 397-406.

- Goff, P. A., Steele, C. M., & Davies, P. G. (2008).** The space between us: Stereotype threat and distance in interracial contexts. *Journal of Personality and Social Psychology, 94*, 91-107.
- Goldberg, G. (1985).** Supplementary motor area structure and function: Review and hypotheses. *Behavioral & Brain Sciences, 8*, 567-588.
- Gondin, J., Guette, M., Jubeau, M., Ballay, Y., & Martin, A. (2006).** Central and peripheral contributions to fatigue after electrostimulation training. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 38*, 1147-1156.
- Gonzales, P., Blanton, H., & Williams, K. (2002).** The effects of stereotype threat and double-minority status on the test performance of Latino women. *Personality and Social Psychology Bulletin, 28*, 659-670.
- Goodall, S., Charlton, K., Hignett, C., Prichard, J., Barwood, M., Howatson, G., & Thomas, K. (2015).** Augmented supraspinal fatigue following constant-load cycling in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 25*, 164-172.
- Grabow, H., & Köhl, M. (2019).** You don't bend it like Beckham if you're female and reminded of it: Stereotype threat among female football players. *Frontiers in Psychology, 10*: 1963.
- Gray, L., Deshayes, M., Colson, S. S., d'Arripe-Longueville, & Clément-Guillot, C. (submitted).** Performance on a fatiguing task in exercisers and nonexercisers: effects of the nonexerciser stereotype.
- Grazzi, G., Alfieri, N., Borsetto, C., Casoni, I., Manfredini, F., Mazzoni, G., & Conconi, F. (1999).** The power output/heart rate relationship in cycling: test standardization and repeatability. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 31*, 478-483.
- Griffin, L., Jun, B. G., Covington, C., & Doucet, B. M. (2008).** Force output during fatigue with progressively increasing stimulation frequency. *Journal of Electromyography and Kinesiology 18*, 426-433.
- Gruet, M., Temesi, J., Rupp, T., Levy, P., Millet, G. Y., & Verges, S. (2013).** Stimulation of the motor cortex and corticospinal tract to assess human muscle fatigue. *Neuroscience, 231*, 384-399.
- Guan, J. M., Xiang, P., McBride, R., & Bruene, A. (2006).** Achievement goals, social goals, and student's reported persistence and effort in high school physical education. *Journal of Teaching in Physical Education, 25*, 58-74.
- Guillemard, A. (2007).** Pourquoi l'âge est-il en France le premier facteur de discrimination dans l'emploi ? *Retraite et société, 51*, 11-25.
- Gupta, V. K., & Bhawe, N. M. (2007).** The influence of proactive personality and stereotype threat on women's entrepreneurial intentions. *Journal of Leadership & Organizational Studies, 13*, 73-85.
- Gupta, V. K., Goktan, A. B., & Gunay, G. (2014).** Gender differences in evaluation of new business opportunity: A stereotype threat perspective. *Journal of Business Venturing, 29*, 273-288.
- Gupta, V. K., Turban, D. B., Bhawe, N. M. (2008).** The effect of gender stereotype activation on entrepreneurial intentions. *Journal of Applied Psychology, 93*, 1053-1061.
- Guo, F., Sun, Y. -J., & Zhang, R. -H. (2017).** Perceived exertion during muscle fatigue as reflected in movement-related cortical potentials: An even-related potential study. *Neuroreport, 28*, 115-122.
- Hackett, D. A., Johnson, N. A., Halaki, M., & Chow, C. -M. (2011).** A novel scale to assess resistance-exercise effort. *Journal of Sports Sciences, 30*, 1405-1413.

- Hakim, C., Kurman, J., & Eshel, Y. (2017).** Stereotype threat and stereotype reactance: The effect of direct and indirect stereotype manipulations on performance of Palestinian citizens of Israel on achievement tests. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 48*, 667-681.
- Hamnegard, C. H., Sedler, M., Polkey, M. I., & Bake, B. (2004).** Quadriceps strength assessed by magnetic stimulation of the femoral nerve in normal subjects. *Clinical Physiology & Functional Imaging, 24*, 276-280.
- Harkins, S. G. (2006).** Mere effort as the mediator of the evaluation-performance relationship. *Journal of Personality and Social Psychology, 91*, 436-455.
- Harrison, L. A., Stevens, C. M., Monty, A. N., & Coakley, C. A. (2006).** The consequences of stereotype threat on the academic performance of White and non-White lower income college students. *Social Psychology of Education: An International Journal, 9*, 341-357.
- Haslam, C., Morton, T. A., Haslam, S. A., Varnes, L., Graham, R., & Gamaz, L. (2012).** “When the age is in, the wit is out:” Age-related self-categorization and deficit expectations reduce performance on clinical tests used in dementia assessment. *Psychology and Aging, 27*, 778-784.
- Hausdorff, J. M., Levy, B. R., & Wei, J. Y. (1999).** The power of ageism on physical function of older persons: Reversibility of age-related gait changes. *Journal of the American Geriatrics Society, 47*, 1346-1349.
- Helman, J. A., & Bugental, D. B. (2013).** “Life stage-specific” variations in performance in response to age stereotypes. *Developmental Psychology, 49*, 1396-1406.
- Heidrich, C., & Chiviakowsky, S. (2015).** Stereotype threat affects the learning of sport motor skills. *Psychology of Sport and Exercise, 18*, 42-46.
- Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2016).** “Girls should cook, rather than kick!” - Female soccer players under stereotype threat. *Psychology of Sport and Exercise, 26*, 94-101.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000).** Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 10*, 361-374.
- Hess, T. M., Auman, C., Colcombe, S., & Rahhal, T. (2003).** The impact of stereotype threat on age differences in memory performance. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 58*, 3-11.
- Hess, T. M., & Hinson, J. T. (2006).** Age-related variation in the influences of aging stereotypes on memory in adulthood. *Psychology and Aging, 21*, 621-625.
- Hess, T. M., Hinson, J. T., & Hodges, E. A. (2009).** Moderators of and mechanisms underlying stereotype threat effects on older adults' memory performance. *Experimental Aging Research, 35*, 153-177.
- Hess, T. M., Hinson, J., & Statham, J. (2004).** Explicit and implicit stereotype activation effects on memory: Do age and awareness moderate the impact of priming? *Psychology and Aging, 19*, 495-505.
- Hively, K., & El-Alayli, A. (2014).** “You throw like a girl:” The effect of stereotype threat on women’s athletic performance and gender stereotypes. *Psychology of Sport and Exercise, 15*, 48-55.
- Hoare, E., Stavreski, B., Jennings, & Kingwell, B. A. (2017).** Exploring motivation and barriers to physical activity among active and inactive Australian adults. *Sports, 5*, 47.

- Hoffman, P.** (1918). Über die beziehungen der Sehen Reflexe zur willkürlichen bewegung und zum tonus. *Z Biol*, 68, 351-370.
- Horton, S., Baker, J., Pearce, G. W., & Deakin, J. M.** (2008). On the Malleability of Performance: Implications for Seniors. *Journal of Applied Gerontology*, 27, 446-465.
- Horton, S., Baker, J., Pearce, W., & Deakin, J. M.** (2010). Immunity to popular stereotypes of ageing? Seniors and stereotype threat. *Educational Gerontology*, 36, 353-371.
- Hu, L., Motl, R. W., McAuley, E., & Konopack, J. F.** (2007). Effects of self-efficacy on physical activity enjoyment in college-aged women. *International Journal of Behavioral Medicine*, 14, 92-96.
- Huber, M. E., Brown, A. J., & Sternad, D.** (2016). Girls can play ball: Stereotype threat reduces variability in a motor skill. *Acta Psychologica*, 169, 79-87.
- Huber, M. E., Seitchik, A. E., Brown, A. J., Sternad, D., & Harkins, S. G.** (2015). The effect of stereotype threat on performance of a rhythmic motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41, 525-541.
- Huguet, P., & Régner, I.** (2007). Stereotype threat among schoolgirls in quasi-ordinary classroom circumstances. *Journal of Educational Psychology*, 99, 545-560.
- Huguet, P., & Régner, I.** (2009). Counter-stereotypic beliefs in math do not protect school girls from stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, 1024-1027.
- Hummert, M. L.** (1990). Multiple stereotypes of elderly and young adults: A comparison of structure and evaluations. *Psychology and Aging*, 5, 182-193.
- Hureau, T. J., Ducrocq, G. P., & Blain, G. M.** (2016). Peripheral and central fatigue development during all-out repeated cycling sprints. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48, 391-401.
- Hureau, T. J., Olivier, N., Millet, G. Y., Meste, O., & Blain, G. M.** (2014). Exercise performance is regulated during repeated sprints to limit the development of peripheral fatigue beyond a critical threshold. *Experimental physiology*, 99, 951-963.
- Hureau, T. J., Romer, L. M., & Amann, M.** (2018). The 'sensory tolerance limit': A hypothetical construct determining exercise performance? *European journal of sport science*, 18, 13-24.
- Hutchinson, J. C., Sherman, T., & Martinovic, N.** (2008). The effect of manipulated self-efficacy on perceived and sustained effort. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20, 457-472.
- Hyde, J. S.** (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60, 581-592.
- Ikai, M., Steinhaus, A. H.** (1961). Some factors modifying the expression of human strength. *Journal of Applied Physiology*, 16, 157-163.
- Inzlicht, M., & Ben-Zeev, T.** (2000). A threatening intellectual environment: Why females are susceptible to experiencing problem-solving deficits in the presence of males. *Psychological Science*, 11, 365-371.
- Inzlicht, M., McKay, L., & Aronson, J.** (2006). Stigma as ego depletion: How being the target of prejudice affects self-control. *Psychological Science*, 17, 262-269.

- Inzlicht, M., & Kang, S.K.** (2010). Stereotype threat spillover: How coping with threats to social identity affects aggression, eating, decision making, and attention. *Journal of personality and social psychology, 99*, 467-481.
- Jaafar, H., Rouis, M., Coudrat, L., Gélat, T., Noakes, T. D., & Driss, T.** (2015). Influence of affective stimuli on leg power output and associated neuromuscular parameters during repeated high intensity cycling exercises. *PLoS ONE, 10*: e0136330.
- Jacoby, L. L.** (1991). A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language, 30*, 513-541
- Jacobs, J. E., & Eccles, J. S.** (1992). The impact of mothers' gender-role stereotypic beliefs on mothers' and children's ability perceptions. *Journal of Personality and Social Psychology, 63*, 932-944.
- Jahanshahi, M., Dirnberger, G., Liasis, A., Towell, A., and Boyd, S.** (2001). Does the prefrontal cortex contribute to movement-related potentials? Recordings from subdural electrodes. *Neurocase, 7*, 495-501.
- Jahanshahi, M., Jenkins, I. H., Brow, R. G., Marsden, C. D., Passingham, R. E., & Brooks, D. J.** (1995). Self-initiated versus externally triggered movement: An investigation using measurement of regional blood flow with PET and movement-related potentials in normal and Parkinson's disease subjects. *Brain: A Journal of Neurology, 118*, 913-933.
- Jamieson, J. P., & Harkins, S. G.** (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *Journal of Personality and Social Psychology, 93*, 544-564.
- Jamieson, J. P., & Harkins, S. G.** (2009). The effects of stereotype threat on the solving of quantitative GRE problems: A mere effort interpretation. *Personality and Social Psychology Bulletin, 35*, 1301-1314.
- Jamieson, J. P., & Harkins, S. G.** (2011). The intervening task method: Implications for measuring mediation. *Personality and Social Psychology Bulletin, 37*, 652-661.
- Jerome, G. J., Marquez, D. X., McAuley, E., Canaklisova, S., Snook, E., & Vickers, M.** (2002). Self-efficacy effects on feeling states in women. *International Journal of Behavioral Medicine, 9*, 139-154.
- Jiang, Z., Wang, X. -F., Kisiel-Sajewicz, K., Yan, J. H., & Yue, G. H.** (2012). Strengthened functional connectivity in the brain during muscle fatigue. *NeuroImage, 60*, 728-737.
- John-Henderson, N. A., Rheinschmidt, M. L., & Mendoza-Denton, R.** (2015). Cytokine responses and math performance: The role of stereotype threat and anxiety reappraisals. *Journal of Experimental Social Psychology, 56*, 203-206.
- John-Henderson, N., Rheinschmidt, M. L., Mendoza-Denton, R., & Francis, D. D.** (2014). Performance and inflammation outcomes are predicted by different facets of SES. *Social Psychological and Personality Science, 5*, 301-309.
- Johns, M., Inzlicht, M., & Schmader, T.** (2008). Stereotype threat and executive resource depletion: Examining the influence of emotion regulation. *Journal of Experimental Psychology: General, 137*, 691-705.
- Johns, M., Schmader, T., & Martens, A.** (2005). Knowing is half the battle: teaching stereotype threat as a means of improving women's math performance. *Psychological Science, 16*, 175-179.
- Johnson, M. A., Sharpe, G. R., Williams, N. C., & Hannah, R.** (2015). Locomotor muscle fatigue is not critically regulated after prior upper body exercise. *Journal of Applied Physiology, 119*, 840-850.

- Johnston, J., Rearick, M., & Slobounov, S. (2001).** Movement-related cortical potentials associated with progressive muscle fatigue in a grasping task. *Clinical Neurophysiology, 112*, 68-77.
- Jones, H. S., Williams, E. L., Bridge, C. A., Marchant, D., Midgley, A. W., Micklewright, D., & Mc Naughton, L. R. (2013).** Physiological and psychological effects of deception on pacing strategy and performance: A review. *Sports Medicine, 43*, 1243-1257.
- Kacem, A., Ftaiti, F., Chamari, K., Dogui, M., Grélot, L. & Tabka, Z. (2014).** EEG-related changes to fatigue during intense exercise in the heat in sedentary women. *Health, 6*, 1277-1285.
- Kammerer, K., Falk K., Herzog A., & Fuchs J. (2019).** How to reach ‘hard-to-reach’ older people for research: The TIBaR model of recruitment. *Survey Methods: Insights from the Field*. Retrieved from <https://surveyinsights.org/?p=11822>
- Kang, S. K., & Chasteen, A. L. (2009).** Beyond the double-jeopardy hypothesis: Assessing emotion on the faces of multiply-categorizable targets of prejudice. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*, 1281-1285.
- Karageorghis, C. I., & Priest, D. (2012a).** Music in the exercise domain: A review and synthesis (part I). *International Review of Sport & Exercise Psychology, 5*, 44-66.
- Karageorghis, C. I., & Priest, D. (2012b).** Music in the exercise domain: A review and synthesis (part II). *International Review of Sport & Exercise Psychology, 5*, 67-84.
- Kaufman, M. P., Rybicki, K. J., Waldrop, T. G., & Ordway, G. A. (1984).** Effect of ischemia on responses of group III and IV afferents to contraction. *Journal of Applied Physiology, 57*, 644-650.
- Kaye, L. K., & Pennington, C. R. (2016).** “Girls can't play”: The effects of stereotype threat on females' gaming performance. *Computers in Human Behavior, 59*, 202-209.
- Keller, J. (2007).** Stereotype threat in classroom settings: The interactive effect of domain identification, task difficulty and stereotype threat on female students' maths performance. *British Journal of Educational Psychology, 77*, 323-338.
- Keller, J., & Dauenhimer, D. (2003).** Stereotype threat in the classroom: Dejection mediates the disrupting threat effect on women's math performance. *Personality and Social Psychology Bulletin, 29*, 371-381.
- Keller, J. L., Housh, T. J., Smith, C. M., Hill, E. C., Schmidt, R. J., & Johnson, G. O. (2018).** Sex-related differences in the accuracy of estimating target force using percentages of maximal voluntary isometric contractions vs. ratings of perceived exertion during isometric muscle actions. *Journal of Strength & Conditioning Research, 32*, 3294-3300.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015).** *Physiologie du sport et de l'exercice* (5^{ème} édition).
- Kent-Braun, J. A. (1999).** Central and peripheral contributions to muscle fatigue in humans during sustained maximal effort. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology, 80*, 57-63.
- Kit, K., Mateer, C., Tuokko, H., & Spencer-Rodgers, J. (2014).** Influence of negative stereotypes and beliefs on neuropsychological test performance in a traumatic brain injury population. *Journal of the International Neuropsychological Society, 20*, 157-167.
- Kite, M. E., Stockdale, G. D., Whitley, B. E., & Johnson, B. T. (2005).** Attitudes toward younger and older adults: An updated meta-analytic review. *Journal of Social Issues, 61*, 241-266.

- Klein, O., Pohl, S., & Ndagijimana, C. (2007)** The influence of intergroup comparisons on Africans' intelligence test performance in a job selection context. *The Journal of Psychology, 141*, 453-468.
- Knisel, E., Opitz, S., Wossmann, M., & Keteihuf, K. (2009).** Sport motivation and physical activity of students in three European schools. *International Journal of Physical Education, 46*, 40-53.
- Koenig, A. M., & Eagly, A. H. (2005).** Stereotype threat in men on a test of social sensitivity. *Sex Roles: A Journal of Research, 52*, 489-496.
- Kornhuber, H. H., & Deecke, L. (1965).** Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale. *Pflügers Archiv, 284*, 1-17
- Kray, L. J., Thompson, L., & Galinsky, A. (2001).** Battle of the sexes: gender stereotype confirmation and reactance in negotiations. *Journal of Personality and Social Psychology, 80*, 942-958.
- Krendl, A., Ambady, N., & Kensinger, E. (2015).** The dissociable effects of stereotype threat on older adults' memory encoding and retrieval. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 4*, 103-109.
- Krendl, A. C., Gainsburg, I., & Ambady, N. (2012).** The effects of stereotypes and observer pressure on athletic performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 34*, 3-15.
- Krendl, A. C., Richeson, J. A., Kelley, W. M., & Heatherton, T. F. (2008).** The negative consequences of threat: A functional magnetic resonance imaging investigation of the neural mechanisms underlying women's underperformance in math. *Psychological Science, 19*, 168-175.
- Kristeva, R., Cheyne, D., Lang, W., Lindinger, G., & Deecke, L. (1990).** Movement-related potentials accompanying unilateral and bilateral finger movements with different inertial loads. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 75*, 410-418.
- Krnjevic, K., & Miledi, R. (1959).** Presynaptic failure of neuromuscular propagation in rats. *The Journal of physiology, 149*, 1-22.
- Kufel, T. J., Pineda, L. A., & Mador, M. J. (2002).** Comparison of potentiated and unpotentiated twitches as an index of muscle fatigue. *Muscle Nerve, 25*, 438-444.
- Kukulka, C. G., Moore, M. A., & Russell, A. G. (1986).** Changes in human alpha-motoneuron excitability during sustained maximum isometric contractions. *Neuroscience Letters, 68*, 327-333.
- Kutas, M., & Donchin, E. (1974).** Studies of squeezing: Handedness, Responding hand, response force, and asymmetry of readiness potential. *Science, 186*, 545-548.
- Lagerquist, O., & Collins, D. F. (2010).** Influence of stimulus pulse width on M-waves, H-reflexes, and torque during tetanic low-intensity neuromuscular stimulation. *Muscle Nerve, 42*, 886-893.
- Lamb, G. D., & Stephenson, D. G. (1991).** Effect of Mg²⁺ on the control of Ca²⁺ release in skeletal muscle fibres of the toad. *The Journal of Physiology, 434*, 507-528.
- Lamont, R. A., Swift, H. J., & Abrams, D. (2015).** A review and meta-analysis of age-based stereotype threat: Negative stereotype, not facts, do the damage. *Psychology and Aging, 30*, 180-193.

- Lander, P. J., Butterly, R. J., Edwards, A. M. (2009).** Self-paced exercise is less physically challenging than enforced constant pace exercise of the same intensity: Influence of complex central metabolic control. *British Journal of Sports Medicine, 43*, 789-795.
- Lattari, E., Arias-Carrión, O., Monteiro-Junior, R. S., Mello Portugal, E. M., Paes, F., Menéndez-González, M., ... Machado, S. (2014).** Implications of movement-related cortical potential for understanding neural adaptations in muscle strength tasks. *International Archives of Medicine, 7*: 9.
- Lauretani F., Russo C. R., Bandinelli S., Bartali B., Cavazzini C., Di Iorio A., ... Ferrucci, L. (2003).** Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: An operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology, 95*, 1851-1860.
- Laurin, R. (2013).** Stereotype threat and lift effects in motor task performance: The mediating role of somatic and cognitive anxiety. *The Journal of Social Psychology, 153*, 687-699.
- Laurin, R. (2017a).** Stereotype threat and lift effects on perceived ability and motor task performance of high school physical education students: The moderating role of stereotype endorsement and domain identification. *Movement & Sport Sciences-Science & Motricité, 95*, 21-30.
- Laurin, R. (2017b).** Group and individual stereotype threat and identity management strategies: An investigation of rugby women. *Journal of Applied Social Psychology, 47*, 584-588.
- Lee, S., & Kimmerly, D. S. (2016).** Influence of music on maximal self-paced running performance and passive post-exercise recovery rate. *The Journal of Sports Medicine & Physical Fitness, 56*, 39-48.
- Lemaire, P., Brun, F., & Régner, I. (2018).** Negative aging stereotypes disrupt both the selection and execution of strategies in older adults. *Gerontology, 64*, 373-381.
- Lepers, R. (2010).** Intérêts et limites de la neurostimulation percutanée dans l'évaluation de la fatigue musculaire. *Movement & Sport Sciences, 70*, 31-37.
- Lepers, R., Maffioletti, N. A., Rochette, L., Brugniaux, J., Millet, G. Y. (2002).** Neuromuscular fatigue during a long-duration cycling exercise. *Journal of Applied Physiology, 92*, 1487-1493.
- Lepers, R., Stapley, P., Cattagni, T., Grémeaux, V., & Knechtle, B. (2013).** Limits in endurance performance of octogenarian athletes. *Journal of Applied Physiology, 114*, 829.
- Levy, B. R. (2009).** Stereotype embodiment a psychosocial approach to aging. *Current Directions in Psychological Science, 18*, 332-336.
- Levy, B. R., & Leifheit-Limson, E. (2009).** The stereotype-matching effect: Greater influence on functioning when age stereotypes correspond to outcomes. *Psychology and Aging, 24*, 230-233.
- Levy, B. R., & Myers, L. M. (2004).** Preventive health behaviors influenced by self-perceptions of aging. *Preventive Medicine, 39*, 625-629.
- Levy, B. R., Pilver, C., Chung, P. H., & Slade, M. D. (2014).** Subliminal strengthening: improving older individuals' physical function over time with an implicit-age-stereotype intervention. *Psychological Science, 25*, 2127-2135.
- Levy, B. R., Slade, M. D., & Kasl, S. V. (2002).** Longitudinal benefit of positive self-perceptions of aging on functional health. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 57*, 409-417.

- Levy, B. R., Slade, M. D., Kundel, S. R., & Kasl, S. V. (2002).** Longevity increased by positive self-perceptions of aging. *Journal of Personality and Social Psychology*, *83*, 261-270.
- Levy, B. R., Slade, M. D., Murphy, T. E., & Gill, T. M. (2012).** Association between positive age stereotypes and recovery from disability in older persons. *The Journal of the American Medical Association*, *308*, 1972-1973.
- Levy, B. R., Zonderman, A. B., Slade, M. D., & Ferrucci, L. (2009).** Negative age stereotypes held earlier in life predict cardiovascular events in later life. *Psychological Science*, *20*, 296-298.
- Leyens J.-P., Désert M., Croizet J. -C, Darcis, C. (2000).** Stereotype threat: Are lower status and history of stigmatization preconditions of stereotype threat? *Personality and Social Psychology Bulletin*, *26*, 1189-1199.
- Leyens, J.-P., Yzerbyt, V., & Schadron, G. (1994).** Stereotypes and social cognition. London: Sage. Traduction française (1996). *Stéréotypes et cognition sociale*. Bruxelles: Mardaga.
- Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W., & Pearl, D. K. (1983).** Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential): the unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, *106*, 623-642
- Liddell, E. G. T. L., & Sherrington, C. S. (1925).** Recruitment and some other features of reflex inhibition. *Proceedings of the Royal Society B*, *97*, 488-518.
- Lim, H. B., Atkinson, G., Karageorghis, C. I., & Eubank, M. R. (2009).** Effects of differentiated music on cycling time trial. *International Journal of Sports Medicine*, *30*, 435-442.
- Lin, J., H., & Lu, F. J. (2013).** Interactive effects of visual and auditory intervention on physical performance and perceived effort. *Journal of Sports Science & Medicine*, *12*, 388-393.
- Lindstrom, L., Magnusson, R., Petersen, I. (1970).** Muscular fatigue and action potential conduction velocity changes studied with frequency analysis of EMG signals. *Electromyography*, *10*, 341-356.
- Liu, J. Z., Yao, B., Siemionow, V., Sahgal, V., Wang, X., Sun, J., & Yue, G. H. (2005).** Fatigue induces greater brain signal reduction during sustained than preparation phase of maximal voluntary contraction. *Brain Research*, *1057*, 113-126.
- Liu, J. Z., Zhang, L., Yao, B., Sahgal, V., Yue, G. H. (2005).** Fatigue induced by intermittent maximal voluntary contractions is associated with significant losses in muscle output but limited reductions in functional MRI-measured brain activation level. *Brain Research*, *1040*, 44-54.
- Lloyd, A. J. (1971).** Surface electromyography during sustained isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, *30*, 713-719.
- Logel, C., Iserman, E. C., Davies, P. G., Quinn, D. M., & Spencer, S. J. (2009).** The perils of double consciousness: The role of thought suppression in stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, *45*, 299-312.
- Looby, A., & Earleywine, M. (2010).** Gender moderates the impact of stereotype threat on cognitive function in cannabis users. *Addictive Behaviors*, *35*, 834-839.
- Luck S. J. An introduction to the event-related potential technique.** MIT Press; 2014
- Macefield, G., Hagbarth, K. E., Gorman, R., Gandevia, S. C., & Burke, D. (1991).** Decline in spindle support to alpha-motoneurons during sustained voluntary contractions. *The Journal of Physiology*, *440*, 497-512.

- Marcora, S. M.** (2008). Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? *European Journal of Applied Physiology*, *104*, 929-931.
- Marcora, S. M.** (2010). Effort: Perception of. In E. B. Goldstein (Ed.), *Encyclopedia of perception* (pp. 380–383). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Marquet, M., Boutaayamou, M., Schwartz, C., Locquet, M., Bruyère, O., Croisier, J. -L., & Adam, S.** (2018). Does negative information about aging influence older adults' physical performance and subjective age? *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *78*, 181-189.
- Marquez, D. X., Jerome, G. J., McAuley, E., Snook, E. M., & Canaklisova, S.** (2002). Self-efficacy manipulation and state anxiety responses to exercise in low active women. *Psychology & Health*, *17*, 783-791.
- Martin, V., Millet, G. Y., Martin, A., Deley, G., & Lattier, G.** (2004). Assessment of low-frequency fatigue with two methods of electrical stimulation. *Journal of Applied Physiology*, *97*, 1923-1929.
- Martin Ginis, K. A., & Leary, M. R.** (2006). Single, physically active, female: The effects of information about exercise participation and body weight on perceptions of young women. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, *34*, 979-990.
- Martiny, S. E., Gleibs, I. H., Parks-Stamm, E. J., Martiny-Huenger, T., Froehlich, L., Harter, A-L., & Roth, J.** (2015). Dealing with negative stereotypes in sports: The role of cognitive anxiety when multiple identities are activated in sensorimotor tasks. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *37*, 379-392.
- Martiny, S., Mok, S., Deaux, K. & Froehlich, L.** (2014). Effects of activating negative stereotypes about Turkish-origin students on performance and identity management in German high schools. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, *27*, 205-225.
- Matkowski, B., Place, N., Martin, A., & Lepers, R.** (2011). Neuromuscular fatigue differs following unilateral vs bilateral sustained submaximal contractions. *Scandinavian Journal of Medicine & Sciences and Sport*, *21*, 268-276.
- Mauger, A. R., Jones, A. M., & Williams, C. A.** (2009). Influence of feedback and prior experience on pacing during 4-km cycle time trial. *Medicine & Science in Sports & Exercises*, *41*, 451-458.
- Mayer, D. M., & Hanges, P. J.** (2003). Understanding the stereotype threat effect with "culture-free" tests: An examination of its mediators and measurement. *Human Performance*, *16*, 207-230.
- Mazerolle, M., Régner, I., Barber, S. J., Paccalin, M., Miazola, A. -C., Huguet, P., & Rigalleau, F.** (2016). Negative aging stereotypes impair performance on brief cognitive tests used to screen for predementia. *The Journals of Gerontology: Series B*, *72*, 932-936.
- Mazerolle, M., Régner, I., Morisset, P., Rigalleau, F., & Huguet, P.** (2012). Stereotype threat strengthens automatic recall and undermines controlled processes in older adults. *Psychological Science*, *23*, 723-727.
- Mazerolle, M., Régner, I., Rigalleau, F., & Huguet, P.** (2015). Stereotype threat alters the subjective experience of memory. *Experimental Psychology*, *62*(6), 395-402.
- McAdam, D. W., & Seales, D. M.** (1969). Bereitschaftspotential enhancement with increased level of motivation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *27*, 73-75.

- McCormick, A., Meike, C., & Marcora, S. (2015).** Psychological determinants of whole-body endurance performance. *Sports Medicine, 45*, 997-1015.
- McFall, S., Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2009).** Testing the generalizability of the mere effort account of the evaluation-performance relationship. *Journal of Personality and Social Psychology, 96*, 135-154.
- McGorry, R. W., Lin, J. H., Dempsey, P. G., & Casey, J. S. (2010).** Accuracy of the Borg CR10 scale for estimating grip forces associated with hand tool tasks. *Journal of Occupational & Environmental Hygiene, 7*, 298-306.
- McIntyre, R. B., Paulson, R. M., & Lord, C. G. (2003).** Alleviating Women's Mathematics Stereotype Threat through Salience of Group Achievements. *Journal of Experimental Social Psychology, 39*, 83-90.
- McKown, C., & Weinstein, R. S. (2003).** The development and consequences of stereotype consciousness in middle childhood. *Child Development, 74*, 498-515.
- McMorris, T., Barwood, M., & Corbett, J. (2018).** Central fatigue theory and endurance exercise: Toward an interoceptive model. *Neuroscience & Biobehavioral Review, 93*, 93-107.
- McNeil, C. J., Martin, P. G., Gandevia, S. C., & Taylor, J. L. (2009).** The response to paired motor cortical stimuli is abolished at a spinal level during human muscle fatigue. *The Journal of Physiology, 587*, 5601-5612.
- Meusen, R., Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B., & Piacentini, M. F. (2006).** Central fatigue: The serotonin hypothesis and beyond. *Sports Medicine, 36*, 881-909.
- Mehta, R. K., & Parasuraman, R. (2014).** Effects of mental fatigue on the development of physical fatigue: A neuroergonomic approach. *Human Factors, 56*, 645-656.
- Mendes, W. B., Blascovich, J., Lickel, B., & Hunter, S. (2002).** Challenge and threat during social interactions with white and black men. *Personality and Social Psychology Bulletin, 28*, 939-952.
- Merletti, R., Knaflitz, M., & De Luca, C. J. (1990).** Myoelectric manifestations of fatigue in voluntary and electrically elicited contractions. *Journal of Applied Physiology, 69*, 1810-1820.
- Merton, P. A. (1954).** Voluntary strength and fatigue. *The Journal of Physiology, 123*, 553-564.
- Meshkati, N. (1988).** Toward the development of a cohesive model of workload. In P. A. Hancock and N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload* (pp. 305-314), Amsterdam: North-Holland.
- Metzger, J. M., & Fitts, R. H. (1987).** Role of intracellular pH in muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology, 62*, 1392-1397.
- Metzger, J. M., & Moss, R. L. (1990).** Calcium-sensitive cross-bridge transitions in mammalian fast and slow skeletal muscle fibers. *Science, 247*, 1088-1090.
- Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R., & James, N. (2013).** Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical Interventions in Aging, 8*, 549-556.
- Miller, M. (1993).** Efficacy strength and performance in competitive swimmers of different skill levels. *International Journal of Sport Psychology, 24*, 284-296.
- Miller, A., & Donohue, B. (2003).** The development and controlled evaluation of athletic mental preparation strategies in high school distance runners. *Journal of Applied Sport Psychology, 15*, 321-334.

- Millet, G. Y.** (2011). Can neuromuscular fatigue explain running strategies and performance in ultra-marathons?: The flush model. *Sports Medicine*, *41*, 489-506.
- Millet, G. P., Candau, R. B., Barbier, B., Busso, T., Rouillon, J. D., & Chatard, J. C.** (2002). Modelling the transfers of training effects on performance in elite triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, *23*, 55-63.
- Millet, G. Y., Martin, V., Lattier, G., & Ballay, Y.** (2003). Mechanisms contributing to knee extensor strength loss after prolonged running exercise. *Journal of Applied Physiology*, *94*, 193-198.
- Misiaszek, J.** (2003). The H-reflex as a tool in neurophysiology: Its limitations and uses in understanding nervous system function. *Muscle & Nerve*, *28*, 144-160.
- Miyake, A., & Shah, P.** (1999). Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mkaouer, B., Hammoudi-Nassib, S., Amara, S., & Chaabène, H.** (2018). Evaluating the physical and basic gymnastics skills assessment for talent identification in men's artistic gymnastics proposed by the International Gymnastics Federation. *Biology of sport*, *35*, 383-392.
- Moè, A., Cadinu, M., & Maass, A.** (2015). Women drive better if not stereotyped. *Accident Analysis and Prevention*, *85*, 199-206.
- Moriello, G., Cotter, J. J., Shook, N., Dodd-McCue, D., & Welleford, E. A.** (2013). The effect of implicit stereotypes on the physical performance of older adults. *Educational Gerontology*, *39*, 599-612.
- Morishita, S., Yamaushi, S., Fujisawa, C., & Domen, K.** (2013). Rating of perceived exertion for quantification of the intensity of resistance exercise. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *1*, 172.
- Morrin, N. M., Stobe, M. R., Swaine, I. L., & Henderson, K. J.** (2018). The use of CR-10 scale to allow self-regulation of isometric exercise intensity in pre-hypertensive and hypertensive participants. *European Journal of Applied Physiology*, *118*, 339-347.
- Morton, R. H.** (2009). Deception by manipulating the clock calibration influences cycle ergometer endurance time in males. *Journal of Science & Medicine in Sport*, *12*, 332-337.
- Moschny, A., Platen, P., Klaaben-Mielke, R., Trampisch, U., & Hinrichs, T.** (2011). Barriers to physical activity in older adults in Germany: a cross-sectional study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *8*: 121.
- Motl, R. W., Konopack, J. F., Hu, L., & McAuley, E.** (2006). Does self-efficacy influence leg muscle pain during cycling exercise? *The Journal of Pain*, *7*, 301-307.
- Murphy, M., Steele, C., & Gross, J.** (2007). Signaling threat: How situational cues affect women in math, science, and engineering. *Psychological Science*, *18*, 879-885.
- Muzzatti, B., & Agnoli, F.** (2007). Gender and mathematics: Attitudes and stereotype threat susceptibility in Italian children. *Developmental Psychology*, *43*, 747-759.
- Myers, R. H., & Montgomery, D. C.** (1997). A tutorial on generalized linear models. *Journal of Quality Technology*, *29*, 274-291.

- Nachev, P., Kennard, C., & Hussain, M. (2008).** Functional role of the supplementary and pre-supplementary motor areas. *Nature Reviews. Neuroscience*, *9*, 856-869.
- Nadel, L., & Hardt, O. (2011).** Update on memory systems and processes. *Neuropsychopharmacology*, *36*, 251-273.
- Nadler, J., & Clark, M. (2011).** Stereotype threat: A meta-analysis comparing African Americans to Hispanic Americans. *Journal of Applied Social Psychology*, *41*, 872-890.
- Naeije, M. & Zorn, H. (1982).** Relation between EMG power spectrum shifts and muscle fibre action potential conduction velocity changes during local muscular fatigue in man. *European Journal of Applied Physiology*, *50*, 23-33.
- Neto, J. M., Silva, F., Oliveira, A. L., Couto, N. L., Dantas, E. H., & Nascimento, M. A. (2015).** Effects of verbal encouragement on performance of the multistage 20 m shuttle run. *Acta Scientiarum Health Science*, *37*, 25-30.
- Neuburger, S., Jansen, P., Heil, M., & Quaiser-Pohl, C. (2012).** A threat in the classroom: Gender stereotype activation and mental-rotation performance in elementary-school children. *Zeitschrift für Psychologie*, *220*, 61-69.
- Neuville, E., & Croizet, J.-C. (2007).** Can salience of gender identity impair math performance among 7–8 years old girls? The moderating role of task difficulty. *European Journal of Psychology of Education*, *22*, 307-316.
- Newsholme, E. A., Acworth, I., & Blomstrand, E. (1987).** Amino acids, brain neuro-transmitters and a function link between muscle and brain that is important in sustained exercise. In: Benzi G, editor. *Advances in myochemistry*. pp. 127-133
- Newsholme, E. A., Blomstrand, E., & Ekblom, B. (1992).** Physical and mental fatigue: Metabolic mechanisms and importance of plasma amino acids. *British Medical Bulletin*, *48*, 477-495.
- Neyroud, D., Maffiuletti, N. A., Kayser, B., & Place, N. (2012).** Mechanisms of fatigue and task failure induced by sustained submaximal contractions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *44*, 1243-1251.
- Neyroud, D., Vallotton, A., Millet, G. Y., Kayser, B., & Place, N. (2014).** The effect of muscle fatigue on stimulus intensity requirements for central and peripheral fatigue quantification. *European Journal of Applied Physiology*, *114*, 205-215.
- Nguyen H. -H. D., & Ryan A. M. (2008).** Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology*, *93*, 1314-1334.
- Nielsen, B., Hyldig, T., Bidstrup, F., Gonzalez-Alonso, J., & Christoffersen, G. R. J. (2001).** Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, *442*, 41-48.
- Nishihira, Y., Araki, H., & Ishihara, A. (1989).** Cerebral motor potential preceding grip strength movement. *The Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, *29*, 297-303.
- Noakes, T. D., & St Clair Gibson, A. (2004).** Logical limitations to the “catastrophe” models of fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, *38*, 648-649.
- Noakes, T. D. (2004).** Linear relationship between the perception of effort and the duration of constant load exercise that remains. *Journal of Applied Physiology*, *96*, 1571-1572.

- Noakes, T. D.** (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole-body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 3, 82.
- Noakes, T. D., St Clair Gibson, A., & Lambert, E. V.** (2004). From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 511-514.
- Noble, B. J., & Robertson, R. J.** (1996). *Perceived exertion*. Champaign, IL: Human Kinetics Champaign.
- O'Brien, L. T., & Crandall, C. S.** (2003). Stereotype threat and arousal: Effects on women's math performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29, 782-789.
- O'Brien, L. T., & Hummert, M. L.** (2006). Memory performance of late middle-aged adults: Contrasting self-stereotyping and stereotype threat accounts of assimilation to age stereotypes. *Social Cognition*, 24, 338-358.
- Oda, S., Shibata, M., & Moritani, T.** (1996). Force-dependent changes in movement-related cortical potentials. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 6, 247-252.
- Olds, T., Thomkinson, G., Léger, L., & Cazorla, G.** (2006). Worldwide variation in the performance of children and adolescents: an analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. *Journal of Sports Sciences*, 24, 1025-1038.
- Osborne, J. W.** (2001). Testing stereotype threat: Does anxiety explain race and sex differences in achievement? *Contemporary Educational Psychology*, 26, 291-310.
- Osborne, J. W.** (2006). Gender, stereotype threat, and anxiety: Psychophysiological and cognitive evidence. *Electronic Journal of research in Education Psychology*, 4, 109-138.
- Osborne, J. W.** (2007). Linking stereotype threat and anxiety. *Educational Psychology*, 27, 135-154.
- Ozaki, H., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Stager, J. M., & Abe, T.** (2013). Resistance training induced increase in VO₂max in young and older subjects. *European Review of Aging and Physical Activity*, 10, 107-116.
- Pageaux, B.** (2016). Perception of effort in exercise science: Definition, measurement and perspectives. *European Journal of Sport Science*, 16, 885-894.
- Pageaux, B., & Lepers, R.** (2016). Fatigue induced by physical and mental exertion increases perception of effort and impairs subsequent endurance performance. *Frontiers in Physiology*, 7, 587.
- Pageaux, B., Lepers, R., Dietz, K. C., & Marcora, S. M.** (2014). Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 114, 1095-1105.
- Pageaux, B., Marcora, S. M., & Lepers, R.** (2013). Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45, 2254-2264.
- Pansu, P., Régner, I., Max, S., Colé, P., Nezelek, J., Huguet, P.** (2016). A burden for the boys: Evidence of stereotype threat in boy's reading performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 65, 26-30.
- Papaiouannou, A., Karastogiannidou, C., & Theodorakis, Y.** (2004). Sport involvement, sport violence and health behaviours of Greek adolescents. *The European Journal of Public Health*, 14, 168-172.
- Pate, E., Bhimani, M., Franks-Skiba, K., & Cooke, R.** (1995). Reduced effect of pH on skinned rabbit psoas muscle mechanics at high temperatures: Implications for fatigue. *The Journal of Physiology*, 486, 689-694.

- Payne, B. K.** (2008). What mistakes disclose: A process dissociation approach to automatic and controlled processes in social psychology. *Social & Personality Psychology Compass*, 2, 1073-109.
- Peiffer, J. J., & Abbiss, C. R.** (2011). Influence of environmental temperature on 40 km cycling time-trial performance. *International Journal of Sport Physiology & Performance*, 6, 208-220.
- Peña, J., & Kim, E.** (2014). Increasing exergame physical activity through self and opponent avatar appearance. *Computers in Human Behavior*, 41, 262-267.
- Pennington, C. R., Heim, D., Levy, A. R., & Larkin, D. T.** (2016). Twenty years of stereotype threat research: A review of psychological mediators. *PloS one*, 11, e0146487.
- Pennington, C. R., Qureshi, A., Monk, R. L., & Heim, D.** (2016). The effects of stereotype threat and contextual cues on alcohol users' inhibitory control. *Addictive Behaviors*, 54, 12-17.
- Perrey, S., Radel, R., & Brisswalter, J.** (2016). Commentaries on viewpoint: A role for the prefrontal cortex in exercise tolerance and termination. *Journal of Applied Physiology*, 120, 467-469.
- Picho, K., Rodriguez, A., & Finnie, L.** (2013). Exploring the moderating role of context on the mathematics performance of females under stereotype threat: A meta-analysis. *Journal of Social Psychology*, 153, 299-333.
- Pincivero, D. M.** (2011). Older adults underestimate RPE and knee extensor torque as compared with young adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43, 171-180.
- Pitcher, J. B., & Miles, T. S.** (1997). Influence of muscle blood flow on fatigue during intermittent human hand-grip exercise and recovery. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 24, 471-476.
- Place, N., Maffiuletti, N. A., Martin, A., & Lepers, R.** (2007). Assessment of the reliability of central and peripheral fatigue after sustained maximal voluntary contraction of the quadriceps muscle. *Muscle Nerve* 35, 486-495.
- Place, N., Martin, A., Ballay, Y., & Lepers, R.** (2007). Neuromuscular fatigue differs with biofeedback type when performing a submaximal contraction. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 17, 253-63.
- Place, N., Matkowski, B., Martin, A., & Lepers, R.** (2006). Synergists activation pattern of the quadriceps muscle differs when performing sustained isometric contractions with different EMG biofeedback. *Experimental Brain Research*, 174, 595-603
- Place, N., Yamada, T., Bruton, J. D., & Westerblad, H.** (2008). Interpolated twitches in fatiguing single mouse muscle fibres: Implications for the assessment of central fatigue. *The Journal of Physiology*, 586, 2799-2805.
- Pollak, K. A., Swenson, J. D., Vanhaisma, T. A., Huguen, R. W., Jo, D., Light, K. C., ... Light, A. R.** (2014). Exogenously applied muscle metabolites synergistically evoke sensations of muscle fatigue and pain in human subjects. *Experimental Physiology*, 99, 368-380.
- Popham, L., & Hess, T. M.** (2014). Stereotype threat. (in press). In S. K. Whitbourne (Ed.), *The Encyclopedia of Adulthood and Aging*. London: Wiley-Blackwell.
- Pornpattananangkul, N., & Nusslock, R.** (2015). Motivated to win: Relationship between anticipatory and outcome reward-related neural activity. *Brain and Cognition*, 100, 21-40.

- Praamstra**, P., Stegeman, D. F., Horstink, M. W., Brunia, C. H., & Cools, A. R. (1995). Movement-related potentials preceding voluntary movement are modulated by the mode of movement selection. *Experimental Brain Research*, *103*, 429-439.
- Radel**, R., Brisswalter, J., & Perrey, S. (2017). Saving mental effort to maintain physical effort: A shift of activity within the prefrontal cortex in anticipation of prolonged exercise. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *17*, 305-314.
- Rahhal**, T. A., Colcombe, S. J., & Hasher, L. (2001). Instructional manipulations and age differences in memory: Now you see them, now you don't. *Psychology & Aging*, *16*, 697-706.
- Ramsey**, L. R., Betz, D. E., & Sekaquaptewa, D. (2013). The effects of an academic environment intervention on science identification among women in STEM. *Social Psychology of Education: An International Journal*, *16*, 377-397.
- Régner**, I., Selimbegović, L., Pansu, P., Monteil, J. -M., & Huguet, P. (2016). Different sources of threat on math performance for girls and boys: The role of stereotypic and idiosyncratic knowledge. *Frontiers in Psychology*, *7*: 637.
- Régner**, I., Steele, J. R., Ambady, N., Thinus-Blanc, C., & Huguet, P. (2014). Our future scientists: A review of stereotype threat in girls from early elementary school to middle school. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, *27*, 13-51.
- Régner**, I., Steele, J. & Huguet, P. (2014). Stereotype threat in children: Past and present. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, *27*, 5-12.
- Régner**, I., Thinus-Blanc, C., Netter, A., Schmader, T., & Huguet, P. (2019). Committees with implicit biases promote fewer women when they do not believe gender bias exists. *Nature human behavior*. <https://www.nature.com/articles/s41562-019-0686-3>
- Reid**, C. (1928). The mechanism of voluntary muscular fatigue. *Experimental Physiology*, *19*, 17-42.
- Rejeski**, W. J., & Ribisl, P. (1980). Expected task duration and perceived effort: An attributional analysis. *Journal of Sport Psychology*, *2*, 227-236.
- Riemer**, B. A., & Visio, M. E. (2003). Gender typing of sports: An investigation of Metheny's classification. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, *74*, 193-204.
- Riciputi**, S., & Erdal, K. (2017). The effect of stereotype threat on student-athlete math performance. *Psychology of Sport and Exercise*, *32*, 54-57.
- Riou**, F., Boiché, J., Doron, J., Romain, A. J., Corrion, K., Ninot, G., d'Arripe-Longueville, F., & Gernigon, C. (2012). Development and validation of the French achievement goals questionnaire for sport and exercise. *European Journal of Psychological Assessment*, *28*, 313-320.
- Roberson**, L., & Kulik, C. T. (2007). Stereotype threat at work. *The Academy of Management Perspectives*, *21*, 24-40.
- Robertson**, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., ... Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*, 333-341.

- Robertson, C. V., & Marino, F. E. (2015).** Prefrontal and motor cortex EEG responses and their relationship to ventilatory thresholds during exhaustive incremental exercise. *European Journal of Applied Physiology*, *115*, 1939-1948.
- Robertson, C. V., & Marino, F. E. (2016).** A role of the prefrontal cortex in exercise tolerance and termination. *Journal of Applied Physiology*, *120*, 464-466.
- Rodriguez-Falces, J., & Place, N. (2018).** Determinants, analysis and interpretation of the muscle compound action potential (M wave) in humans: Implications for the study of muscle fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, *118*, 501-521.
- Rosenthal, H. E., Crisp, R. J., & Suen, M. (2007).** Improving performance expectancies in stereotypic domains: Task relevance and the reduction of stereotype threat. *European Journal of Social Psychology*, *37*, 586-597.
- Rossi-Arnaud, C., Spataro, P., Geraci, L. (2018)** Effects of stereotype threat and prior task success on older adults' eyewitness memory. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *7*, 422-431.
- Rousseau, G., Gruet, M., Vercruyssen, F., Louis, J., Vallier, J.-M., & Bernard, T. (2018).** Interactions between perceived exertion and thermal perception in the heat in endurance athletes. *Journal of Thermal Biology*, *76*, 68-76.
- Row Lazzarini, B. S., Dropp, M. W., & Lloyd, W. H. (2017).** Upper-extremity explosive resistance training with older adults can be regulated using the rating of perceived exertion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*, 831-836.
- Rube, N., & Secher, N. H. (1981).** Paradoxical influence of encouragement on muscle fatigue. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, *46*, 1-7.
- Russ, D. W., & Kent-Braun, J. A. (2003).** Sex differences in human skeletal muscle fatigue are eliminated under ischemic conditions. *Journal of Applied Physiology*, *94*, 2414-2422.
- Rydell, R. J., Van Loo, K. J., & Boucher, K. L. (2014).** Stereotype threat and executive functions: Which functions mediate different threat-related outcomes? *Personality and Social Psychology Bulletin*, *40*, 377-390.
- Sacco, P., Thickbroom, G. W., Thompson, M. L., & Mastaglia, F. L. (1997).** Changes in corticomotor excitation and inhibition during prolonged submaximal muscle contractions. *Muscle Nerve*, *20*, 1158-1166.
- Sadoyama, T., Masuda, T., Miyano, H. (1983).** Relationships between muscle fiber conduction velocity and frequency parameters of surface EMG during sustained contraction. *European Journal of Applied Physiology*, *51*, 247-256
- Sales, M., Levinger, P., & Polman, R. C. J. (2017).** Relationships between self perceptions and physical activity behaviour, fear of falling, and physical function among older adults. *European Review of Aging & Physical Activity*, *14*: 17.
- Sanchez, A. N. P., Gates, S. R., King, C. J., Larson, A. D., Lutz, W. R., Sanker, J. E., et al. (2011).** Shooting hoops: Why men's presence negatively affects women's athletic performance.
- Sarrazin, P., & Guillet, E. (2001).** « Mais pourquoi ne se réinscrivent-ils plus ! » Variables et processus de l'abandon sportif. In Cury F. & Sarrazin P. (Eds.), *Théories de la motivation et pratiques sportives* (pp. 223-254). Paris: PUF.
- Saunders, B. A. (2016).** Identification with math boost women's performance on mathematical tasks under

stereotype threat. *Journal of Scientific Psychology*, 1, 9-17

Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 147-155.

Schieppati, M. (1987). The Hoffmann reflex: A means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Progress in Neurobiology*, 28, 345-376.

Schillings, M. L., Kalkman, J. S., van der Werf, S., Bleijenberg, G., Van Engelen, B. G., & Zwarts, M. J. (2006). Central adaptations during repetitive contractions assessed by the readiness potential. *European Journal of Applied Physiology*, 97, 521-526.

Schiphof-Godart, L., Roelands, B., & Hettinga, F. J. (2018) Drive in sports: How mental fatigue affects endurance performance. *Frontiers in Psychology*, 9: 1383

Schmader, T. (2002). Gender identification moderates stereotype threat effects on women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38, 194-201.

Schmader, T., Hall, W., & Croft, A. (2015). Stereotype threat in intergroup relations. In M. Mikulincer, P. R. Shaver, J. F. Dovidio, & J. A. Simpson (Eds.), *APA handbooks in psychology. APA handbook of personality and social psychology, Vol. 2. Group processes* (pp. 447-471). Washington, DC, US: American Psychological Association.

Schmader, T., & Johns, M. (2003). Converging evidence that stereotype threat reduces working memory capacity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 440-452.

Schmader, T., Johns, M., & Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences: The role of stereotype endorsement in women's experience in the math domain. *Sex Roles*, 50, 835-850.

Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological review*, 115, 336-356.

Scott, W. B., Oursler, K. K., Katzel, L. I., Ryan, A. S., & Russ, D. W. (2007). Central activation, muscle performance, and physical function in men infected with human immunodeficiency virus. *Muscle & nerve*, 36, 374-383.

Seabra, A. C., Seabra, A. F., Mendonça, D. M., Brustad, R., Maia, J. A., Fonseca, A. M., & Malina, R. M. (2013). Psychosocial correlates of physical activity in school children aged 8-10 years. *European Journal of Public Health*, 23, 794-798.

Seibt, B., & Förster, J. (2004). Stereotype threat and performance: How self-stereotypes influence processing by inducing regulatory foci. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 38-56.

Seitchik, A. E., & Harkins, S. G. (2015). Stereotype threat, mental arithmetic, and the mere effort account. *Journal of Experimental Social Psychology*, 61, 19-30.

Semmler, J. G., Enoka, R. M. (2000). Neural contributions to changes in muscle strength. In: *The Encyclopedia of Sports Medicine. IX. Biomechanics in Sport* pp. 3-20.

Shahidul, S. M., & Zehadul Karim, A. H. M. (2015). Intergenerational bonding in family and school contexts: Which does impact more on degree aspiration of students? *Asian Social Science*, 11, 63.

- Shakeel, A., Navid, M. S., Anwar, M. N., Mazhar, S., Jochumsen, M., & Niazi, I. K. (2015).** A review of techniques for detection of movement intention using movement-related cortical potentials. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2015, 346217.
- Shelvin, H. K., Rivadeneyra, R. & Zimmerman, C. (2014).** Stereotype threat in African American children: The role of Black identity and stereotype awareness. *Revue internationale de psychologie sociale*, 27, 175-204.
- Shenouda, C. K., & Danovitch, J. H. (2014).** Effects of gender stereotypes and stereotype threat on children's performance on a spatial task. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 27, 53-77.
- Shibasaki, H., & Hallett, M. (2006).** What is Bereitschaftspotential? *Clinical Neurophysiology*, 117, 2341-2356.
- Shibata, M., Moritani, T., & Kubota, K. (1993).** The relationships between movement-related cortical potentials and the force level in man. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25: 197
- Shield, A., & Zhou, S. (2004).** Assessing voluntary muscle activation with the twitch interpolation technique. *Sports Medicine*, 34, 253-267.
- Shih, M., Pittinsky, T. L., & Ambady, N. (1999).** Stereotype susceptibility: Identity salience and shifts in quantitative performance. *Psychological Science*, 10, 80-83.
- Shortz, A. E., Pickens, A., Zheng, Q., & Metha, R. K. (2015).** The effect of cognitive fatigue on prefrontal cortex correlates of neuromuscular fatigue in older women. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation*, 12: 115.
- Sieck, G. C., & Prakash, Y. S. (1995).** Fatigue at the neuromuscular junction. Branch point vs. presynaptic vs. postsynaptic mechanisms. *Advances in Experimental Medicine & Biology*, 384, 83-100.
- Siemionow, V., Yue, G. H., Ranganathan, V. K., Liu, J. Z., & Sahgal, V. (2000).** Relationship between motor activity-related cortical potential and voluntary muscle activation. *Experimental Brain Research*, 133, 303-311.
- Silva-Júnior, F. L., Emanuel, P., Sousa, J., Silva, M., Teixeira, S., Pires, F. O., ... Arias-Carrion, O. (2016).** Prior acute mental exertion in exercise and sport. *Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health*, 12, 94-107.
- Simons, H. D., Bosworth, C., Fujita, S., & Jensen, M. (2007).** The athlete stigma in higher education. *College Student Journal*, 41, 251-273.
- Singh, J., & Knight, R. T. (1990).** Frontal lobe contribution to voluntary movements in humans. *Brain Research*, 531, 45-54.
- Sjøgaard, G., Savard, G.K., & Juel, C. (1988).** Muscle blood flow during isometric activity and its relation to muscle fatigue. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 57, 327-335.
- Skinner, J. S., Hustler, R., Bergsteinova, V., & Buskirk, E. R. (1973).** The validity and reliability of a rating scale of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports*, 5, 94-96.
- Slobounov, S., Hallett, M., Newell, K. (2004).** Perceived effort in force production as reflected in motor-related cortical potentials. *Clinical Neurophysiology*, 115, 2391-2402.
- Smeding, A., Dumas, F., Loose, F., & Régner, I. (2013).** Order of administration of math and verbal tests: An ecological intervention to reduce stereotype threat on girls' math performance. *Journal of Educational Psychology*, 105, 850-860.

- Smith, D. M., & Martiny, S. E. (2018).** Stereotype threat in sport: Recommendations for Applied Practice and Research. *The Sport Psychologist, 32*, 311-320.
- Sogaard, K., Gandevia, S. C., Todd, G., Petersen, N. T., & Taylor, J. L. (2006).** The effect of sustained low-intensity contractions on supraspinal fatigue in human elbow flexor muscles. *The Journal of Physiology, 573*, 511-523.
- Soltanlou, M., Sitnikova, M. A., Nuerk, H. -C., & Dresler, T. (2018)** Applications of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) in studying cognitive development: The case of mathematics and language. *Frontiers in Psychology, 9*: 277.
- Speelman, C. P., & McGann, M. (2013).** How mean is the mean? *Frontiers in Psychology, 4*: 451.
- Spencer, B., & Castano, E. (2007).** Social class is dead. Long live social class! Stereotype threat among low socioeconomic status individuals. *Social Justice Research, 20*, 418-432.
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999).** Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 35*, 4-28.
- Spring, J. N., Place, N., Borrani, F., Kayser, B. & Barral, J. (2016).** Movement-related cortical potential amplitude reduction after cycling exercise relates to the extent of neuromuscular fatigue. *Frontiers in Human Neuroscience, 10*: 257.
- Stackhouse, S. K., Dean, J. C., Lee, S. C., & Binder-MacLeod, S. A. (2000).** Measurement of central activation failure of the quadriceps femoris in healthy adults. *Muscle Nerve, 23*, 1706-1712.
- Stahl, T., Van Laar, C., & Ellemers, N. (2012).** The role of prevention focus under stereotype threat: Initial cognitive mobilization is followed by depletion. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*, 1239-1251.
- St Clair Gibson, A., Baden, D. A., Lambert, M. I., Harley, Y., Hampson, D., ... Noakes, T. D. (2016).** The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine, 33*, 167-176.
- Steele, C. M. (1997).** A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *The American Psychologist, 52*, 613-629.
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995).** Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology, 69*, 797-811.
- Steele, J., Bianchi, E. & Ambady, N. (2014).** The effect of racial primes on the test performance of African-American and European-American children. *Revue internationale de psychologie sociale, 7*, 161-174.
- Steele, C. M., Spencer, S. J., & Aronson, J. (2002).** Contending with group image: The psychology of stereotype and social identity threat. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology, Vol. 34*, pp. 379-440). San Diego, CA, US: Academic Press.
- Stephan, Y., Sutin, A. R., & Terracciano, A. (2015).** How old do you feel? The role of age discrimination and biological aging in subjective age. *PloS one, 10*, e0119293.
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2012).** Can stereotype threat explain the gender gap in mathematics performance and achievement? *Review of General Psychology, 16*, 93-102.

- Stöggli, T., Pellegrini, B., & Holmberg, H. C. (2018).** Pacing and predictors of performance during cross-country skiing races: A systematic review. *Journal of sport and health science*, 7, 381-393.
- Stone, J. (2002).** Battling doubt by avoiding practice: The effects of stereotype threat on self-handicapping in white athletes. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 28, 1667-1678.
- Stone, J., Lynch, C. I., Sjomeling, M., & Darley, J. M. (1999).** Stereotype threat effects on Black and White athletic performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 1213-1227.
- Stone, J., & McWhinnie, C. (2008).** Evidence that blatant versus subtle stereotype threat cues impact performance through dual processes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44, 445-452.
- Stone, M. R., Thomas, K., Wilkinson, M., Jones, A. M., St Clair Gibson, A., & Thompson, K. G. (2012).** Effects of deception on exercise performance: Implications for determinants of fatigue in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44, 534-541.
- Stone, M. R., Thomas, K., Wilkinson, M., Stevenson, E., St Clair Gibson, A., Jones, A. M., & Thompson, K. G. (2017).** Exploring the performance reserve: Effect of different magnitudes of power output deception on 4,000 m cycling time-trial performance. *PloS one*, 12, e0173120.
- Suhr, J., & Gunstad, J. (2005).** Further exploration of the effect of “diagnosis threat” on cognitive performance in individuals with mild head injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 23-29.
- Swart, J., Lamberts, R. P., Lambert, M. I., St Clair Gibson, A., Lambert, E. V., Skowno, J., & Noakes, T. D. (2009).** Exercising with reserve: Evidence that the central nervous system regulates prolonged exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 782-788.
- Sweet, T. W., Foster, C., McGuigan, M. R., & Brice, G. (2004).** Quantification of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 796-802.
- Swift, H. J., Abrams, D., & Marques, S. (2013).** Threat or Boost? Social comparison affects older peoples’ performance differently depending on task domain. *The Journal of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 68, 23-30.
- Swift, H. J., Lamont, R. A., & Abrams, D. (2012).** Are they half as strong as they used to be? An experiment testing whether age-related social comparisons impair older people’s hand grip strength and persistence. *BMJ Open*, 2, e001064.
- Tachi, M., Kouzaki, M., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2004).** The influence of circulatory difference on muscle oxygenation and fatigue during intermittent static dorsiflexion. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 682-688.
- Taghipour, M., Nazary-Moghadam, S., Pourahmadi, M.R., Rajabzadeh, F., & Nodehi-Moghadam, A. (2018).** The effects of visual feedback and verbal encouragement on abdominal muscles endurance tests. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*, 4, 61-65.
- Tatem, A. J., Guerra, C. A., Atkinson, P. M., & Hay, S. I. (2004).** Athletics: Momentous sprint at the 2156 Olympics? *Nature*, 431: 525.
- Tattersson, A. J., Hahn, A. G., Martin, D. T., & Febbraio, M. A. (2000).** Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 3, 186-193.

- Taylor, J. L.** (2009). Point: The interpolated twitch does/does not provide a valide measure of the voluntary activation of muscle. *Journal of Applied Physiology*, *107*, 254-255.
- Taylor, J. L., Allen, G. M., Butler, J. E., & Gandevia, S. C.** (2000). Supraspinal fatigue during intermittent maximal voluntary contractions of the human elbow flexors. *Journal of Applied Physiology*, *89*, 305-313.
- Taylor, J. L., Amann, M., Duchateau, J., Meeusen, R., Rice, C. L.** (2016). Neural contributions to muscle fatigue: From the brain to the muscle and back again. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *48*, 2294-2306.
- Taylor, J. L., Butler, J. E., Allen, G. M., & Gandevia, S. C.** (1996). Changes in motor cortical excitability during human muscle fatigue. *The Journal of Physiology*, *490*, 519-528.
- Taylor, J. L., & Gandevia, S. C.** (2001). Transcranial magnetic stimulation and human muscle fatigue. *Muscle Nerve*, *24*, 18-29.
- Taylor, J. L., Todd, G., & Gandevia, S. C.** (2006). Evidence for a supraspinal contribution to human muscle fatigue. *Clinical & Experimental Pharmacology & Physiology*, *33*, 400-405.
- Teffer, K., & Semendeferi, K.** (2012). Human prefrontal cortex: Evolution, development, and pathology. *Progress in Brain Research*, *195*, 191-218.
- Telford, R. M., Telford, R. D., Olive, L. S., Cochrane, T., & Davey, R.** (2016). Why are girls less physically active than boys? Findings from the LOOK longitudinal study. *PLOS One*, *11*: e0150041.
- Temesi, J., Arnal, P. J., Davranche, K., Bonnefoy, R., Levy, P., Verges, S., & Millet, G. Y.** (2013). Does central fatigue explain reduced cycling after complete sleep deprivation? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *45*, 2243-2253.
- Thacker, J. S., Middleton, L. E., McIlroy, W. E., & Staines, W. R.** (2014). The influence of an acute bout of aerobic exercise on cortical contributions to motor preparation and execution. *Physiological Reports*, *2*: e12178.
- Thomas, A., & Dubois, S. J.** (2011). Reducing the burden of stereotype threat eliminates age differences in memory distortion. *Psychological Science*, *22*, 1515-1517.
- Thomas, J. R., & French, K. E.** (1985). Gender differences across age in motor performance a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *98*, 260-282.
- Thomas, K., Goodall, S., Stone, M., Howatson, G., St Clair Gibson, A., & Ansley, L.** (2015). Central and peripheral fatigue in male cyclists after 4-, 20-, and 40-km time trials. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *47*, 537-546.
- Thorson, K. R., Forbes, C. E., Magerman, A. B., & West, T.V.** (2019). Under threat but engaged: Stereotype threat leads women to engage with female but not male partners in math. *Contemporary Educational Psychology*, *58*, 243-259.
- Todd, G., Gorman, R. B., & Gandevia, S. C.** (2004). Measurement and reproducibility of strength and voluntary activation lower-limb muscles. *Muscle Nerve*, *29*, 834-842.
- Tofari, P. J., Opar, D. A., Kemp, J. G., Billaut, F., & Cormack, S.** (2016). Reliability of measures of quadriceps muscle function using magnetic stimulation. *Muscle Nerve*, *53*, 770-778.
- Tomasetto, C., Alparone, F. R., & Cadinu, M.** (2011). Girls' math performance under stereotype threat: The moderating role of mothers' gender stereotypes. *Developmental Psychology*, *47*, 943-949.

- Touge**, T., Werhahn, K. J., Rothwell, J. C., & Marsden, M. D. (1995). Movement -related cortical potentials preceding repetitive and random-choice hand movements in Parkinson's disease. *Annals of Neurology*, *37*, 791-799
- Trbovich**, P. L., & LeFevre, J. A. (2003). Phonological and visual working memory in mental addition. *Memory & Cognition*, *31*, 738-745.
- Tritter**, A., Fitzgeorge, L., Cramp, A., Valiulis, P., & Prapavessis, H. (2013). Self-efficacy and affect responses to sprint interval training. *Psychology of Sport & Exercise*, *14*, 886-890.
- Tucker**, R., Marle, T., Lambert, E. V., Noakes, T. D. (2006). The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. *The Journal of Physiology*, *574*, 905-915.
- Tucker**, R., Rauch, L., Harley, Y. X., & Noakes, T. D. (2004). Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflugers Archiv: European Journal of Applied Physiology*, *44*, 422-430.
- Unsworth**, N., & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: Active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, *114*, 104-132.
- UyBico**, S. J., Pavel, S., & Gross, C. P. (2007). Recruiting vulnerable populations into research: A systematic review of recruitment interventions. *Journal of General Internal Medicine*, *22*, 852-863.
- Vargas**, N., & Marino, F. (2018). Neuroinflammation, cortical activity, and fatiguing behavior during self-paced exercise. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, *470*, 413-426.
- Verges**, S., Maffiuletti, N. A., Kerherve, H., Decorte, N., Wuyam, B., & Millet, G. Y. (2009). Comparison of electrical and magnetic stimulations to assess quadriceps muscle function. *Journal of Applied Physiology*, *106*, 701-710.
- Vermeulen**, L., Nunez Castellar, E., Janssen, D., Calvi, L., & Van Looy, J. (2016). Playing under threat: examining stereotype threat in female game players. *Computers in Human Behavior*, *57*, 377-387.
- Vick**, S.B., Seery, M.D., Blascovich, J., & Weisbuch, M. (2008). The effect of gender stereotype activation on challenge and threat motivational states. *Journal of Experimental Social Psychology*, *44*, 624-630.
- Vogel**, T., Brechat, P. H., Leprêtre, P. M., Kaltenbach, G., Berthel, M., & Lonsdorfer, J. (2009). Health benefits of physical activity in older patients: A review. *International Journal of Clinical Practice*, *63*, 303-320.
- Walsh**, M., Hickey, C., & Duffy, J. (1999). Influence of item content and stereotype situation on gender differences in mathematical problem solving. *Sex Roles*, *41*, 219-240.
- Walton**, G. M., & Cohen, G. L. (2003). Stereotype lift. *Journal of Experimental Social Psychology*, *39*, 456-467.
- Wan**, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., & Liu, X. (2017). Muscle fatigue: General understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine*, *49*: e384.
- Watson**, K. B., Carlson, S. A., Gunn, J. P., Galuska, D. A., O'Connor, A., Greenlund, K. J., & Fulton, J. E. (2016). Physical inactivity among adults aged 50 years and older - United States, 2014. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, *65*, 954-958.

- Weinberg, R., Gould, D., Yukelson, D., & Jackson, A. (1981).** The effect of preexisting and manipulated self-efficacy on a competitive muscular endurance task. *Journal of Sport Psychology, 3*, 345-354.
- Weinberg, R., Miller, A., & Horn, T. S. (2012).** The influence of a self-talk intervention on collegiate cross-country runners. *International Journal of Sport & Exercise Psychology, 10*, 123-134.
- Weineck, J. (1983).** *Manuel d'entraînement*. Paris, Vigot.
- Welch, A.S., Hulley, A., & Beauchamp, M. (2010).** Affect and self-efficacy responses during moderate-intensity exercise among low active women: The effect of cognitive appraisal. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 32*, 154-175.
- Westerblad, H., & Allen, D. G. (1994).** The role of sarcoplasmic reticulum in relaxation of mouse muscle; effects of 2,5- di(tert-butyl)-1,4-benzohydroquinone. *The Journal of Physiology, 474*, 291-301.
- Wilke, J. T., & Lansing, R. W. (1973).** Variations in the motor potential with force exerted during voluntary arm movements in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 35*, 259-265.
- Windhorst, U., Kirmayer, D, Soibelman, F., Misri, A., & Rose, R. (1997).** Effects of neurochemically excited group III-IV muscle afferents on motoneuron after hyperpolarization. *Neuroscience, 76*, 915-929.
- Wingfield, G., Marino, F., & Skein, M. (2018).** The influence of knowledge of performance endpoint on pacing strategies, perception of effort, and neural activity during 30-km cycling time trials. *Physiological reports, 6*: e13892.
- Witte, K., & Freund, J. (2001).** Single-letter retrieval cues for anagram solution. *Journal of General Psychology, 128*, 315-328.
- Woods, J. J., Furbush, F., & Bigland-Ritchie, B. (1987).** Evidence for a fatigue-induced reflex inhibition of motoneuron firing rates. *Journal of Neurophysiology, 58*, 125-137.
- Wraga, M., Helt, M., Jacobs, E., & Sullivan, K. (2007).** Neural basis of stereotype-induced shifts in women's mental rotation performance. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2*, 12-19.
- Wright, D. J., Holmes, P. S., Di Russo, F., Loporto, M., & Smith, D. (2012).** Differences in cortical activity related to motor planning between experienced guitarists and non-musicians during guitar playing. *Human Movement Science, 31*, 567-577.
- Yamashita, S., Iwai, K., Akimoto, T., Sugawara, J., & Kono, I. (2006).** Effects of music during exercise on RPE, heart rate and the autonomic nervous system. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 46*, 425-430.
- Yeung, N. C. J., & Von Hippel, C. (2008).** Stereotype threat increases the likelihood that female drivers in a simulator run over jaywalkers. *Accident Analysis and Prevention, 40*, 667-674.
- Yoon, T., De-Lap, B. S., Griffith, E. E., & Hunter, S. K. (2008).** Age-related muscle fatigue after a low-force fatiguing contraction is explained by central fatigue. *Muscle Nerve, 37*, 457-466.
- Zajonc, R. (1965).** Social facilitation, *Science, 149*, 269-274.

Zebrowitz, L. A., & Montepare, J. M. (2000). "Too young, too old": Stigmatizing adolescents and elders. In T. F. Heatherton, R. E. Kleck, M. R. Hebl, & J. G. Hull (Eds.), *The social psychology of stigma* (pp. 334-373). New York: Guilford Press.

Zehr, P. E. (2002). Considerations for use of the Hoffmann reflex in exercise studies. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 455-468.

Zimmerman, J. (2011). Raising our athletic daughters: How sports can build self-esteem and save girls' lives. Main Street Books.

Zory, R., Boërio, D., Jubeau, M., & Maffiuletti, N. A. (2005). Central and peripheral fatigue of the knee extensor muscles induced by electromyostimulation. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 847-853

**Influence of sex stereotypes and aging stereotypes on non-technical endurance performance:
a positive effect of inducing a negative stereotype?**

Abstract

The stereotype threat theory (Steele, 1997) suggests that when a negative stereotype toward one group is induced, in a context where this stereotype is susceptible to be applied, a decrease in performance would be observed. After being replicated in various domains, this negative effect on performance was generalized to the physical domain. Most studies investigated this effect during technical tasks such as soccer-dribbling tasks (for a meta-analysis, see Gentile, Boca, & Giammusso, 2018). Although technical abilities are major factors in physical performance, other factors also regulate physical performance such as physical abilities with, for example, endurance (Weineck, 1983). The objective of this thesis was to examine the influence of inducing sex stereotypes and aging stereotypes on women's and older adults' non-technical endurance performance. The integrated process model (Schmader, Johns, & Forbes, 2008), widely used in the literature, explains performance modifications after a negative stereotype was induced during technical tasks. However, this model makes no assumptions about its effect during non-technical tasks. The mere effort account (Jamieson & Harkins, 2007), recently validated in the physical domain, could be applied during this type of task. This account suggests that inducing a negative stereotype could lead to an increase in threatened participants' performance during non-technical endurance tasks.

In line with these predictions, studies 1, 2, 3 and 4 showed an increase in women's endurance performance after inducing a negative stereotype toward them during tasks at submaximal and maximal intensities, and on different muscle groups. These studies especially observed that threatened women were more motivated to outperform men (study 4) and they put more effort into the tasks. This performance increase could also be due to a lower central fatigue (study 3) and a greater planning of the central motor command over the prefrontal cortex (study 4). These four studies strengthen the hypothesis that the effects of sex stereotypes would be task-dependent and that the mere effort account appears to be relatively robust to explain the effects of sex stereotypes during non-technical endurance tasks. Interestingly, these positive results were not fully replicated in older adults. Inducing a negative aging stereotype did not influence participants' maximal performance (studies 5 and 6). An increase in performance was nonetheless observed when the intensity of the task was reduced (study 6). When investigating aging stereotypes, the mere effort account seems to be imperfect and needs to be completed to explain their effects in the physical domain.

The results of this thesis enrich the stereotype threat literature by showing that inducing a negative stereotype can, contrary to the predictions of the initial stereotype threat theory (Steele, 1997), lead to an improvement of women's performances and under certain conditions for older adults.

Mots clés : Sex stereotypes, Aging stereotypes, Endurance, Fatigue, Perception of effort.

Influence des stéréotypes sexués et des stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique : un effet positif de l'induction d'un stéréotype négatif ?

Résumé

La théorie de la menace du stéréotype (Steele, 1997) suggère que lorsqu'un stéréotype négatif à l'encontre d'un groupe social est induit, dans un contexte où ce stéréotype est susceptible de s'appliquer, une baisse de la performance du groupe menacé serait observée. Après avoir été répliqué dans de nombreux domaines comme le domaine cognitif, cet effet négatif sur la performance a été généralisé au domaine physique et sportif. La majorité des études ont investigué cet effet au travers de tâches techniques comme des tâches de dribbles en football par exemple (pour une méta-analyse, voir Gentile, Boca, & Giammusso, 2018). Bien que les capacités techniques représentent des facteurs majeurs de la performance physique, d'autres facteurs régulent également cette dernière, comme les capacités physiques avec en leur centre l'endurance (voir le modèle de Weineck, 1983). L'objectif de ce travail doctoral est d'examiner l'influence de l'induction de stéréotypes sexués et de stéréotypes liés à l'âge sur la performance d'endurance non-technique des femmes et des seniors. Le modèle des processus intégrés (Schmader, Johns, & Forbes, 2008), très largement utilisé dans la littérature, explique les modifications de performance à la suite de l'induction d'un stéréotype négatif lors de tâches techniques. Toutefois, ce modèle n'apporte aucune hypothèse quant à son effet lors de tâches non-techniques. En revanche, le modèle du simple effort (Jamieson & Harkins, 2007), récemment appliqué au domaine physique et sportif, pourrait s'appliquer à ce type de tâche. Il suggère que l'induction d'un stéréotype négatif pourrait entraîner une amélioration de la performance des participant.e.s menacé.e.s lors de tâches d'endurance non-techniques.

En accord avec ces prédictions, les études 1, 2, 3 et 4 de cette thèse ont montré une amélioration de la performance d'endurance des femmes, après l'induction d'un stéréotype négatif à leur égard, au travers de tâches à intensité maximale et sous-maximale et sur différents groupes musculaires. Ces études ont notamment observé que les femmes menacées étaient davantage motivées à surpasser les hommes (étude 4) et s'engageaient dans davantage d'effort. Cette amélioration de la performance pourrait également être due à une plus faible fatigue centrale (étude 3) et à une planification plus importante de la commande motrice au niveau du cortex préfrontal (étude 4). Ces quatre études renforcent l'hypothèse selon laquelle les effets des stéréotypes négatifs sexués seraient tâche-dépendants et le modèle du simple effort apparaît alors comme relativement robuste pour expliquer les effets des stéréotypes sexués sur des tâches d'endurance non-techniques. De manière intéressante, ces effets positifs n'ont pas été totalement répliqués chez les seniors. L'induction d'un stéréotype négatif lié à l'âge n'a entraîné aucune modification de la performance maximale des participantes (études 5 et 6) mais une augmentation de la performance lorsque l'intensité de la tâche était réduite (étude 6). Chez les seniors, le modèle du simple effort apparaît comme imparfait et nécessite d'être complété pour expliquer les effets des stéréotypes liés à l'âge dans le domaine physique et sportif.

Les résultats de ce travail enrichissent la littérature sur la menace du stéréotype en montrant que l'induction d'un stéréotype peut, contrairement aux prédictions du modèle initial (Steele, 1997), entraîner une amélioration de la performance physique et sportive chez les femmes, et sous certaines conditions chez les seniors.

Mots clés : *Stéréotypes sexués ; Stéréotypes liés à l'âge ; Endurance ; Fatigue ; Perception de l'effort*