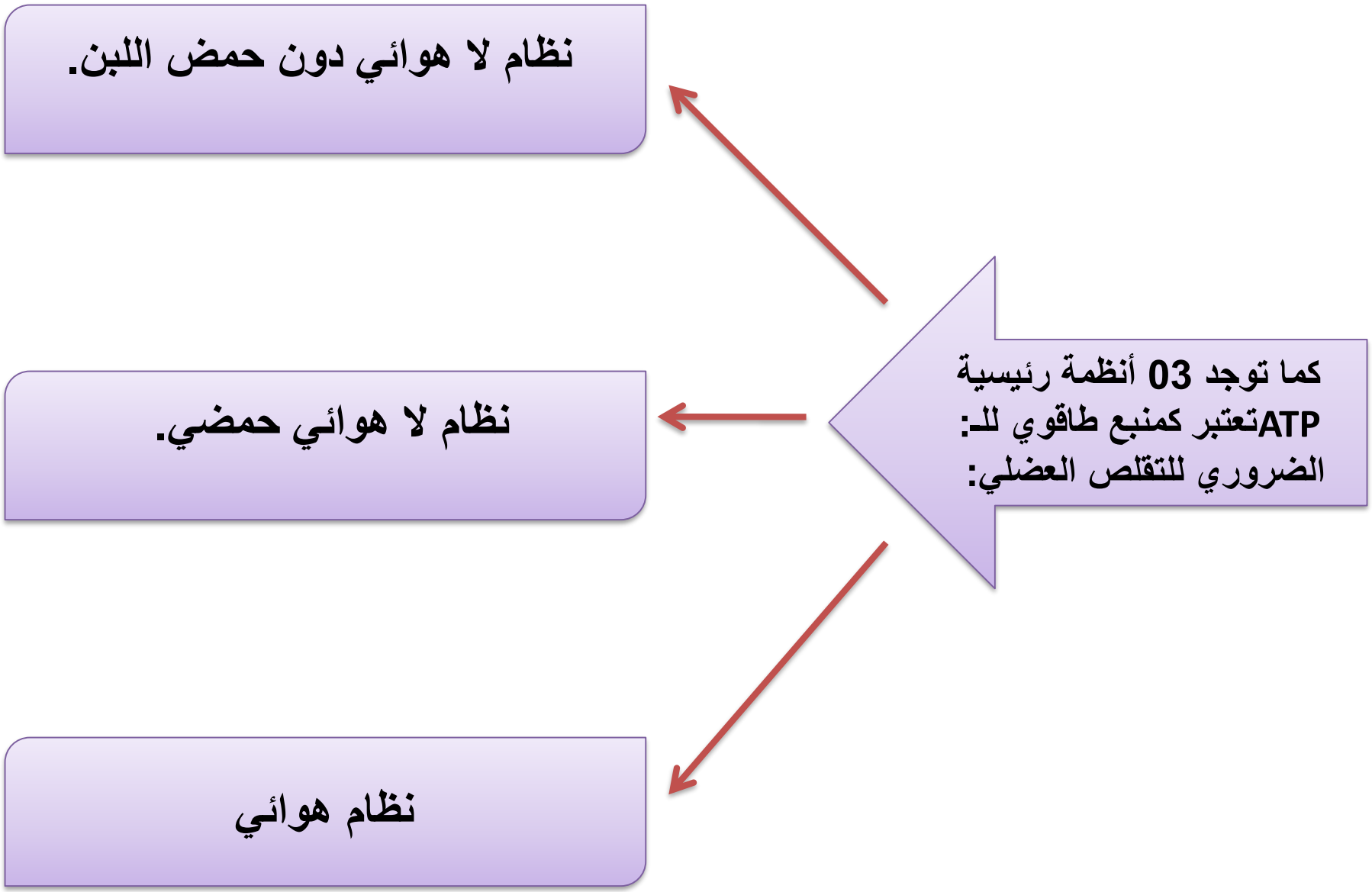
الآليات الطاقوية
Les filières énergétiques

المبادئ و الآليات الطاقوية في النشاط البدني و الرياضي

ترتفع الاحتياجات الميتابوليزمية في العضلة كلما أرتفع المجهود العضلي و هذا المصدر الطاقوي خاضع لتكيفات عضلية دورية قلبية و تنفسية و عصبية، فالجهاز العصبي يسير هذا النظام، حيث يرسل إشارات كهربائية من خلال الألياف الحركية مما يؤدي إلى طرح الأستيل كولين المخزن في الألياف العصبية في مناطق الترابط العصبي العضلي و هذا ما يسمح لبدأ نظام خلوي مستقل للعضلة يعطي طاقة للتقلص العضلي و هذه الطاقة منبعها النظام الصادر من:

مخزون عضوي يستعمل مباشرة مع وجود الأكسجين أو في انعدامه

من الاحتراق البطيء للغلو سيدات، ليبيدات و البروتيدات المخزونة في العضلة أو المتنقلة في الدم.


كما توجد 03 أنظمة رئيسية
ATPتعتبر كمنبع طاقوي للـ:
الضروري للتقلص العضلي:
نظام لا هوائي دون حمض اللبن.
نظام لا هوائي حمضي.
نظام هوائي

1- الآلية الطاقوية اللاهوائية:

أوضح Jousselin, (1990)"عند عملية التقلص العضلي العنيف و السريع، يعتبر مخزون الأكسجين و سرعة التكون غير كافيين لذا يجب على الليف العضلي أن يجد مصادر اخرى للتموين بـ (ATP) بسرعة و بكمية كبيرة و للعضلة منبعين لسد النقص في النظام اللاهوائي"

المنبع الأول: من خلال الكرياتين فوسفات الذي يسمح بتركيب (ATP) في غياب الأكسجين (O_2) و يسمى الميكانيزم اللاهوائي دون حمض اللبن.

المنبع الثاني: من خلال الغليكوجين أو الميكانيزم اللاهوائي مع تكون حمض اللبن.
الآلية الطاقوية اللاهوائية اللالبنية (النظام الجليكوليكي):

1-1 الآلية الطاقوية اللاهوائية اللالبنية :

و هي مجموع التفاعلات التي تضمن إنتاج طاقة (ATP) في غياب الأكسجين (لاهوائي) و بدون إنتاج نهائي لحمض اللبن، حيث تتدخل هذه الشعبة في بداية التمرين باستخدام الكميات القليلة المتواجدة في العضلة أو عن طريق الفوسفوكرياتين الذي ينتج طاقة بسرعة و هذا في وجود أنزيم الفوسفوكرياتين كيناز (CPK) عبر التفاعل التالي

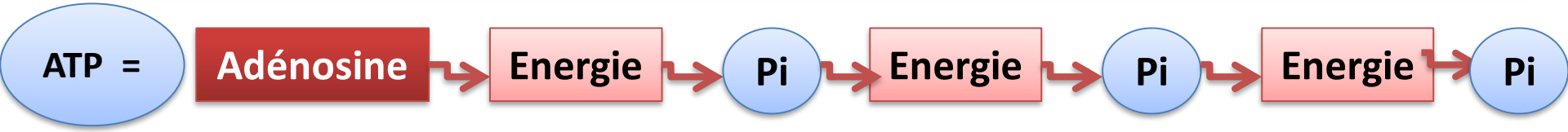
$$ADP + CP \overset{CPK}{\longleftrightarrow} ATP + créatine$$

كما أن إنتاج الطاقة (ATP) يمكن أن ينجز عن طريق تمييع جريئتين من ADP مع تشكيل جزيئة AMP في و جد أنزيم الميوكيناز (MK).

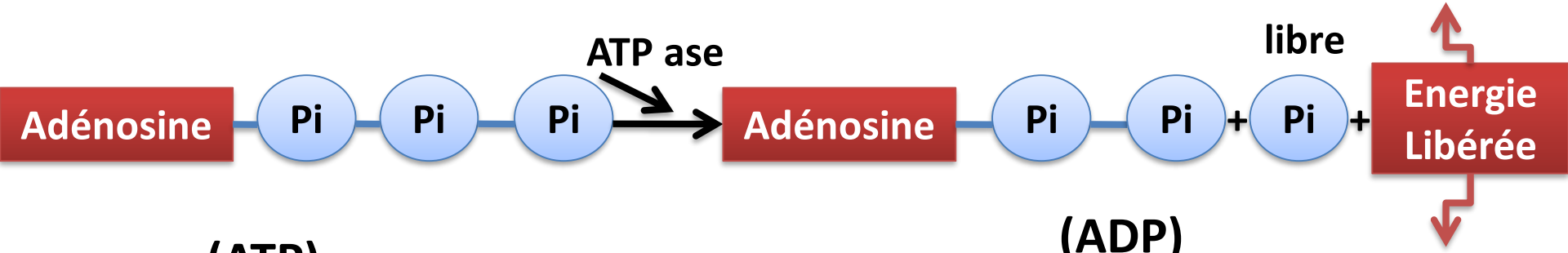
$$2ADP \overset{MK}{\longrightarrow} ATP + AMP$$

يتواجد مخزون ATP في الخلية العضلية حيث تتراوح نسبته إلى 6 ملي مول/كغ أما مخزون الفوسفو كرياتين يتراوح من 20-30 ملي مول/كغ من وزن العضلة

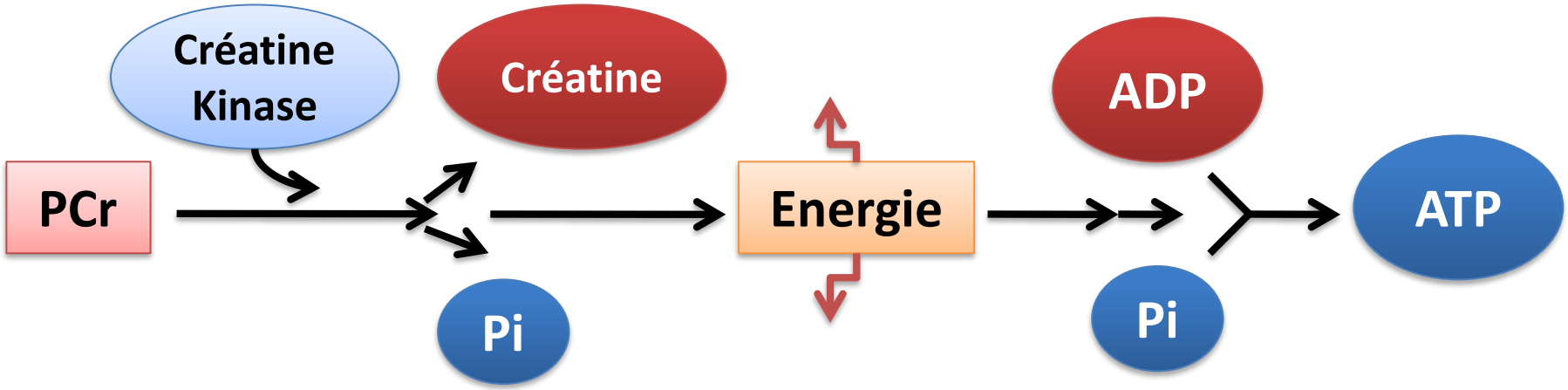
A- la configuration structurale d'une molécule d'ATP fait apparaitre des liaisons phosphate riches en énergie



B- lorsque le troisième groupement phosphate de la molécule d'ATP est hydrolysé sous l'action de l'ATP ase , l'énergie est libérée



Reconstitution de l'ATP à partir de l'énergie stockée dans PCr



كما يندرج ضمن هذا النظام قسمين و هما

القدرة القصوى اللاهوائية اللالبنية: و هي بداية الطاقة الآلية، كمية العمل المرتبط بوحدة زمنية. أو الكمية القصوى للطاقة و التي ترتفع أثناء التمرين المرافق للوحدة الزمنية التي تتراوح من 0-10 ثا،

السعة اللاّهوائية اللالبنية : و هي كمية الطاقة الكلية لنشاط ممدد نوعا من حيث المدة، يعطي طاقة تسمى القدرة الطاقوية لهذا النظام، تعطى بالمجال الزمني التالي: 10ثا-20ثا حيث يتم استهلاك (ATP) و الكرياتين فوسفات (CP)

2-1 الآلية الطاقوية اللاهوائية اللبنية (نظام الجلكزة):

يعتبر هذا النظام عبارة عن سلسلة من التفاعلات التي تسمح بإنتاج طاقة (ATP)، عن طريق هدم الغلوكوز، و بدون استخدام الأكسجين مع إنتاج نهائي لحمض اللبن. كما أن عملية هدم الغلوكوز أو الجليكوجين:

$$1\,glucose + 2NAD + 2ADP + Pi \xrightarrow{LDH} 2\,pyruvate + 2NADH2 + 2ATP$$

و نعرف كل من القدرة و السعة في هذا النظام بـ:

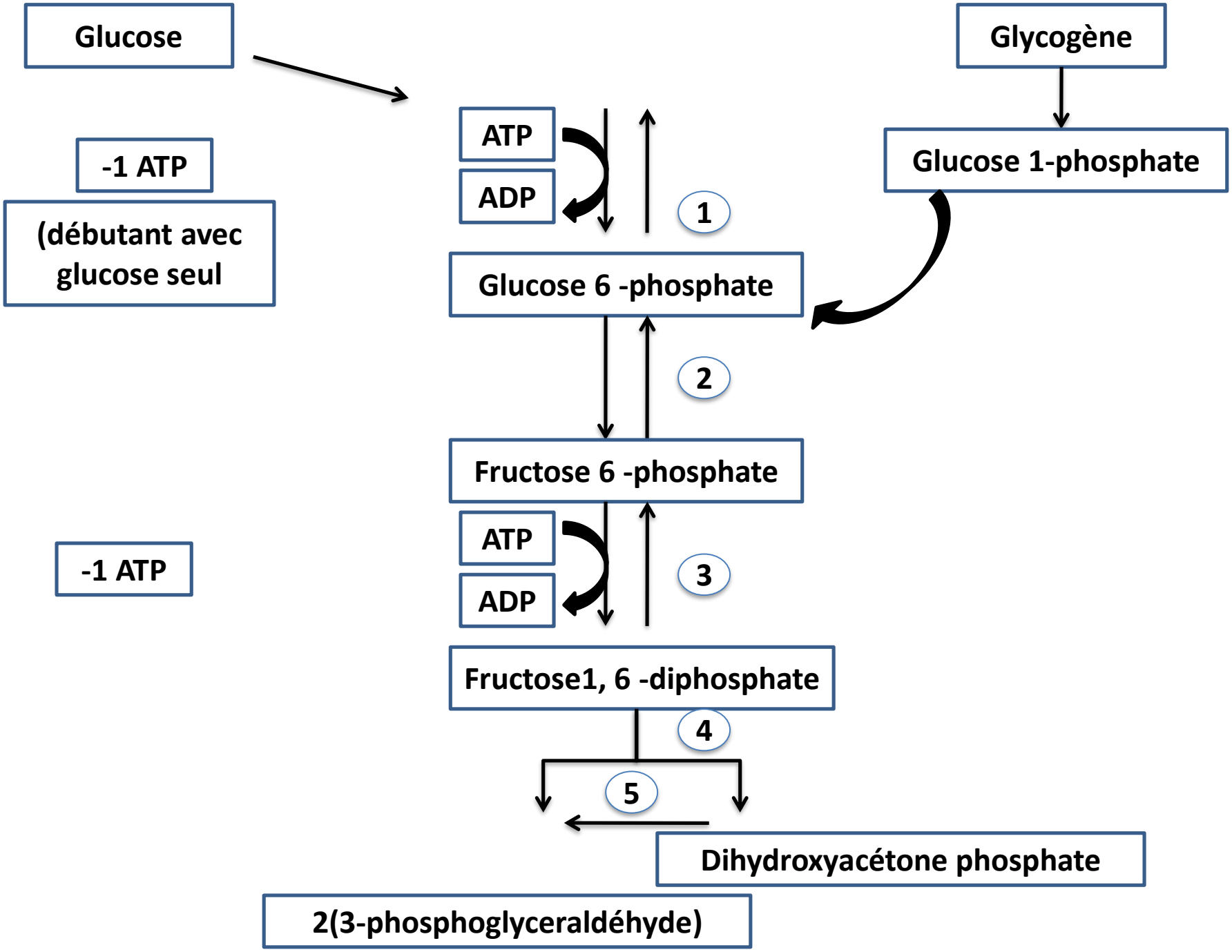
القدرة القصوى اللاهوائية اللبنية:

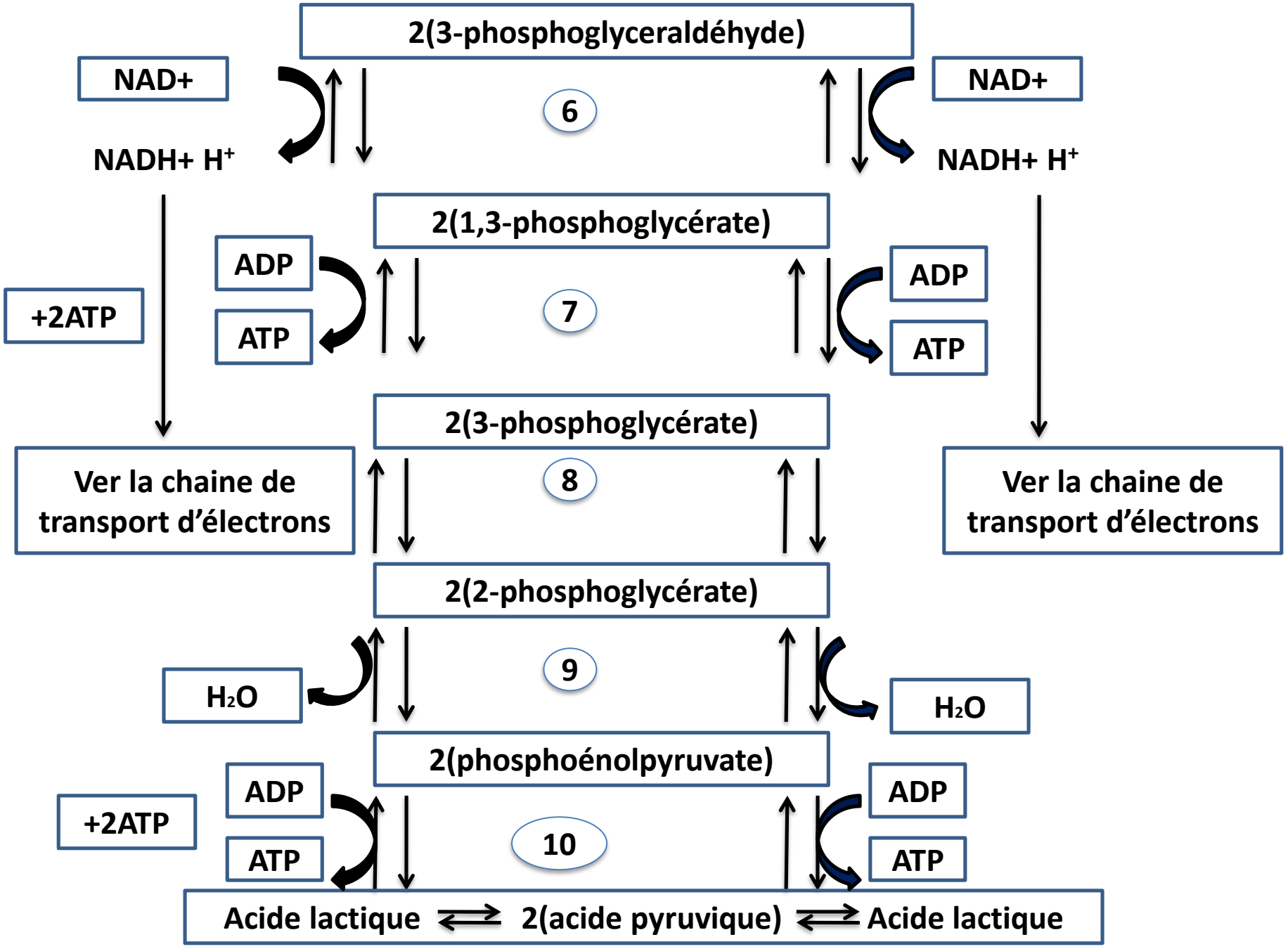
و هي كمية الطاقة المنتجة خلال 30- 40 ثانية الأولى من التمرين . تقيم تحت شكل ميكانيكي خلال تمرين ذا شدة قصوى في مدة 30 ثانية و ممكن أن تقاس خلال 15 – 20 ثانية ومن بين العوامل المحددة لهذا النظام نجد مدى اندفاع عملية الغليكوليز اللاهوائي و مدى نشاط أنزيم (PFK) و عدد و حجم الألياف ذات النوع II و كذا النشاط الحركي.

السعة اللاهوائية اللبنية

و هي الكمية القصوى للطاقة المنتجة من خلال الجلكزة اللاهوائية، وهي تأثر خاصة على الألياف العضلية ذات النوع IIa ، IIb أثناء التدريب لمدة 30ثا إلى غاية 1,5 د، تتأثر خاصة بهبوط مستوى الـ: PH، و بذلك فدرجة الحمضية تختلف من تمرين لآخر حسب مدة و شدة المجهود البدني المبذول حيث يصل تركيز حمض اللبن في الدم إلى 20ملي.مول/ل.

Schéma général de la transformation du glucose (molécule à 6 carbone) et du glycogène (chaine de molécules de glucose) , en acide pyruvique (molécule à 3 carbones). Ce processus dit anaérobie , comporte une dizaine d'étape


Glucose
Glycogène
Glucose 1-phosphate
-1 ATP
(débutant avec glucose seul
ATP
ADP
1
Glucose 6 -phosphate
2
Fructose 6 -phosphate
-1 ATP
ATP
ADP
3
Fructose1, 6 -diphosphate
4
5
Dihydroxyacétone phosphate
2(3-phosphoglyceraldéhyde)


2(3-phosphoglyceraldéhyde)
NAD+
NADH+ H+
6
NAD+
NADH+ H+
2(1,3-phosphoglycérate)
ADP
ATP
+2ATP
7
ADP
ATP
2(3-phosphoglycérate)
Ver la chaine de transport d'électrons
8
Ver la chaine de transport d'électrons
2(2-phosphoglycérate)
H2O
9
H2O
2(phosphoénolpyruvate)
ADP
ATP
+2ATP
10
ADP
ATP
Acide lactique
2(acide pyruvique)
Acide lactique

2 -الآلية الطاقوية الهوائية

و هي عبارة عن مجموعة التفاعلات التي تنتج طاقة (ATP) و ذلك بتدخل الأكسجين، السكريات، الدهون، وثانويا البروتينات، و في حضور الأكسجين تدخل الكمية الكبيرة من حمض البيروفيك الناتجة من تحلل الغلوكوز في تفاعل مع كونزيم A من أجل إعطاء الأستيل كونزيم A، لتتم مراحل التفاعل بالأكسدة في الميتوكوندري أثناء حلقة كربس مصاحبا ذلك تحرير غاز الكربون و ديدروجان، المسئول عن نقل (FAD-NAD في السلسلة التنفسية) :

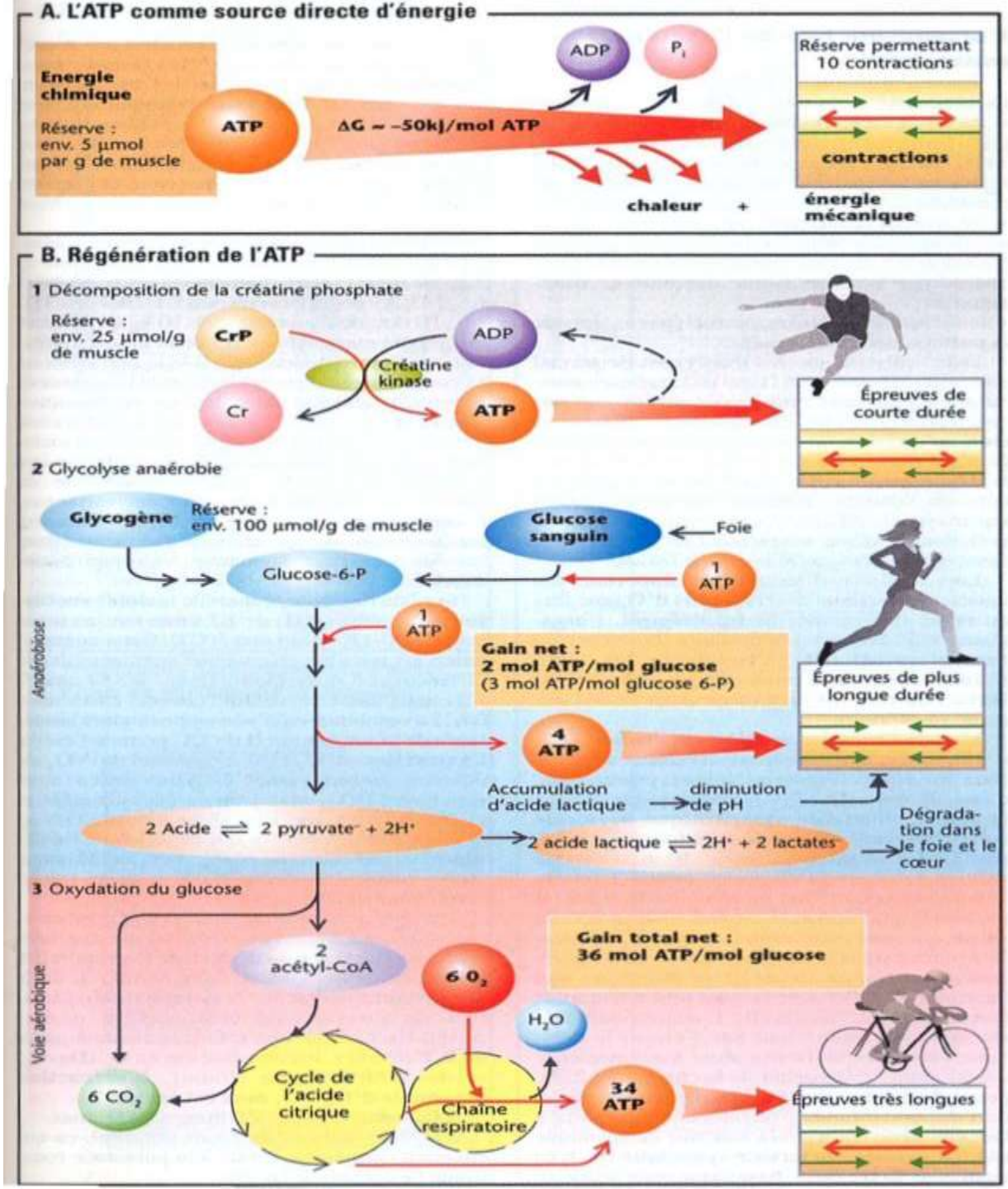
و بالنسبة للنظام الهوائي نعرف كل من القدرة و السعة الهوائية كالتالي

القدرة القصوى الهوائية:

هي البداية القصوى لأكسجين و الحجم الأقصى لأكسجين الموجود على المستوى الرئوي و المنقول في الجهاز الدوري التنفسي من طرف هيموغلوبين الدم و الفسفرة التأكسدية في الميتوكوندري تحت تأثير التمرين البدني، و خلال و حدة زمنية

السعة القصوى الهوائية:

هي الكمية القصوى للطاقة الممكنة من خلال أكسدة المركبات الطاقوية، فالمداومة القصوى الهوائية تقاس بمدة الجهد البدني المطبق بعد حصول التعب في مستوى معين من الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك أو السرعة القصوى الهوائية، تمثل المداومة القصوى الهوائية بكمية العمل المنجز أو المسافة المقطوعة أثناء الجري


A. L'ATP comme source directe d'énergie
Energie chimique
Réserve : env. 5 µmol par g de muscle
ATP
ΔG ~ −50kJ/mol ATP
ADP
P_i
chaleur
+
Réserve permettant 10 contractions
contractions
énergie mécanique
B. Régénération de l'ATP
1 Décomposition de la créatine phosphate
Réserve : env. 25 µmol/g de muscle
CrP
Cr
Créatine kinase
ADP
ATP
Épreuves de courte durée
2 Glycolyse anaérobie
Glycogène
Réserve : env. 100 µmol/g de muscle
Glucose sanguin
Foie
Glucose-6-P
1 ATP
1 ATP
Gain net : 2 mol ATP/mol glucose (3 mol ATP/mol glucose 6-P)
Anaérobiose
4 ATP
Accumulation d'acide lactique
diminution de pH
Épreuves de plus longue durée
2 Acide ⇌ 2 pyruvate⁻ + 2H⁺
2 acide lactique ⇌ 2H⁺ + 2 lactates⁻
Dégradation dans le foie et le cœur
3 Oxydation du glucose
2 acétyl-CoA
6 O_2
H_2O
Gain total net : 36 mol ATP/mol glucose
Voie aérobique
6 CO_2
Cycle de l'acide citrique
Chaîne respiratoire
34 ATP
Épreuves très longues