

ISEPK
Université de Liège



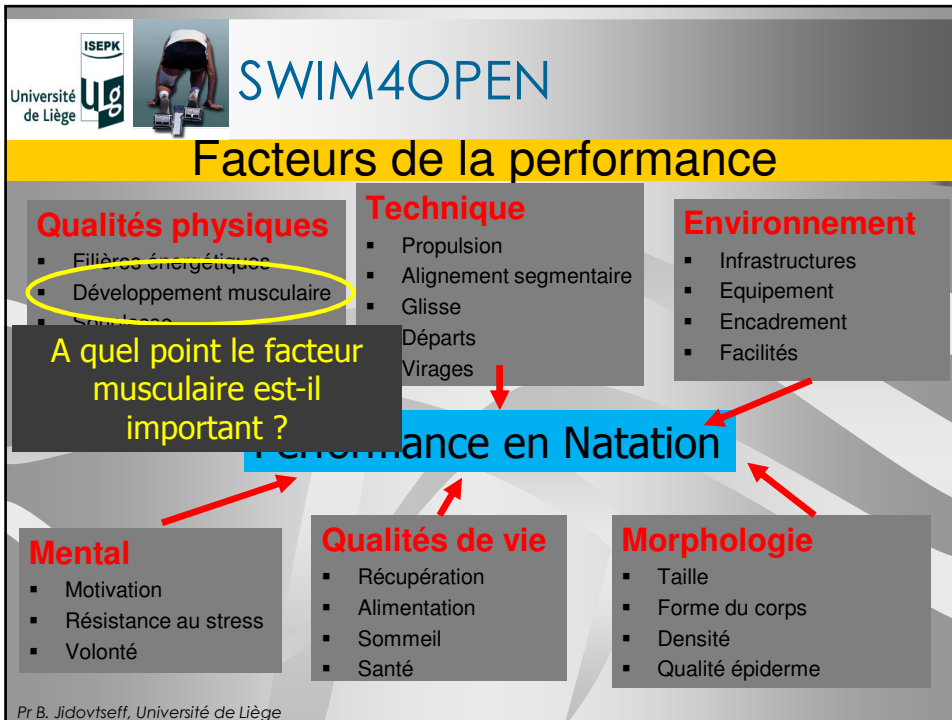
SWIM4OPEN

IMPACT DE LA MUSCULATION SUR LA PERFORMANCE EN NATATION



Colloque natation
Huy, 17 mai 2014

Pr Boris Jidovtseff
Université de Liège



ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

- **Limiter l'effet des résistances à l'avancement**
 - L'immerger (pour annuler résistance de la vague)
 - S'orienter à l'horizontale
 - Aligner l'axe du corps et l'axe du déplacement
 - Etre indéformable

L'équation du nageur

Technique → Force
Endurance ← Force
Endurance ← Technique

- **Chercher l'appui le plus résistant pour pousser**
 - Sur la plus grande masse d'eau
 - Sens contraire au déplacement
 - En profondeur
 - Avec des forces d'intensités croissantes

Ref : Vilas-Boas et al., 2010
Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

Différentes formes de résistances lors de la nage.

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

3 phases importantes

Départ Vitesse de nage Virages

Musculature intéressante ?

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

Importance du départ

Table 1
Percentage of race distance taken up by the start (0-15 m) for various swimming distances (11)

Distance (m)	Percentage of race time (approx.)
50	30
100	15
200	7.5
400	4
800	2
1,500	1

Départ important !

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

Bishop et al, 2013

ISEPK Université de Liège **SWIM4OPEN**

Relation départ et performance musculaire

TABLE 1. Strength and power predictors of 15-m time ($n = 11$).*

	Jump height (cm)	Peak power (W)	Relative power ($W \cdot kg^{-1}$)	RFD ($N \cdot s^{-1}$)	1RM strength (kg)
15-m time (s)	-0.69†	-0.85‡	-0.66†	-0.56	-0.74‡
PVF (N)	0.78‡	0.79‡	0.60	0.30	0.62†
PHF (N)	0.73†	0.87‡	0.78‡	0.40	0.71†

*PVF = peak vertical force; PHF = peak horizontal force; RFD = rate of force development; RM = repetition maximum.
 †Significant at $p < 0.05$.
 ‡Significant at $p < 0.01$.

West et al, 2011

La puissance des jambes = facteur le plus important !

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK Université de Liège **SWIM4OPEN**

Relation départ et performance musculaire

A

West et al, 2011




B

Breed et al, 2003

La puissance >>> 1RM

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

Effet musculation sur le départ




Table 2. Nine-week resistance training programme

Sessions 1 and 3	Sets × reps (load)	Session 2	Sets × reps (load)
Weeks 1–3			
Clean pull	4 × 5 (8-RM)*	Barbell jump squat	5 × 5 (10–15 kg)
Barbell press (behind neck)	3 × 8 (10-RM)	Back extension	3 × 10–15
Parallel squat (Smith mach)	3 × 8 (10-RM)	Prone hold	3 × 20–30 s
Back extension	3 × 10–15		
Prone hold	3 × 20–30 s		
Weeks 4–6			
Barbell jump squat	4 × 4 (15–20 kg)	Weighted belt jump	5 × 5 (9 kg)
Dumbbell overhead press	4 × 6 (6-RM)	Back extension	2 × 8 (5–10 kg)
Barbell half squat	4 × 6 (6-RM)	Twisting crunch	2 × max
Back extension	2 × 8 (5–10 kg)		
Twisting crunch	2 × max		
Weeks 7–9			
Drop jump	5 × 5 (45–60 cm)	Barbell half squat	4 × 5 (5-RM)
Cable arm drive	5 × 5 (8-RM)	Barbell jump squat	4 × 5 (17–25 kg)
Weighted belt jump	5 × 5 (9–13.5 kg)		
Dumbbell arm drive	5 × 5 (5-RM)		
Side hold	3 × max		

* RM = the maximum load attainable for the repetitions stated.

Breed et al, 2003

ISEPK
Université de Liège

Effet musculation sur le départ

Table 3. Descriptive data for the dry-land tests before and after the training programme (mean ± s)

Test	Control group	Resistance-trained group
CMJ with arm swing (cm)		
Before	40.2 ± 5.0	37.8 ± 6.9
After	40.7 ± 4.8	43.1 ± 6.2
% change	+1.2	+12.3**
CMJ without arm swing (cm)		
Before	26.7 ± 3.9	27.3 ± 4.8
After	26.9 ± 2.8	30.6 ± 4.7
% change	+0.7	+10.8**
Squat jump at 0.70 rad · s⁻¹ (kg)		
Before	112 ± 14.7	113 ± 19.8
After	114 ± 8.8	132 ± 19.9
% change	+1.6	+13.8*
Squat jump at 0.44 rad · s⁻¹ (kg)		
Before	127 ± 17.3	136 ± 26.9
After	130 ± 14.7	148 ± 22.2
% change	+2.7	+8.1

Abbreviation: CMJ = countermovement jump. *P < 0.05, **P < 0.001.

Table 4. Dive start variables before and after the training programme (mean ± s)

Start	Control group	Resistance-trained group
Velocity (m · s⁻¹)		
<i>Grab start</i>		
Before	3.16 ± 0.3	3.13 ± 0.2
After	3.07 ± 0.3	3.16 ± 0.3
% change	-2.9	+0.9
<i>Track start</i>		
Before	3.46 ± 0.3	3.42 ± 0.3
After	3.33 ± 0.3	3.48 ± 0.3
% change	-3.9	+1.7*
<i>Swing start</i>		
Before	3.12 ± 0.3	3.21 ± 0.2
After	3.11 ± 0.4	3.34 ± 0.4
% change	-0.3	+3.9
Take-off angle (°)		
<i>Grab start</i>		
Before	-5.2 ± 8.5	-8.1 ± 6.1
After	-5.1 ± 7.6	-7.6 ± 6.2
% change	+2.0	+6.6
<i>Track start</i>		
Before	-10.8 ± 7.3	-13.3 ± 7.4
After	-10.2 ± 7.6	-10.1 ± 5.6
% change	+5.9	+31.7**
<i>Swing start</i>		
Before	-6.8 ± 7.3	-9.3 ± 7.1
After	-6.2 ± 6.9	-7.6 ± 6.9
% change	+9.7	+22.3

Breed et al, 2003






Effet musculation sur le départ

Bishop et al, 2009
 Nageurs de 12 à 14 ans
 2x1H de pliométrie par semaine pendant 8 semaines
 ⇒ Permet de gagner 0,4sec sur le départ.

Potdevin et al, 2011
 6 semaines de pliométrie chez nageurs de 14 ans
 ⇒ Amélioration détente verticale
 ⇒ Amélioration vitesse au 50 et au 400m (+0,04m/sec)
 (avec départ et virages)
 ⇒ Pas d'amélioration de vitesse de nage
 => **Pliométrie efficace pour améliorer départ**

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège





Les virages



Virages concernent 20 à 30% du temps de course (Hay 1983)




SWIM4OPEN



Université de Liège

Relation virage / performance musculaire



Blanksby et al, 1996

- Filles et garçons de 11-13 ans
- Relation entre Peak Force et le temps du virages ($R=0,69$)
- Pas de relation entre la performance et la vitesse de sortie de virage !


Cronin et al, 2007

- Relation modeste entre V2-4m et Puissance des jambes ($r=0,28-0,41$)
- Les nageurs les plus rapides en sortie de virages présentent des performances musculaires moyennes supérieures (+8 à 10%)
- La technique serait cependant encore plus importante.

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

SWIM4OPEN



Université de Liège

Effet musculation sur virages

Cossor et al, 1999

- Niveau amateur (3X1h30/sem)
- Groupe Contrôle : 3X1H30 natation
- Groupe Plio : 3x1H15 natation+ 15min pliométrie
- Aucune différence significative !

=> Pas d'évidence scientifique MAIS manque de données avec population de haut niveau

ISEPK
Université de Liège






Vitesse de nage



Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

La vitesse de nage (crawl)

- Influence de la distance sur la technique

Table 1. Mean (\pm s) values of each variable in relation to individually imposed swim pace Seifert et al 2004

Individually imposed swim pace	Index of coordination (%)	Velocity ($m \cdot s^{-1}$)	Stroke rate (stroke $\cdot min^{-1}$)	Stroke length (m $\cdot stroke^{-1}$)	Ratio of stroke rate/ stroke length	Entry and catch phase (%)	Pull phase (%)	Push phase (%)	Recovery phase (%)	Propulsive phases (%)	Non-propulsive phases (%)
3000 m	-10.5 \pm 5.3	1.43 \pm 0.07	29.7 \pm 3.6	2.92 \pm 0.36	10.41 \pm 2.27	35.8 \pm 6.3	19.5 \pm 4.7	19.6 \pm 1.9	25.1 \pm 3.6	39.1 \pm 5.2	61.2 \pm 4.9
1500 m	-9.4 \pm 5.2	1.50 \pm 0.08	31.8 \pm 3.4	2.85 \pm 0.28	11.32 \pm 1.98	34.3 \pm 6.2	20.7 \pm 4.1	19.7 \pm 2.2	25.3 \pm 3.4	40.3 \pm 4.6	59.8 \pm 4.5
800 m	-8.5 \pm 5.4	1.53 \pm 0.06	34.6 \pm 3.6	2.69 \pm 0.28	13.08 \pm 2.46	32.7 \pm 6.7	21.3 \pm 4.4	19.9 \pm 1.8	26.1 \pm 4.2	41.3 \pm 5.4	58.7 \pm 5.4
400 m	-7.8 \pm 4.5	1.61 \pm 0.06	36.6 \pm 3.6	2.66 \pm 0.27	14.00 \pm 2.59	31.8 \pm 5.8	22.5 \pm 3.5	20.0 \pm 2.0	25.8 \pm 4.0	42.5 \pm 4.6	57.5 \pm 4.6
200 m	-5.9 \pm 4.6	1.71 \pm 0.08	41.3 \pm 4.0	2.51 \pm 0.20	16.69 \pm 2.81	28.3 \pm 6.4	23.8 \pm 3.5	20.4 \pm 1.8	27.5 \pm 3.5	44.2 \pm 4.5	55.8 \pm 4.5
100 m	-1.0 \pm 4.5	1.80 \pm 0.06	46.3 \pm 2.9	2.34 \pm 0.16	19.93 \pm 2.53	23.4 \pm 5.3	26.7 \pm 3.6	22.1 \pm 2.8	27.8 \pm 3.4	48.7 \pm 4.6	51.2 \pm 4.5
50 m	1.1 \pm 6.0	1.85 \pm 0.06	49.9 \pm 3.7	2.23 \pm 0.16	22.58 \pm 3.00	20.0 \pm 6.7	28.7 \pm 4.5	22.5 \pm 3.1	28.8 \pm 2.6	51.2 \pm 6.0	48.9 \pm 6.0
Maximal velocity	2.6 \pm 6.1	1.93 \pm 0.10	53.7 \pm 3.6	2.16 \pm 0.12	25.04 \pm 2.88	18.5 \pm 6.3	28.8 \pm 5.1	23.6 \pm 2.8	29.1 \pm 3.6	52.4 \pm 6.1	47.6 \pm 6.1
Mean	-4.9 \pm 7.0	1.67 \pm 0.18	40.5 \pm 9.0	2.54 \pm 0.36	16.65 \pm 5.67	28.1 \pm 5.3	24.0 \pm 5.3	21.0 \pm 2.7	26.9 \pm 3.8	45.0 \pm 7.0	55.0 \pm 7.0

Fréquence cycle \downarrow distance % phase propulsive \downarrow distance

Longueur cycle \uparrow distance

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK Université de Liège **SWIM4OPEN**

La vitesse de nage (crawl)

- Relation Amplitude/Fréquence

Amplitude (m/cycle) vs Fréquence (cycles/min) vs Jeux Olympiques

Pelayo et al, 1999

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

Evolution de la natation :
Plus grande efficacité de la propulsion

Diminution de la fréquence

ISEPK Université de Liège **SWIM4OPEN**

La vitesse de nage (crawl)

Facteurs favorisant la propulsion

La technique


La morphologie

La Force/puissance


Fig. 1. Mean values of body height (cm) and weight (kg) of front crawl medalists at Summer Olympics Beijing 2008


Kucia-Czyszczo et al, 2014

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège



Université de Liège





Relation Force/puissance musculaire et vitesse de nage

Sharp et al, 1982

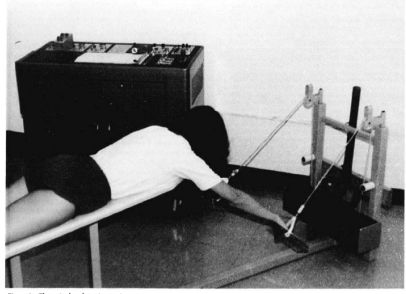


Figure 1—The swim bench testing equipment.

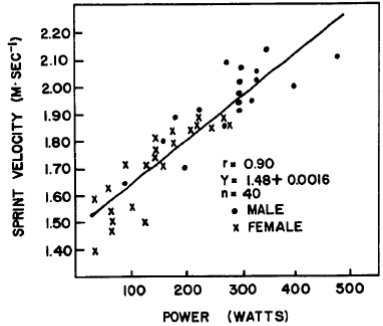





Figure 2—The relationship between sprint freestyle swimming (V_{25}) and power achieved on the swim bench.

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège



Université de Liège





Relation Force/puissance musculaire et vitesse de nage

<p>Hawley et al, 1991</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puissance des bras Vs 50m : R= 0,83 • Puissance des bras Vs 400m : R = 0,63 <p>Hawley et al, 1992</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50m Vs P jambes (R=0,76) et P Bras (R=63) • 400m Vs P Bras (R=0,70) <p>Johnson et al, 1993</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1RM Développé couché Vs Vmax : R= 0,55 • Puissance Bras Vs Vmax : R = 0,84-0,88 <p>Dominguez-Castells, 2013</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puis DC Vs V25m : R = 0,47 • Puis Mvt Spécif Vs25m : R = 0,76 	<div style="font-size: 3em; line-height: 1;">}</div> <p>50m : Bras et Jb 400m : Bras</p> <div style="font-size: 3em; line-height: 1; margin-top: 20px;">}</div> <p>Puis >> Force</p> <div style="font-size: 3em; line-height: 1; margin-top: 20px;">}</div> <p>Importance mouvement spécifique</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

Effets de la musculation sur la vitesse de nage

Sharp et al, 1982

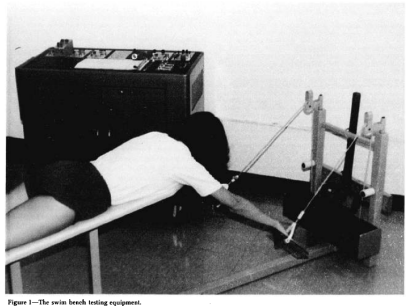
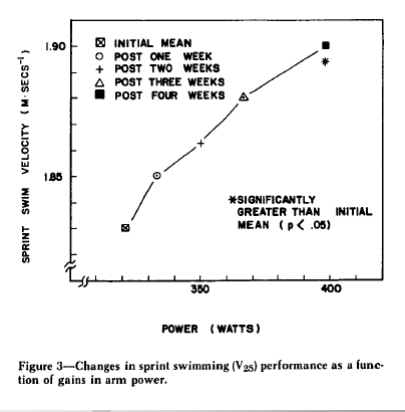


Figure 1—The swim bench testing equipment.



Power (Watts)	Sprint Swim Velocity (m·sec ⁻¹)	Stage
~320	~1.82	INITIAL MEAN
~340	~1.85	POST ONE WEEK
~360	~1.88	POST TWO WEEKS
~380	~1.90	POST THREE WEEKS
~400	~1.92	POST FOUR WEEKS

*SIGNIFICANTLY GREATER THAN INITIAL MEAN (p < .05)

Figure 3—Changes in sprint swimming (V_{25}) performance as a function of gains in arm power.

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

Effets de la musculation sur la vitesse de nage

Tanaka et al, 1993

12 semaines d'entraînement
Gr Contrôle : 6entr Nat/sem
Gr Muscu : 6entrNat/sem + 3xMuscu/sem

- ⇒ Amélioration des performances dans les deux groupes
- ⇒ Résultats CONTROL = MUSCU
- ⇒ Muscu non spécifique => peu de transferts

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

Effets de la musculation sur la vitesse de nage

Girolid et al, 2007 : Musculation Vs Sprints+résistance ou assisté

FIGURE 1. View of the swimmers' situations during the exercises in resisted and assisted sprint.

Group	W0 (s)	W4 (s)	W12 (s)
S	~29.5	~29.5	~28.5
RAS	~31.0	~30.5	~29.5
C	~31.5	~31.5	~31.0

FIGURE 2. Evolution of the performances over 50 m, over the 12-week training period; $p < 0.05$ (mean \pm SD).

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

Effets de la musculation sur la vitesse de nage

Girolid et al, 2012 : Musculation Vs Electrostimulation

Group	W0 (%)	W4 (%)	W8 (%)
S	100.0	~102.0	~101.5
ES	100.0	~101.5	~101.0
C	100.0	~100.5	~100.5

FIGURE 1. Changes in performances over 50 m before the training (W0), after 4 weeks of training (W4) and 4 weeks after the end of the training (W8) in French national 1 level swimmers. S = dry-land strength group; ES = electrical stimulation group; C = control groups. *Denotes significance ($p < 0.05$). Values are expressed as mean \pm SE.

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

Effets de la musculation sur la vitesse de nage

Dominguez-Castells, 2013

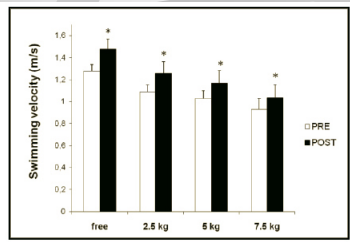


Figure 4. Maximal swim velocity (V_{free} , $V_{2.5}$, V_5 , $V_{7.5}$) before and after 7-week training period (mean±SD); * $p \leq 0.05$.

- + ↑↑ de la longueur de cycle
- + ↓ de la fréquence de cycle

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

Effets de la musculation sur la vitesse de nage

Sadowski et al, 2012

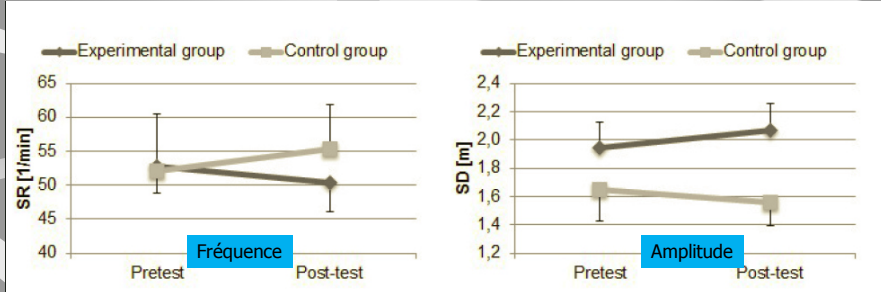




Figure 4 Mean and standard deviation values for stroke frequency (SR) and distance per stroke (SD) in the 25 m front crawl at the beginning of the protocol (Pretest) and after six weeks of training (Post-test) for the experimental and control groups

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège

Conclusions

Effets de la musculation sur la vitesse de nage

- La tendance générale est que **l'entraînement musculaire** est positif pour la performance en natation
- L'entraînement doit viser plus particulièrement la **puissance** que la force musculaire
- L'entraînement doit offrir une certaine **spécificité** afin de favoriser un transfert vers le geste spécifique
- Il n'y a pas d'indication que l'entraînement musculaire interfère sur l'endurance
- La plupart des études se limitent au crawl
- Limites des études : populations et échantillons

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège



Recommandations pour le travail musculaire

Les enchaînements pour les bras :



Figure 7 : enchaînement basé sur les tirages.






Figure 8 : enchaînement basé sur les tirages couchés.




Figure 9 : enchaînement basé sur les développés couchés.

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

Université de Liège 



Musculation du nageur

- **Muscu spécifique :**
 - Peu de muscu générale => passer vite au spécifique
 - Mouvements spécifiques => Travail proche geste technique
 - Combinaison Muscu/natation => transfert vers geste technique
 - Muscles propulseurs & antag (rééquil, prévention)
 - Pliométrie pour départ et virages
 - Eviter raideur (ampl opt + assouplissements)
 - 50 au 100 m => Puis des MI et MS
 - 400 au 1500 => Puis et End F des MS

Pr B. Jidovtseff, Université de Liège




Université de Liège 



Musculation du nageur

- **Groupes musculaires principaux :**
 - Membres supérieurs : Add (abd), rot int (rot ext), Ext coude, Flex poignet
 - Membres inférieurs : Ext hanche, Ext genoux (0 à 30 °), Ext Pied, Add, Abd
 - Muscles de soutien : Abdo/lombaire





Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

ISEPK
Université de Liège


SWIM4OPEN

Transfert Muscu-Natation




4 tirages 80% 25 m (vitesse maximale) 6 mouvements 25 m (vitesse maximale)

Figure 7 : enchaînement basé sur les tirages.



3 tractions 85% 25 m (vitesse maximale) 6 mouvements 25 m (vitesse maximale)

Figure 8 : enchaînement basé sur les tirages couchés.



3 développés à 85% 50 m (vitesse maximale) 6 mouvements 50 m (vitesse maximale)

Figure 9 : enchaînement basé sur les développés couchés.

G Cometti & A Laly

ISEPK
Université de Liège

SWIM4OPEN

Prévention des blessures

- **Rotateurs externes épaule**



Pr B. Jidovtseff, Université de Liège

PSL 2013

SWIM4OPEN

Merci pour votre attention

Piscine de Huy
17 mai

Références disponibles sur demande :
b.jidovtseff@ulg.ac.be