

Una experiència de recerca al Canadà



Josep Maria Font Llagunes
josep.m.font@upc.edu



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA



McGill

Contingut

1. Introducció
2. L'Educació al Canadà
3. La Recerca al Canadà
4. Universitat de McGill
5. Recerca Postdoctoral

Conèixer el país

- Monarquia constitucional des de 1867
- Federació de 10 províncies i 3 territoris
- 2n. país més gran del món
- 33.000.000 habitants (3,5 hab/km²)
- 80% de la població viu a 100 km de la frontera amb els EUA
- Llengües oficials: Anglès i Francès



- Benestar social: sanitat pública, pensions governamentals, atur, etc.
- Recursos naturals abundants (1/7 reserves mundials d'aigua dolça)
- Elevada immigració i diversitat cultural
- Diversitat de paisatges i protecció de la natura (42 parcs nacionals)

Qualitat de vida – Human Development Index (HDI) *Font: United Nations*

- 1) Islàndia 
- 2) Noruega 
- 3) **Canadà** 
- 15) Estats Units 
- 16) Espanya 



Educació – Education Index



- 1) Austràlia 
- 2) Dinamarca 
- 3) Finlàndia 
- 5) **Canadà** 
- 17) Espanya 
- 20) Estats Units 

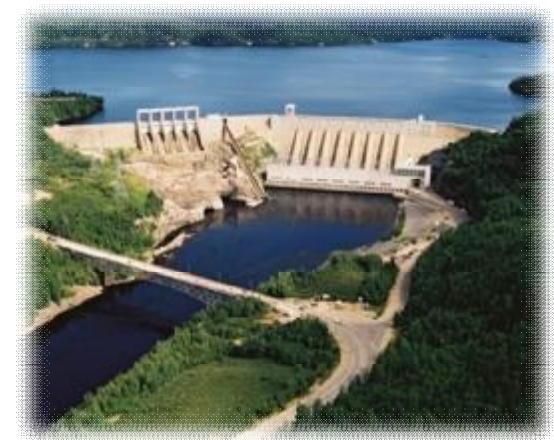
Principal sectors industrials

- Aeroespacial: Canadian Space Agency, Pratt & Whitney
- Transports: Bombardier
- Energia: Hidroelèctrica (Quebec), Petroli (Alberta)
- Biotecnologies i indústria farmacèutica
- Tecnologies de la Informació i la Comunicació: Animació 3D, videojocs
- Agricultura, banca, paperera...



Economia

- Membre del G-8 (endeutament ↓)
- Taxa d'atur: 7,2% (Espanya ~14%)
- Exportacions: \$440,1 mil milions (78,9% EUA)
- Importacions: \$394,4 mil milions (54,1% EUA)
- PIB per càpita: \$38.200 (Espanya \$33.700)



Contingut

1. Introducció

2. L'Educació al Canadà

3. La Recerca al Canadà

4. Universitat de McGill

5. Recerca Postdoctoral

Educació pre-universitària

- Responsabilitat de les províncies i els territoris
- Educació obligatòria entre els 5-7 i 16-18 anys (pública garantida)
 - Nova Brunswick: 18 anys, Manitoba: 17 anys
 - La resta de províncies fins als 16 anys
- Durada educació primària i secundària:
 - Quebec: 11 anys + 2 anys de CEGEP (fins als 19 anys)
 - La resta de províncies: 12 anys (fins als 18 anys)



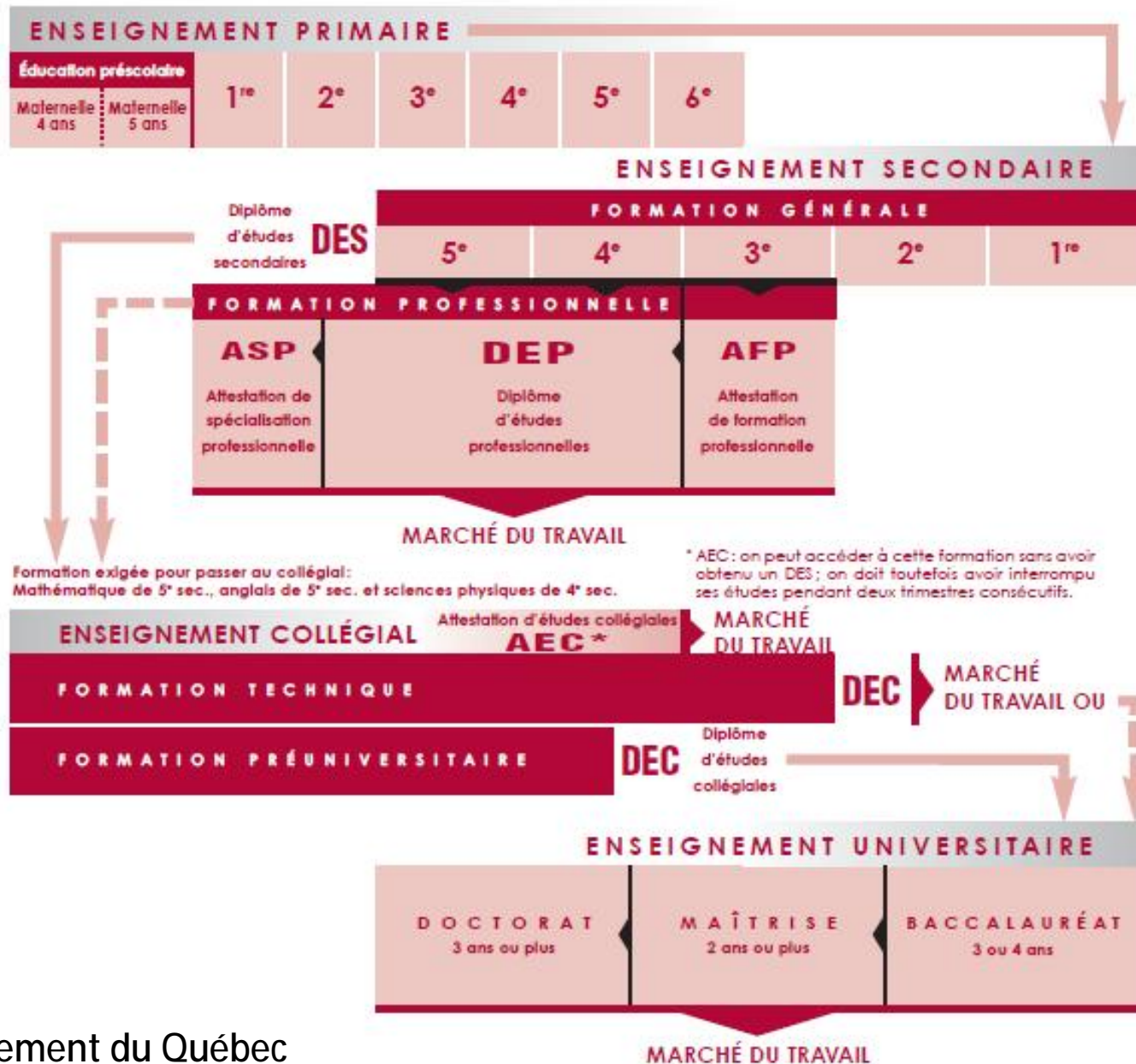
Educació universitària

- No hi ha examen d'admissió comú per a totes les universitats del país
- Gran autonomia de les universitats:
 - Admissió i convalidació d'estudis (avaluació individual del candidat)
 - Programació acadèmica i estructuració del pla d'estudis
- Titulacions universitàries:
 - Bachelor/Baccalauréat (3/4 anys)
 - Master/Maîtrise (2 anys)
 - Ph.D./Doctorat (3-5 anys)
- Les taxes universitàries són fixades per les universitats:
 - Estudiants de la província
 - Estudiants canadencs
 - Estudiants internacionals

Estudis de Grau

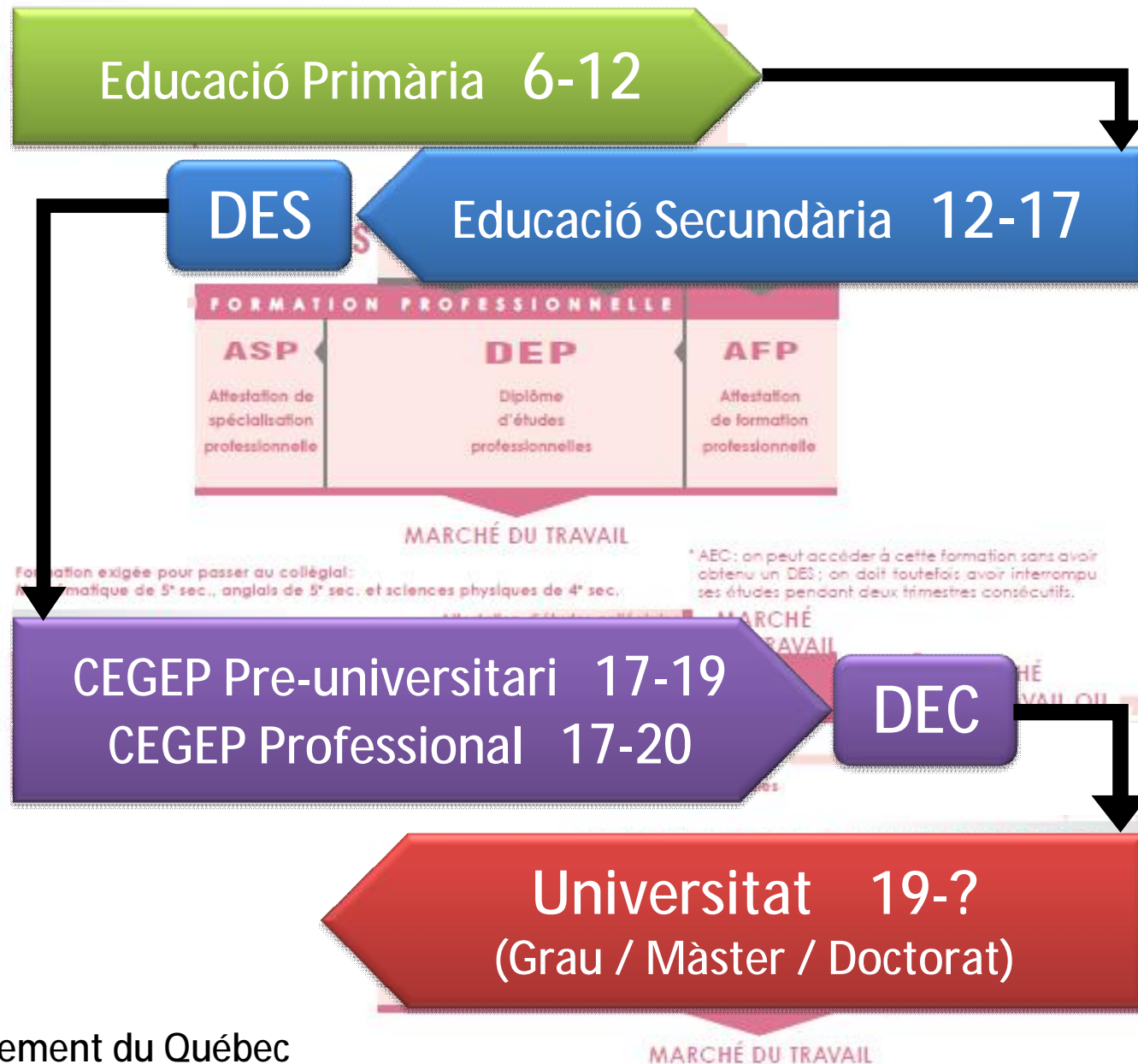
Estudis de Postgrau

Le système scolaire au Québec



Font: Gouvernement du Québec

Le système scolaire au Québec



Font: Gouvernement du Québec

Contingut

1. Introducció
2. L'Educació al Canadà
3. La Recerca al Canadà
4. Universitat de McGill
5. Recerca Postdoctoral


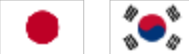




Recerca al Canadà

- Finançament de la recerca a les universitats:
 - Agències del govern central (NRC, CFI, etc.)
 - Agències del govern provincial (Fonds Québécois de la Recherche)
 - Empreses privades
- Àrees estratègiques de recerca impulsades pel *National Research Council*:
 - Bioinformàtica
 - Tecnologies mediambientals i sostenibles
 - Cel·les de combustible
 - Nanotecnologia
 - Ciències fotòniques
 - Genòmica
 - Nutraceutica
 - Proteòmica



Indicadors de recerca (OECD)







- Inversió en Recerca i Desenvolupament (en % del PIB)

Suècia i Finlàndia	3,5%	
Japó i Corea del Sud	3,3%	
Estats Units	2,7%	
Canadà	1,9%	
Unió Europea	1,8%	
Espanya	1,2%	

Font: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)



- Nombre d'investigadors (per 1000 ocupats)

Finlàndia	15,7	
Islàndia	13,4	
Japó	11,1	
Estats Units	9,6	
Canadà	8,2	
Espanya	5,9	

Contingut

1. Introducció
2. L'Educació al Canadà
3. La Recerca al Canadà
4. Universitat de McGill
5. Recerca Postdoctoral

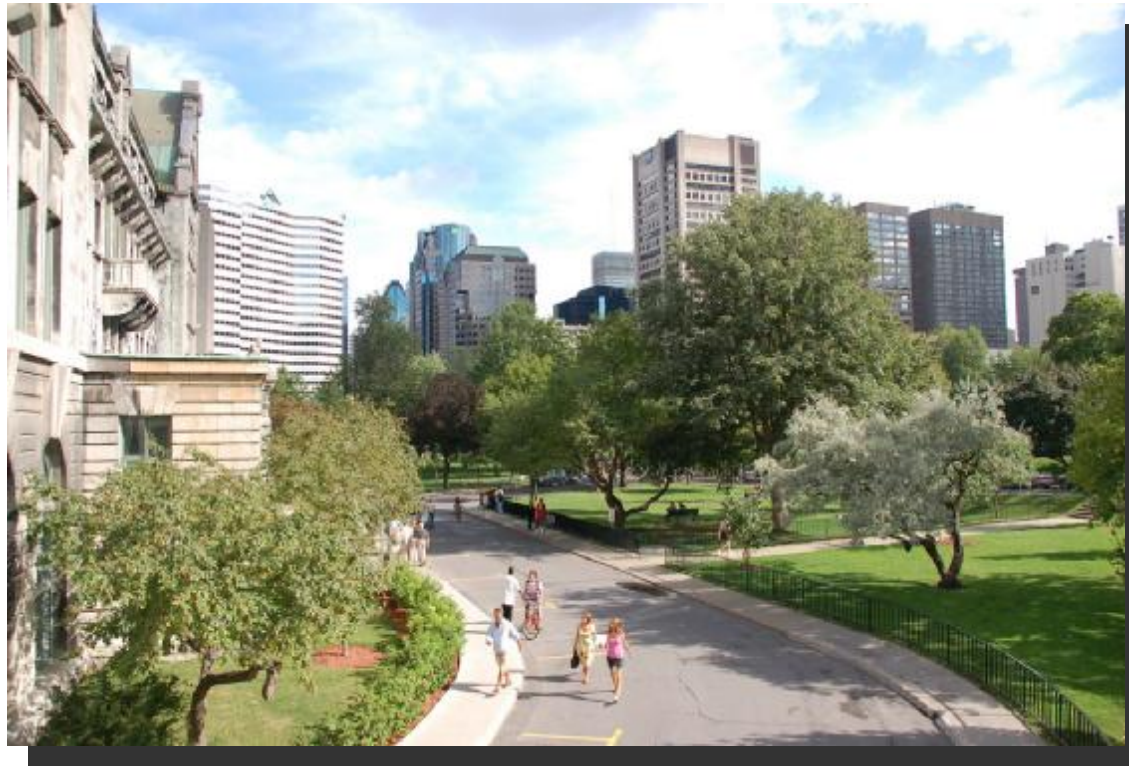
McGill University



- Situada a Montreal (Quebec)
- Fundada l'any 1821
- Aproximadament 34.000 estudiants de 160 països
- 20a. universitat del món i 1a. universitat del Canadà
(*Font: Times Higher Education Supplement*)
- 11 facultats
 - Enginyeria
 - Ciències
 - Medicina
 - Educació
 - Dret
 - Música
 - Gestió, etc.



Imatges del Campus



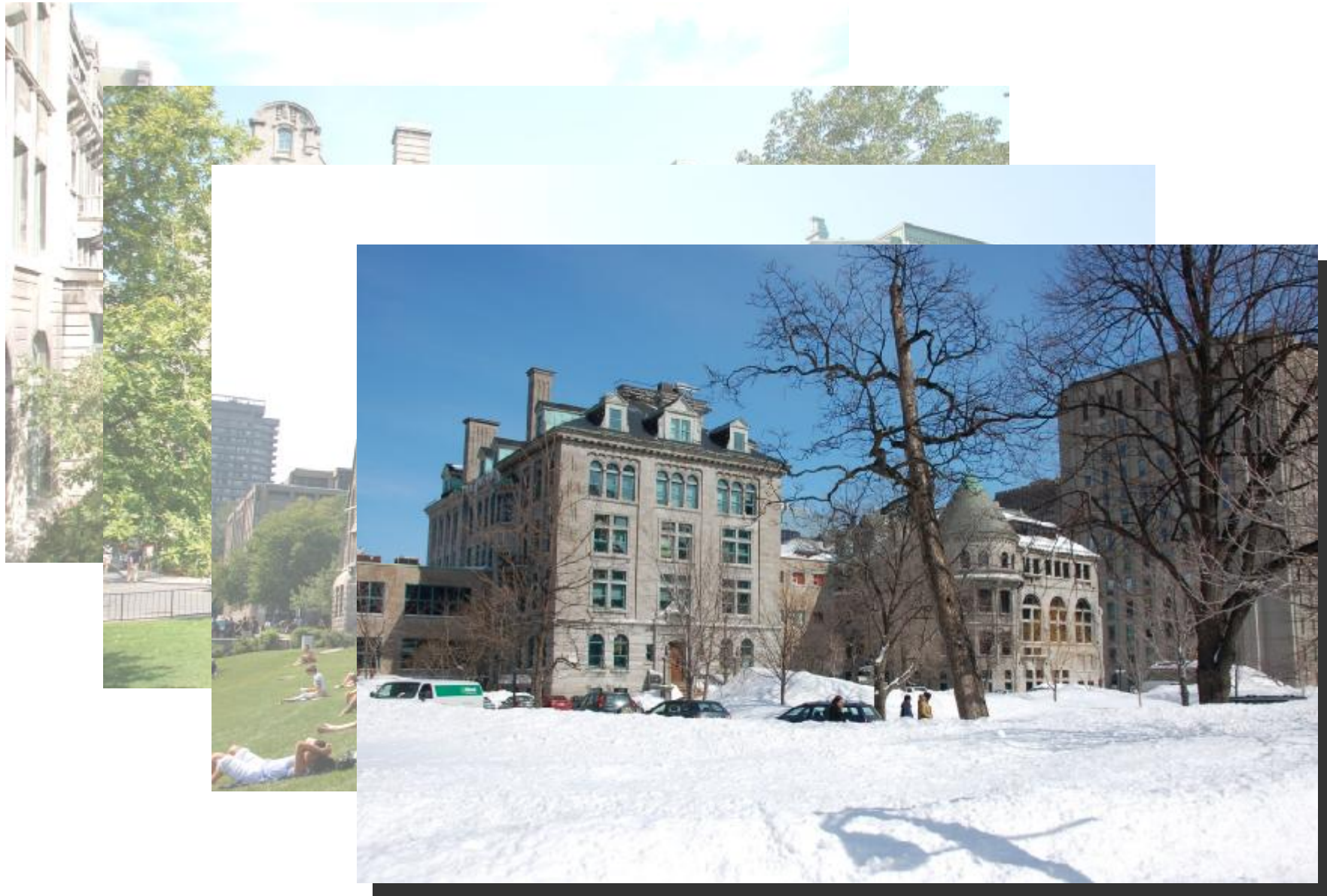
Imatges del Campus



Imatges del Campus



Imatges del Campus





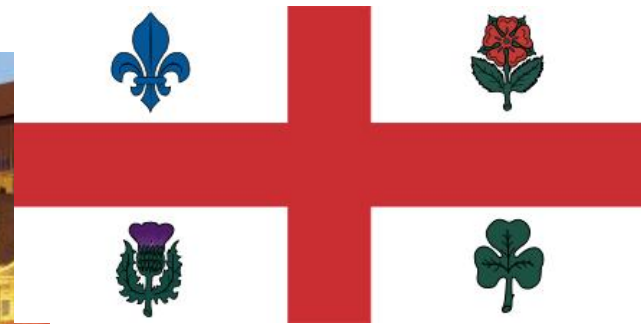
Universitat de McGill

Ville de Montréal

- 3.500.000 habitants
- 2a. ciutat més antiga d'Amèrica del Nord (366 anys)
- Cosmopolita, multiètnica, multicultural...
- Bilingüisme: 67,8% Francès; 13,8% Anglès (53% biling.)
- 2a. ciutat universitària del món (estudiants vs. població)
- Té 4 universitats: 2 anglòfones (McGill i Concordia)
2 francòfones (Université de Montréal, UQÀM)



Montréal vs. Barcelona



Montréal vs. Barcelona



Montréal 1976



Montréal vs. Barcelona



Montréal vs. Barcelona



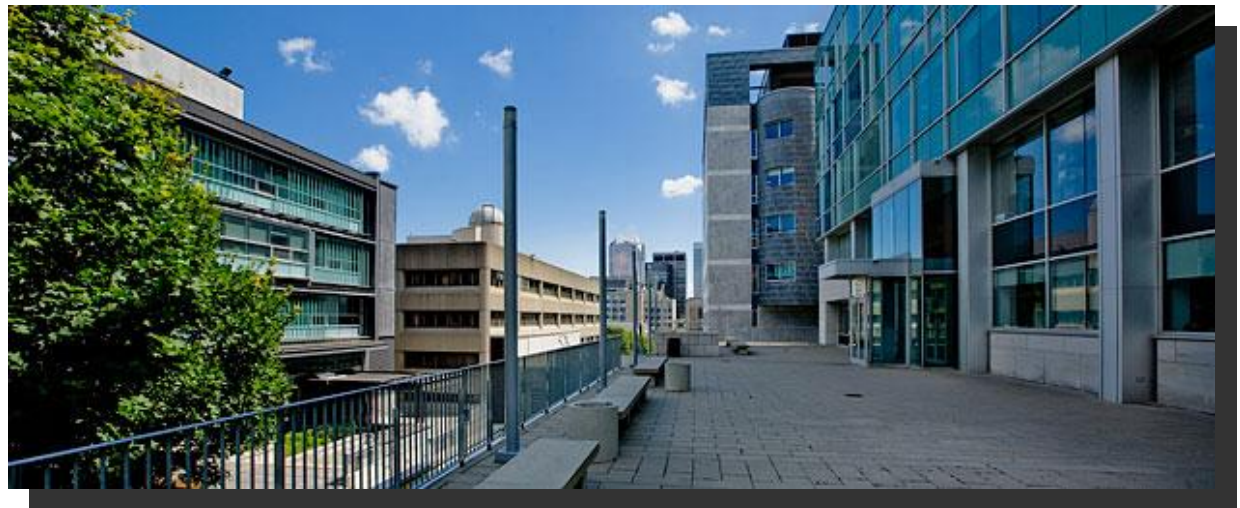
Montréal vs. Barcelona



Facultat d'Enginyeria



- ~ 150 professors dins les següents unitats:
 - Enginyeria Química
 - Enginyeria Civil
 - Enginyeria Elèctrica i Informàtica
 - Enginyeria Mecànica
 - Enginyeria de Materials i Mines
 - Escola d'Arquitectura
 - Escola d'Urbanisme
- Enginyeria Mecànica:
 - 30 professors
 - 20 PAS (administració, tècnic)
 - 40 PhD, 10 Postdocs



Grau en Enginyeria Mecànica



- Matrícula de 180-190 estudiants cada any
- Grau d'enginyeria més sol·licitat en els darrers anys
- Considerat un dels millors programes d'universitats nord-americanes
- Èmfasi en les següents disciplines:
 - Matemàtiques, Mecànica, Mecànica de Fluids, Termodinàmica, Disseny
- Diferents plans d'estudis (*streams*):
 - Stream A: Per a estudiants del Quebec amb CEGEP (13 anys d'educació pre-universitària), 112 crèdits, 8 semestres.
 - Stream B: Per a estudiants de fora del Quebec (12 anys d'educació pre-universitària), 141 crèdits, 9-10 semestres.
 - Honours Program: Es pot triar després del 3r semestre, per a estudiants amb notes altes, orientat a recerca.

Màster/Doctorat en Enginyeria Mecànica



- Màster (M.Eng.):
 - Matrícula actual: 70 estudiants; Total crèdits: 45
 - Admissió: CGPA 3.3/4 als estudis de Grau
 - M.Eng. (Thesis): 16 crèdits de cursos + projecte de recerca (full-time)
 - M.Eng. (Non-thesis): 32 crèdits de cursos + petit projecte (pot ser part-time)
 - Aerospace Master: 32 crèdits de cursos + estada en empresa
- Doctorat (Ph.D.):
 - Matrícula actual: 60 estudiants
 - Contribució remarcable en l'estat de l'art (recolzat amb publicacions)
 - Admissió: Haver cursat el M.Eng. amb bones notes
 - La realització de cursos és optativa (depèn del tutor)
 - Examen oral preliminar després de 12-16 mesos
 - Presentació de la tesi al final del programa (màxim 4 anys)

Contingut

1. Introducció
2. L'Educació al Canadà
3. La Recerca al Canadà
4. Universitat de McGill
5. Recerca Postdoctoral

Centre for Intelligent Machines (CIM)

www.cim.mcgill.ca



- Centre de recerca multidisciplinari (creat el 1985)
 - Applied Dynamics Group
 - Industrial Automation Laboratory
 - Artificial Perception
 - Haptics Lab
 - Mechatronic Locomotion
 - Mobile Robotics Lab
 - Probabilistic Vision Group
 - Robotic Mechanical Systems
 - Medical Imaging
 - Shared Reality and Intelligent Environments
- Tasques durant l'estada:
 - Recerca en el "Grup de Dinàmica Aplicada" (*Applied Dynamics Group*)
 - Docència com a Ajudant de l'assignatura *Advanced Dynamics* (M.Eng.)



Grup de Dinàmica Aplicada

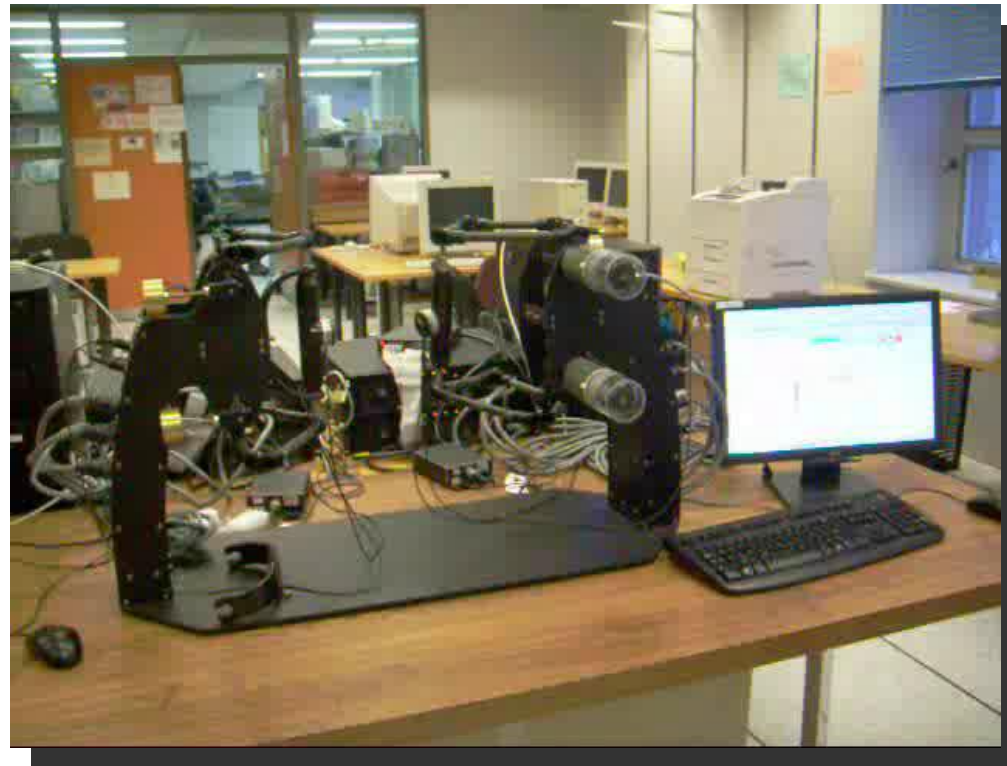


- Principals línies de recerca
 - Cinemàtica i dinàmica de sistemes multisòlid
 - Anàlisi, disseny i control de sistemes bípedes
 - Identificació de paràmetres en sistemes mecànics
 - Algoritmes per a la simulació eficient de sistemes robòtics per a aplicacions aeroespacionals
 - Sistemes mecànics per a aplicacions biomèdiques
- Finançament en R+D
 - Públic: NSERC, CFI, FQRNT
 - Privat: CSA, Quanser



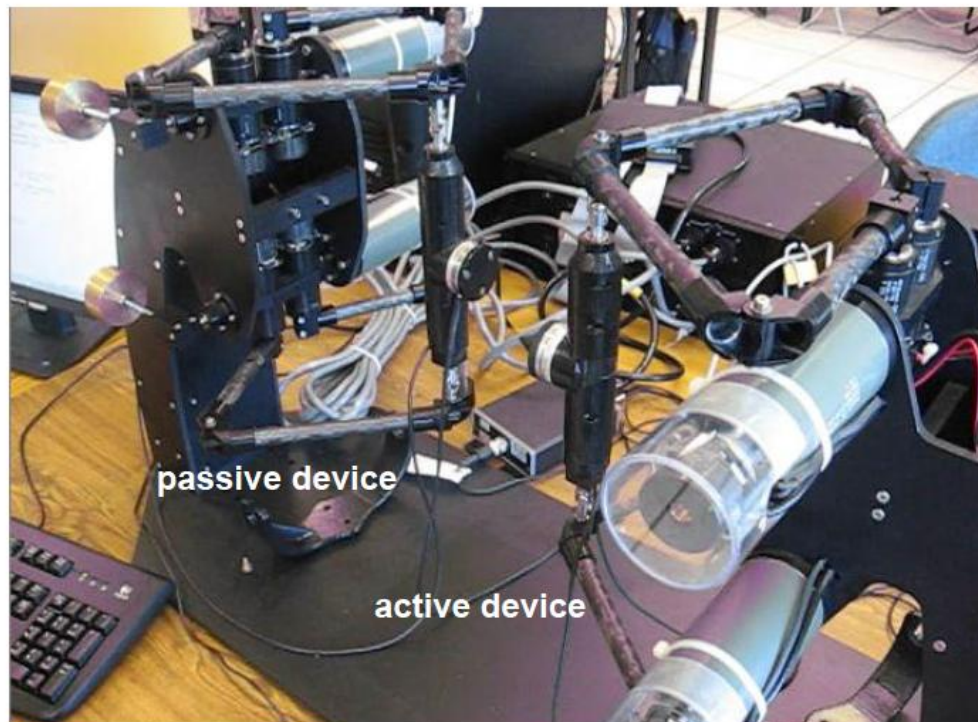
Dinàmica de sistemes multisòlid

- Anàlisi dinàmica de l'impacte en sistemes multisòlid
- Aspectes energètics associats a l'aparició sobtada de restriccions mecàniques
- Experimentació mitjançant 2 robots de 6-GL (doble pantògraf)



Dinàmica de sistemes multisòlid

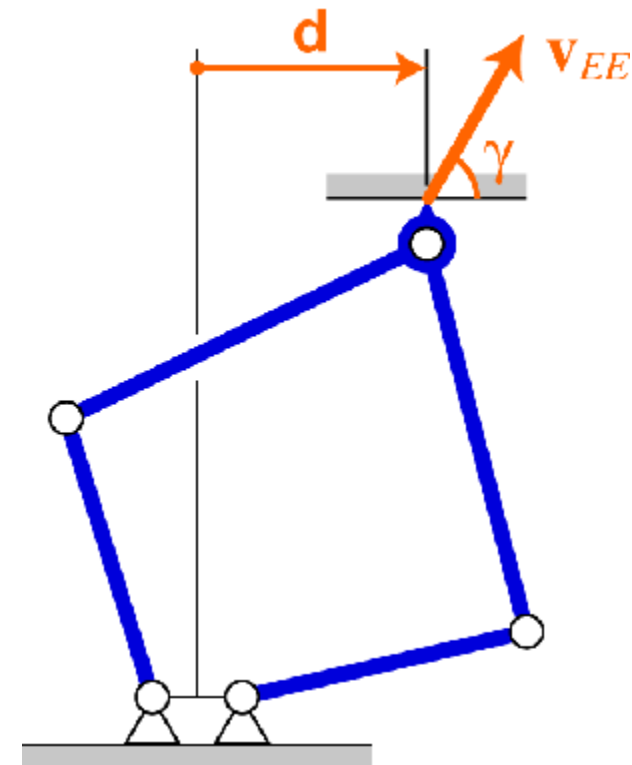
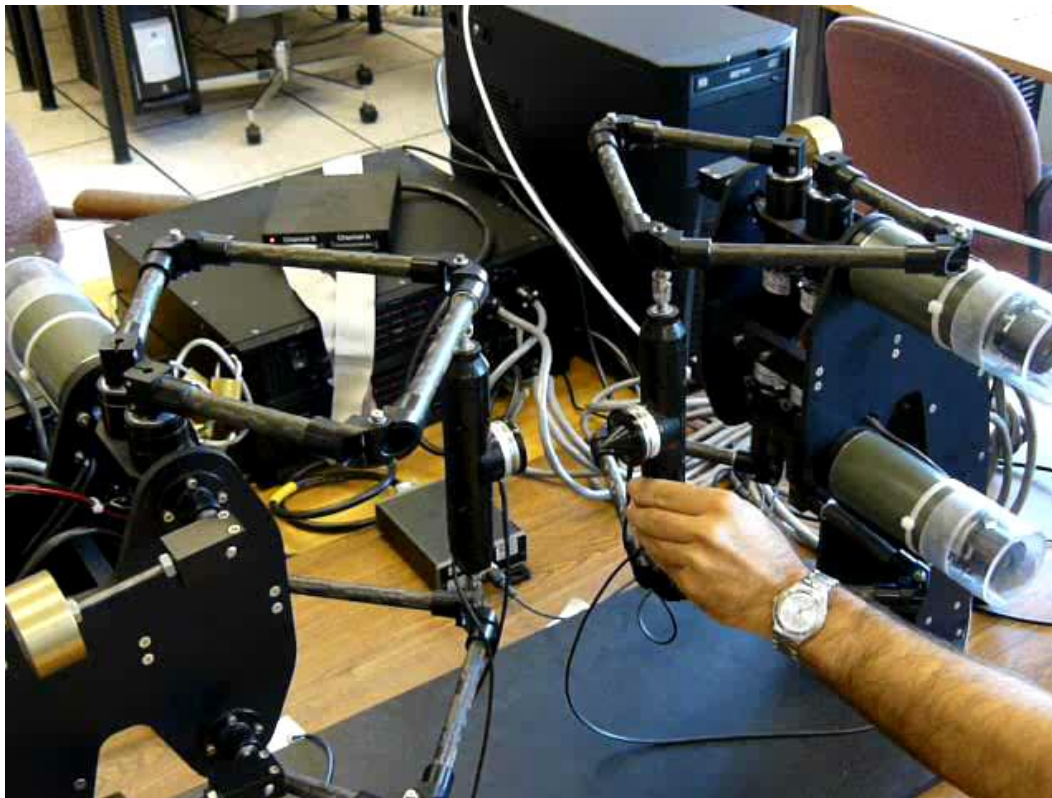
- Anàlisi dinàmica de l'impacte en sistemes multisòlid
- Aspectes energètics associats a l'aparició sobtada de restriccions mecàniques
- Experimentació mitjançant 2 robots de 6-GL (doble pantògraf)



Kövecses, J. and Font-Llagunes, J.M., 2009, "An Eigenvalue Problem for the Analysis of Variable Topology Mechanical Systems," *ASME Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*, Vol. 4, No. 3.

Dinàmica de sistemes multisòlid

- Anàlisi dinàmica de l'impacte en sistemes multisòlid
- Aspectes energètics associats a l'aparició sobtada de restriccions mecàniques
- Experimentació mitjançant 2 robots de 6-GL (doble pantògraf)



Kövecses, J. and Font-Llagunes, J.M., 2009, "An Eigenvalue Problem for the Analysis of Variable Topology Mechanical Systems," *ASME Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*, Vol. 4, No. 3.

Anàlisi de sistemes bípedes

- Formulació de la dinàmica de les fases de la marxa de sistemes bípedes
 - Fase de recolzament (moviment finit)
 - Impacte del taló (moviment impulsional \rightarrow dinàmica percussiva)
- Anàlisi de sistemes bípedes passius (Passive Dynamic Walking)
 - Estabilitat cíclica sense control extern ni actuació
 - Balanç energètic: actuació per gravetat = pèrdues els impactes



Font: Biorobotics Lab, TU Delft

Anàlisi de sistemes bípedes

- Formulació de la dinàmica de les fases de la marxa de sistemes bípedes
 - Fase de recolzament (moviment finit)
 - Impacte del taló (moviment impulsional \rightarrow dinàmica percussiva)
- Anàlisi de sistemes bípedes passius (Passive Dynamic Walking)
 - Estabilitat cíclica sense control extern ni actuació
 - Balanç energètic: actuació per gravetat = pèrdues els impactes

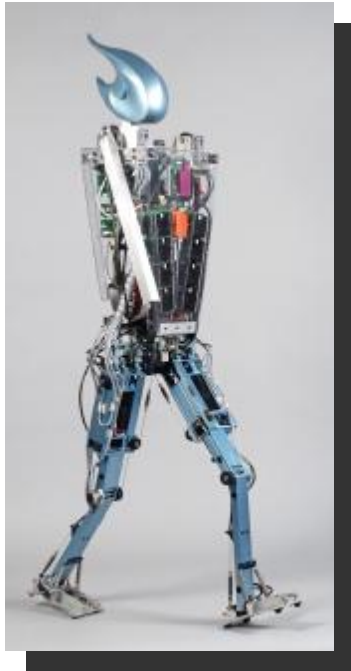


Font: Nagoya Institute of Technology

Anàlisi de sistemes bípedes



Recerca Postdoctoral



consum
energètic



versatilitat

Font: TU Delft



consum
energètic

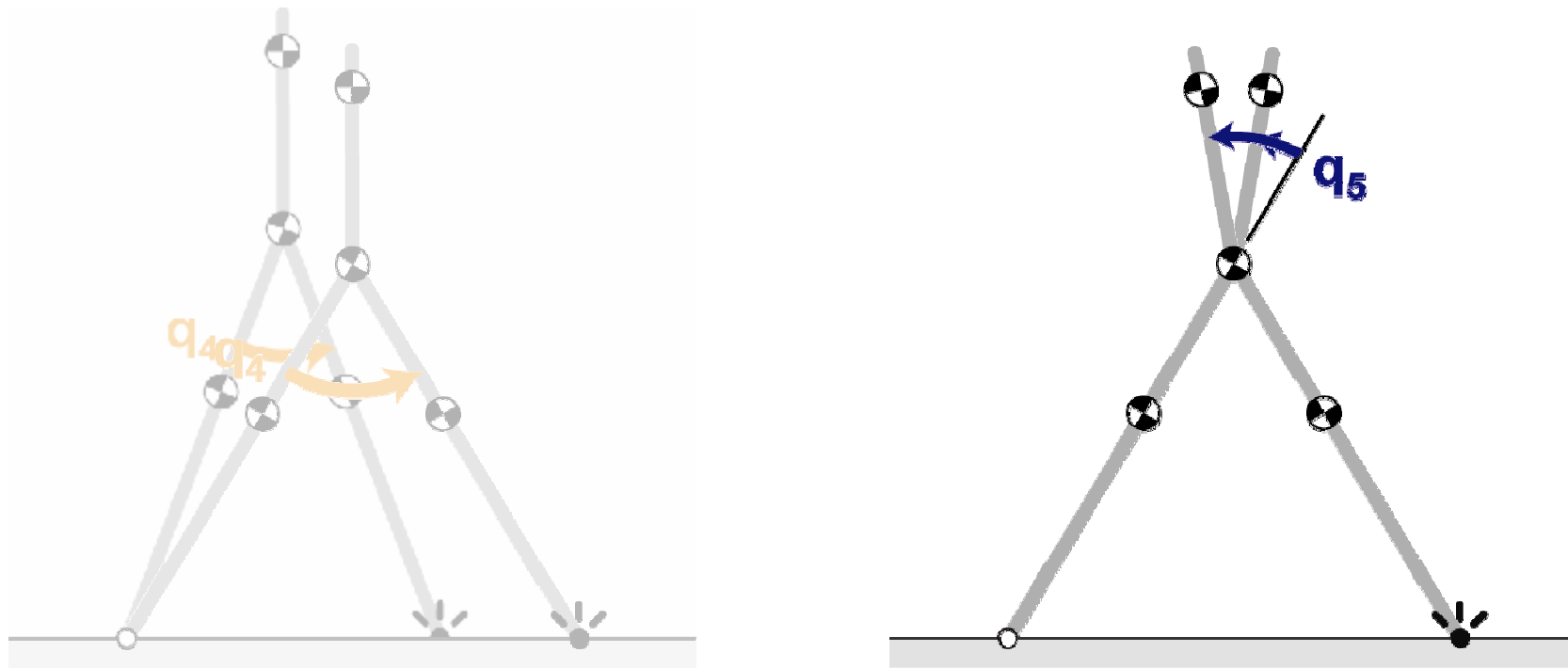


versatilitat

Font: Honda

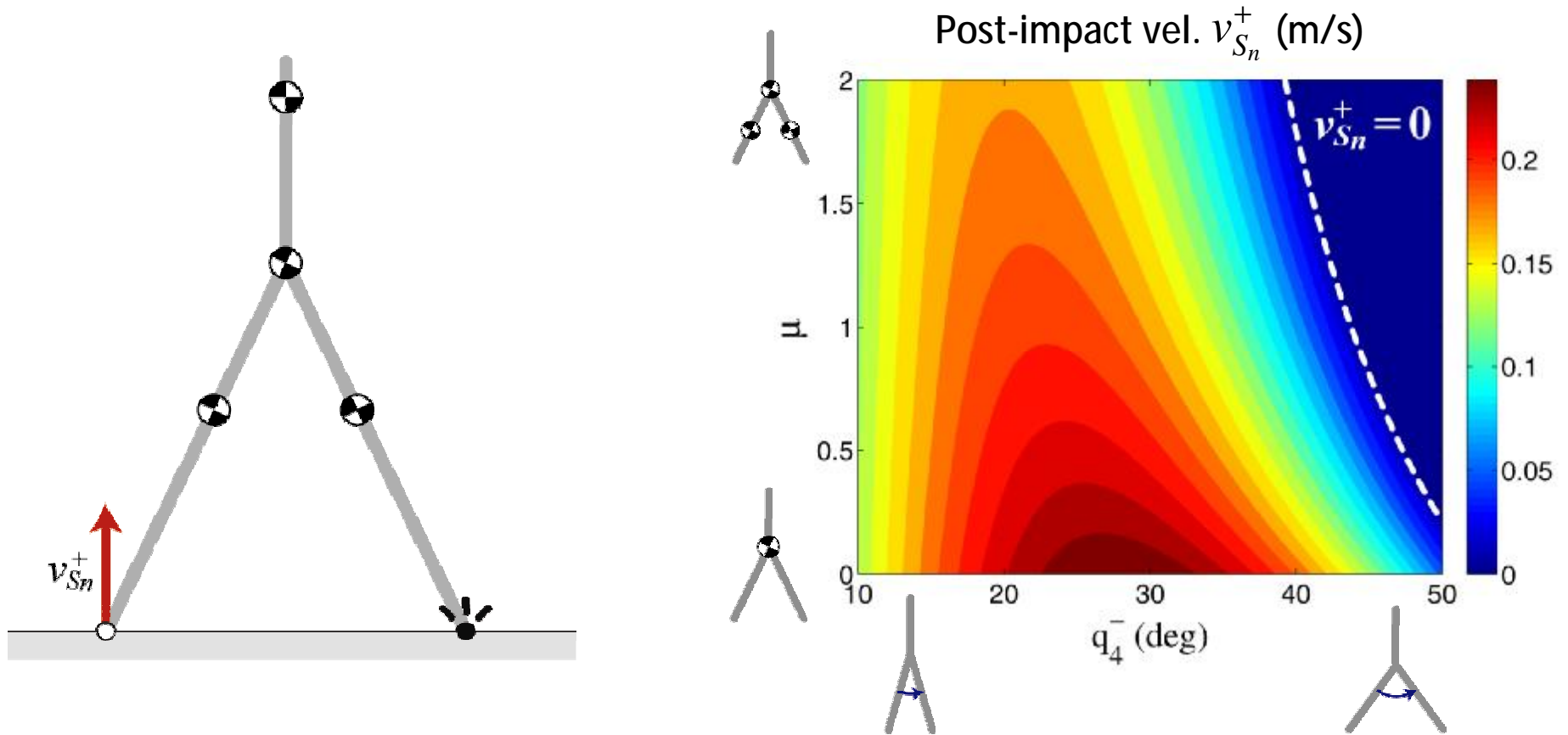
Anàlisi de sistemes bípedes

- Influència de la distribució de masses i la configuració del sistema en la dinàmica de l'impacte del taló
- Canvi sobtat de velocitats i pèrdues energètiques per l'impacte



Font-Llagunes, J.M. And Kövecses, J. , 2009, "Efficient Dynamic Walking: Design Strategies to Reduce Energetic Losses of a Compass Walker at Heel Strike," *Journal of Mech. Based Design of Structures and Machines*, Vol. 37, No. 3.

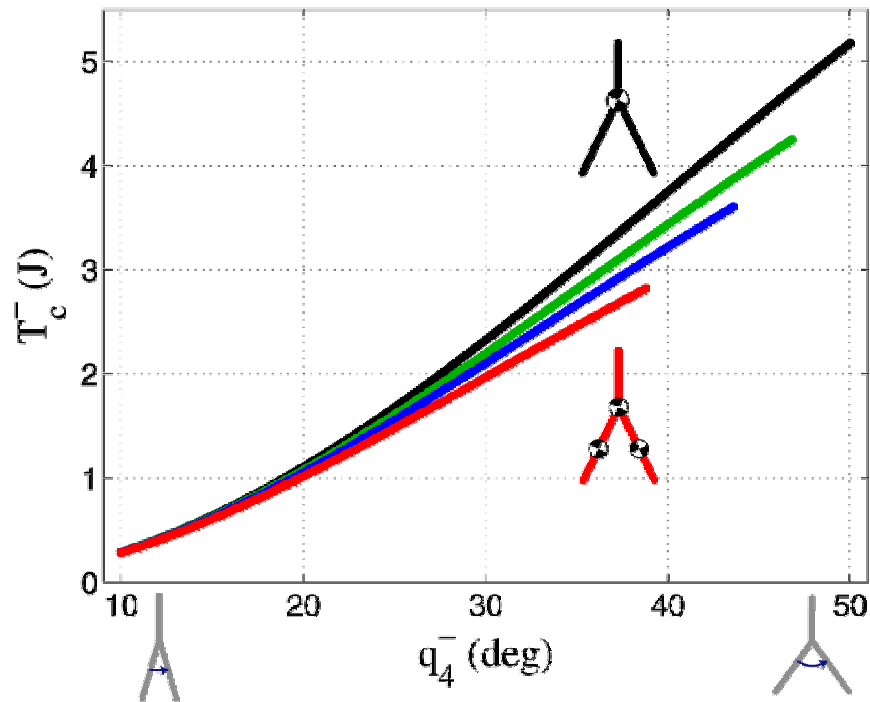
Influència de les extremitats inferiors



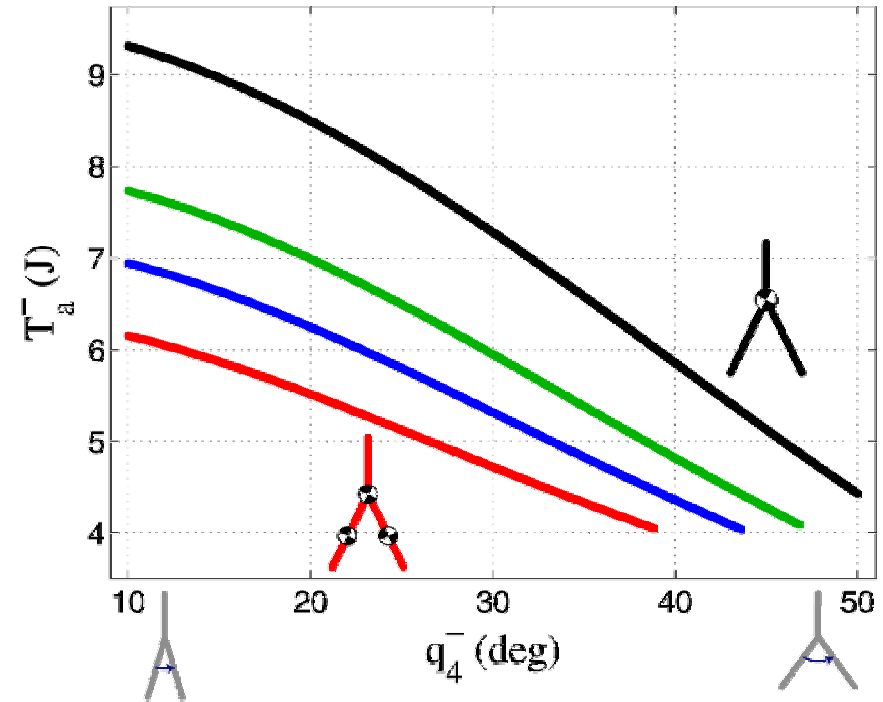
Concentrar la massa a la part superior (cadera) facilita la separació del peu

Influència de les extremitats inferiors

Energia que es perd en l'impacte

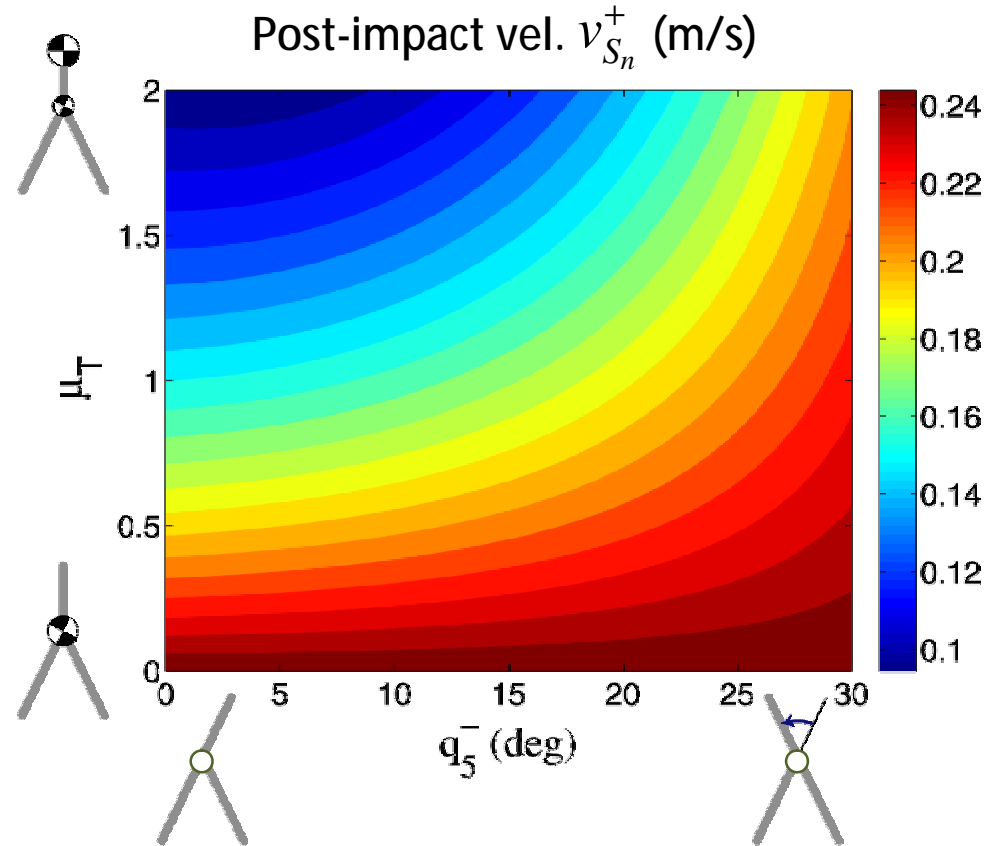
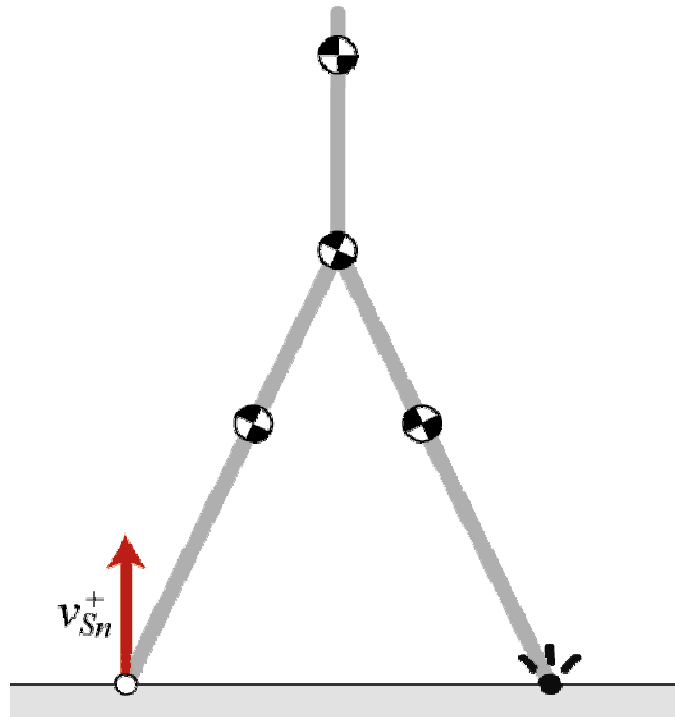


Energia que resta al sistema



La longitud de la passa té una influència gran en les pèrdues energètiques

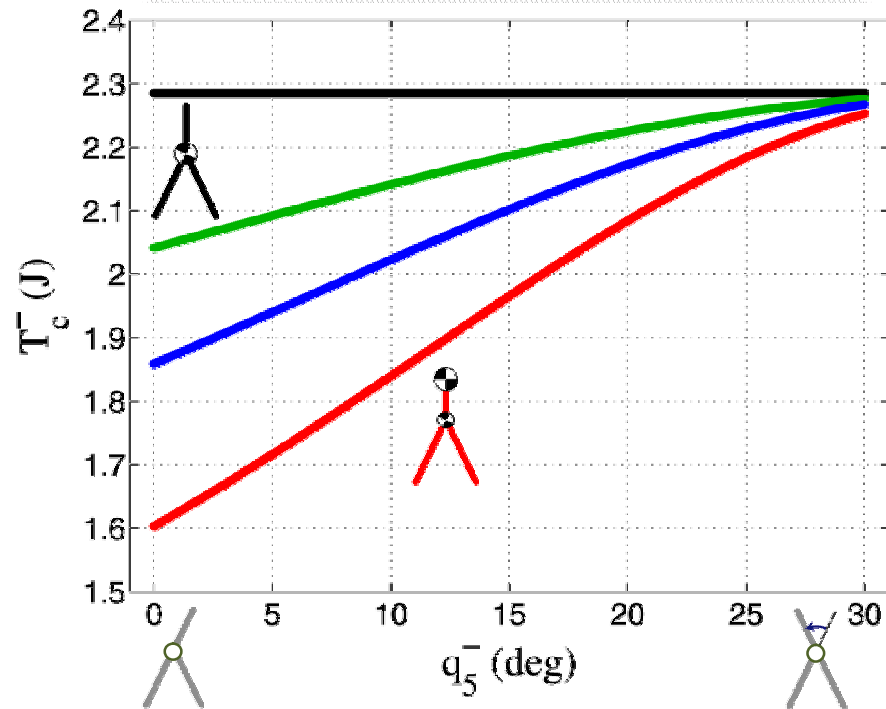
Influència del tronc



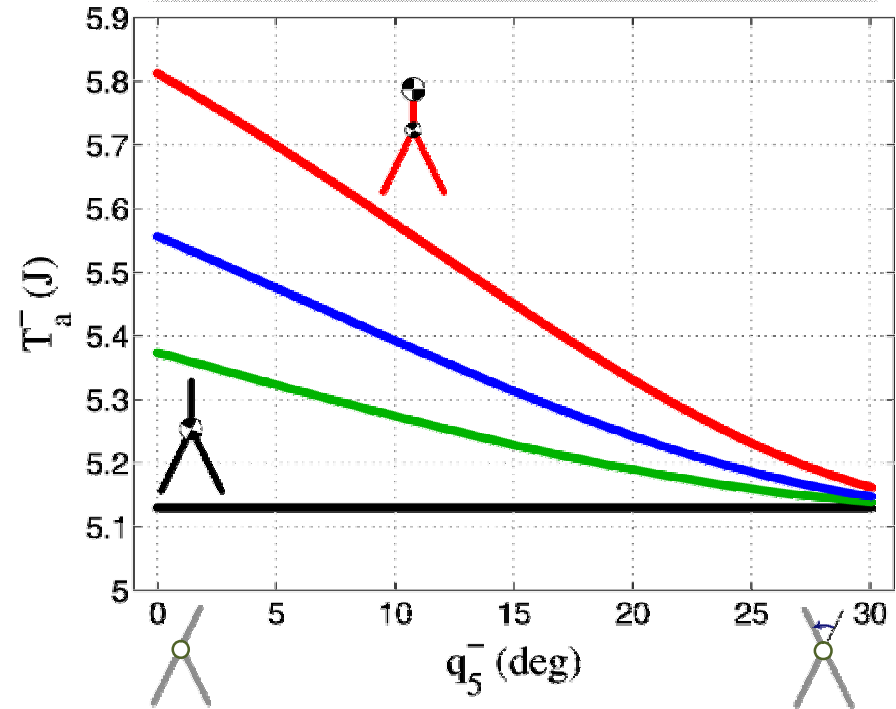
Concentrar la massa a la part inferior del tronc facilita la separació del peu

Influència del tronc

Energia que es perd en l'impacte



Energia que resta al sistema



Inclinar el tronc cap endavant millora l'eficiència energètica de l'impacte

Una experiència de recerca al Canadà



Josep Maria Font Llagunes
josep.m.font@upc.edu



McGill