



Profesor
PIERRE JOSEPH MARCHÉ

DOKTOR HONORIS CAUSA

POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

KOSZALIN 2005

Profesor Pierre Joseph Marché
Doktor Honoris Causa
Politechniki Koszalińskiej

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

PROFESOR PIERRE JOSEPH MARCHÉ

**DOKTOR HONORIS CAUSA
POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ**

8 VI 2005

KOSZALIN 2005

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

ISBN 83-7365-081-4

Przewodniczący Rady Wydawniczej
Jarosław Diakun

Redakcja
Bronisław Słowiński

Projekt okładki
Tadeusz Walczak

Redakcja techniczna
Jan Kukielka

© Copyright by Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej
Koszalin 2005

WYDAWNICTWO UCZELNIANE POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ
75-620 Koszalin, ul. Raławicka 15-17

Koszalin 2005, wyd.1, nakład 200 egz., ark wyd. 6,03, format B-5,
Druk: INTRO-DRUK Koszalin



Profesor Pierre J. Marché
Doktor Honoris Causa
Politechniki Koszalińskiej

SPIS TREŚCI

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn
JM Rektor Politechniki Koszalińskiej
SŁOWO WSTĘPNE

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak
Dziekan Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej
UZASADNIENIE WNIOSKU
o nadanie Profesorowi Pierre Marché tytułu i godności
Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn
Promotor
LAUDATIO

Dr hab. inż. Franciszek Siemieniako, prof. PB
OPINIA DLA SENATU
POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ

Prof. dr hab. inż. Marek Stabrowski
OPINIA DLA SENATU
POLITECHNIKI LUBELSKIEJ

THE OPINION PRESENTED TO THE SENATE
OF LUBLIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI LUBELSKIEJ

Prof. dr hab. inż. Jerzy Honczarenko
OPINIA DLA SENATU
POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ
w sprawie nadania tytułu
DOKTORA HONORIS CAUSA
POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

Professeur Pierre Joseph Marché
CURRICULUM VITAE SOMMAIRE

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn
JM Rektor Politechniki Koszalińskiej

SŁOWO WSTĘPNE

Na wszystkich etapach życia nasze postępowanie i my sami, nawet nasz wygląd są poddawane ocenie innych ludzi. Oceniają nas rodzice, krewni i znajomi, nauczyciele, egzaminatorzy, a także współpracownicy, podwładni i przełożeni, a czasem również osoby zupełnie postronne. Oceny, opinie o nas na pewno wpływają na nasze zachowania i w mniejszym lub większym stopniu wpływają na nasze życie. Fakt, że jesteśmy oceniani jest oczywiście niezależny od naszej woli, a często też różny od kryteriów, na podstawie których chcielibyśmy być oceniani. Na szczęście, są dziedziny życia, w których ocena i jej kryteria są znane i przestrzegane przez ustalające je środowisko. Do takich dziedzin należy nauka, której środowiskiem jest społeczność akademicka.

To ona, w imię niezależności, postępu i wartości prowadzonych badań naukowych, w imię osiągnięcia należytego poziomu kształcenia, jeszcze w średniowieczu wprowadziła normy oceniania i doceniania ludzkich dokonań, zwłaszcza dokonań naukowców, dydaktyków i studentów. Poświadczeniem, że te normy na poszczególnych etapach edukacji i poszukiwań naukowych zostały wypełnione, było i jest przyznawanie kolejnych stopni, magistra, doktora i doktora habilitowanego, by w końcu doprowadzić do przyznania tytułu profesora.

Od wieków zatem środowiska akademickie, środowiska wyższych uczelni, oceniają osiągnięcia ludzi, wieńcząc je odpowiednimi dyplomami. Jak wynika z historii, są jednak sytuacje nadzwyczajne i związani z nimi nadzwyczajni ludzie. I są to ludzie, którzy osiągnęli już wszystkie szczeble kariery naukowej, ale swym dorobkiem wywierają znaczący wpływ na postęp cywilizacyjny, albo też ludzie, którzy wnieśli w ten postęp wkład równie cenny, choć niekoniecznie naukowy. Tradycją jest, że uczelnie akademickie mogą docenić takich ludzi i ich dorobek, poprzez przyznanie im najwyższej godności akademickiej – tytułu doktora honoris causa.

Dzisiaj, gdy postęp cywilizacyjny odbywa się w tempie dotychczas niespotykanym, a dziedzin (w których się dokonuje) jest nieskończenie wiele, indywidualne osiągnięcia jego współtwórców zasługują na najwyższe uznanie. Tym bardziej, że w naszym otoczeniu niewiele jest ludzi, o których można powiedzieć, że kreują postęp, a ich dokonania są trwałą częścią fundamentu, na którym budujemy tak współczesność, jak i przyszłość.

Senat Politechniki Koszalińskiej ocenił, że takim człowiekiem jest Profesor Pierre Marché z francuskiego miasta Bourges, kierujący w latach

1998–2004 tamtejszą *Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges* – Państwową Wyższą Szkołą Inżynierską, wybitny naukowiec, nauczyciel akademicki i organizator. W rezultacie 25 maja 2005 roku – uwzględniając znakomite recenzje senatów politechnik Białostockiej, Lubelskiej i Szczecińskiej – podjął uchwałę o nadaniu tytułu doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej Profesorowi Pierre Marché.

O tym, jak słuszna była to decyzja, świadczy dorobek naukowy Profesora w wielu dziedzinach, od matematyki i fizyki oraz mechaniki do automatyki i robotyki, a zwłaszcza w Jego specjalności naukowej – mechanice, procesach i maszynach roboczych.

Tylko przez ostatnich kilkanaście lat, koncentrując się na badaniach nad zagadnieniami przetwarzania sygnałów, przetwarzania obrazów w medycynie i przetwarzania obrazów przemysłowych oraz robotyki, Profesor Pierre Marché – jako autor lub współautor – opublikował w czasopiśmie i zeszytach naukowych francuskich i zagranicznych ponad 60 oryginalnych prac. Jest również współautorem 72 artykułów, z których 21 ukazało się poza Francją, m.in. w Niemczech, Anglii, Polsce, Japonii, Nowej Zelandii i USA. Dorobek Profesora pomnażają 91 referatów i komunikatów wygłoszonych na konferencjach, monografia, dwie rozprawy i ponad 20 prac naukowo-badawczych, finansowanych przez francuskie ministerstwa szkolnictwa wyższego oraz gospodarki, a także przez Unię Europejską i zakłady przemysłowe.

Profesor Pierre Marché to również znakomity dydaktyk i promotor 12 doktorów oraz autor 37 recenzji w przewodach kwalifikacyjnych, dotyczących stopni i tytułów naukowych.

Profesor cieszy się dużym autorytetem nie tylko w środowisku naukowym, ale i poza nim. Znany jest bowiem ze swej bogatej działalności organizatorskiej i społecznej. To Profesor organizował w roku 1997 nowo powstałą Państwową Wyższą Szkołę Inżynierską w Bourges, a w roku 2000 zainicjował utworzenie w Bourges nowej specjalności inżynierskiej „*Szkoła Internetowa*”. Ogromną aktywność Profesora dopełnia Jego członkostwo w wielu radach i zarządach organizacji i stowarzyszeń nie tylko związanych z nauką, przemysłem i nowoczesnymi technologiami, ale także ze sportem. W Politechnice Koszalińskiej Profesora Marché znamy od wielu lat. Profesor nawiązał z naszą uczelnią współpracę, która trwa do dziś i stale się rozwija poprzez wzajemną wymianę kadry, studentów, wspólny udział w programach Unii Europejskiej, czy wspólną organizację seminariów naukowych. Te żywe kontakty pozwoliły nam poznać Profesora jako wybitnego, twórczego i pełnego twórczej inicjatywy naukowca, ale także jako człowieka życzliwego dla innych, otwartego i szczerego. Jesteśmy zaszczytzeni i dumni, że Profesor Pierre Marché jest doktorem honoris causa Politechniki Koszalińskiej.

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak
Dziekan Wydziału Mechanicznego
Politechniki Koszalińskiej

UZASADNIENIE WNIOSKU

Tytuły i godności doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej, nadawane ludziom wybitnym, reprezentującym zagraniczne ośrodki naukowe, są potwierdzeniem, iż współcześnie, w nauce i kształceniu akademickim, granice nie dzielą ani dyscyplin naukowych ani zespołów badawczych.

Wspólna przestrzeń cywilizacyjna i międzynarodowa wspólnota działań i ludzi nie tylko nie znoszą potrzebnej różnorodności doświadczeń, tradycji i zalet narodowych systemów, ale ją wykorzystują do wyższego poziomu kreatywności, do wzajemnego korzystania nie tylko z wiedzy, ale i mądrości innych.

Wydział Mechaniczny, który z racji posiadanych uprawnień, wystąpił z wnioskiem, aby tę najwyższą godność akademicką, jaką jest doktor honoris causa, Politechnika Koszalińska nadała prof. dr hab. inż. Pierre'owi Joseph'owi Marché, starał się o to, by nadanie tego tytułu, było nie tylko szczególnym wyróżnieniem wybitnego Profesora, ale przede wszystkim wyróżnieniem Osoby o cechach twórczej i efektywnej kreatywności zarówno w działalności naukowej jak i w organizowaniu społeczności akademickich, Człowieka, o wielkiej życzliwości, pracowitości i staranności w swych dziełach, który wiele osiągnął dzięki umiejętności pozyskiwania i jednoczenia ludzi w realizacji trudnych zadań i osiągnięciu doniosłych celów.

WAŻNĄ CECHĄ OSÓB O WIELKIEJ KREATYWNOCI I UMIEJĘTNOŚCI PRZEWODZENIA ZESPOŁOM, POPRZEZ WŁASNY PRZYKŁAD, JEST TO, ŻE IM BARDZIEJ SĄ PARTNERAMI, TYM SKUTECZNIEJSZYMI SĄ LIDERAMI, IM BARDZIEJ SĄ OTWARCI NA OPINIE INNYCH, TYM WIĘKSZE OSIĄGAJĄ ZAUFANIE, GDY MUSZĄ DOKONYWAĆ WYBORÓW I PODEJMOWAĆ NAJWAŻNIEJSZE DECYZJE.

PROF. DR HAB. INŻ. PIERRE JOSEPH MARCHÉ JEST TAKIM WŁAŚNIE PRZEWODNIKIEM WIELU ZESPOŁÓW, DZIĘKI SVOJEJ OSOBOWOŚCI I STARANNOŚCI W PRACY, A TAKŻE DZIĘKI UMIEJĘTNOŚCI WYBIERANIA WAŻNYCH ZADAŃ NAUKOWYCH ORAZ ICH ZASTOSOWAŃ PROFESOR PIERRE MARCHÉ MOŻE BYĆ WZOREM DO NAŚLADOWANIA.

Nadanie TYTUŁU I GODNOŚCI DOKTORA HONORIS CAUSA POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ prof. dr hab. inż. Pierre Joseph Marché jest dobrą okazją do wykazania, iż dzieła ludzi kreatywnych są trwałe i znane, a ich powstawaniu sprzyja kumulacja wielu ważnych cech, do których można zaliczyć: wielką pracowitość, dynamizm osobowości nastawionej na partnerstwo, pogodną osobowość, życzliwość dla innych oraz umiejętność współdziałania i jednoczenia ludzi.

Politechnika Koszalińska od wielu lat współpracuje z ośrodkami akademickimi, którymi profesor Pierre Marché kierował, dzięki temu wiele wspólnych przedsięwzięć naukowych, konferencji, prac i publikacji, zyskało nowy wymiar oraz nabrało międzynarodowego znaczenia.

Wspólne recenzowanie prac naukowych, wymiana doświadczeń edukacyjnych, wymiana studentów i pracowników naukowych, zaowocowało pełniejszym rozwojem i wytworzyło warunki do sukcesów współpracujących ośrodków naukowych.

Politechnika Koszalińska szansę pełniejszego rozwoju wykorzystała i nadal wykorzystuje, a obecnie daje temu dowód poprzez wyróżnienie profesora Pierre Marché, który ma w tym wielki udział. Chcemy poprzez nadanie godności doktora honoris causa o tym zaświadczyć i uczynić nieprzemijającym.

* * *

Profesor Pierre Joseph Marché urodził się 28 czerwca 1948 r. w Lorigné (Deux-Sèvres) we Francji. W 1970 r. uzyskał licencjat z matematyki i nauk podstawowych na Uniwersytecie w Reims, a w 1972 r. magisterium z tego zakresu. Następnie w 1973 roku został magistrem nauk stosowanych w zakresie nauk fizycznych. Posiada więc szerokie wykształcenie, będące podstawą rozwoju naukowego.

W 1976 r. w Uniwersytecie w Reims przedstawił pracę nt.: „Badanie zjawiska emisji termicznej ciał stałych – zastosowanie do kalcytu” i na jej podstawie uzyskał stopień doktora. W 1980 roku został Mu nadany stopień naukowy doktora habilitowanego za pracę nt.: Wkład do badań wybranych składników atmosfery za pomocą spektroskopii w zakresie podczerwieni”.

Pracę w szkolnictwie wyższym rozpoczął w 1969 roku w Uniwersyteckim Instytucie Technologicznym w Remis (Uniwersytet w Remis). W latach 1988 – 1998 był profesorem w uniwersyteckim Instytucie Technologicznym w Bourges (Uniwersytet w Orleanie), a od 1992 do 1998 r. jego dyrektorem (rektorem). W 1997 r. został powołany do zorganizowania Państwowej

Wyższej Szkole Inżynierskiej w Bourges. Zadanie to zrealizował z sukcesem. Następnie przez dwie kadencje, w latach 1998–2004, był jej dyrektorem (rektorem).

Profesor Pierre J. Marché realizuje swoje prace naukowe w zakresie mechaniki, automatyki i robotyki oraz zastosowań nowych technologii informatycznych. Najważniejsze prace badawcze, zwłaszcza od roku 1988, dotyczą przede wszystkim przetwarzania sygnałów, rozwoju algorytmów i narzędzi do przetwarzania obrazów, przetwarzania obrazów w medycynie, przetwarzanie obrazów obiektów przemysłowych oraz robotyki. Prace dotyczące robotyki z wizyjnym rozpoznawaniem otoczenia zakończyły się wieloma udanymi zastosowaniami.

Dorobek naukowy Profesora Marché zawiera wiele prac o dużym znaczeniu naukowym i licznych zastosowaniach, a także ponad 60 oryginalnych publikacji w czasopiśmie o szerokim zasięgu, 72 artykuły współautorskie, w tym 21 poza Francją (Niemcy, Anglia, Belgia, Hiszpania, Japonia, Nowa Zelandia, Polska, Szwajcaria i USA), 91 referatów i komunikatów wygłoszonych na konferencjach naukowych.

Profesor Pierre J. Marché cieszy się dużym autorytetem nie tylko w środowisku naukowym Francji, ale także towarzyszy Mu uznanie w innych krajach. Wypromował 12 doktorów, opracował 37 recenzji w przewodach kwalifikacyjnych dotyczących stopni i tytułów naukowych, co jest potwierdzeniem uznania i autorytetu naukowego.

Profesor Pierre J. Marché jest sprawnym organizatorem nowych jednostek naukowych. Utworzył Państwową Wyższą Szkołę Inżynierską w Bourges, był Dyrektorem Laboratorium Badawczego Rozpoznawania Obrazów i Robotyki (1988–1998), opracował i zrealizował projekt „Szkoły Internetowej” w Bourges. Jest członkiem różnych rad naukowych i zarządzających m.in.: CDOS (Komitet Zarządzający) Comité Départemental Olympique et Sportif, CDPK – Comité Départemental des Praticiens Kinetherapeutes, CRITT Centre Régionale d’Innovation et de Transfer de Technologie, ITII Institut des Techniques de l’Ingénieur pour l’Industrie, IMEB – Institut International de Musique Electroacoustique de Bourges.

Profesor Pierre J. Marché współpracuje w Polsce nie tylko z Politechniką Koszalińską i regionem Pomorza Środkowego. Efekty współpracy znalazły uznanie również w innych ośrodkach naukowych i wielu regionach Polski. Profesor P. Marché otrzymał wiele zaszczytnych wyróżnień i odznaczeń, co świadczy o powszechnym uznaniu dla Jego pracy, zasług i sukcesów.

To, co zostało zawarte w uzasadnieniu wniosku, wynika nie tylko z danych

zawartych w recenzjach wybitnych Profesorów, których senaty Politechniki Białostockiej, Politechniki Lubelskiej i Politechniki Szczecińskiej wyzna-
czyły na recenzentów wniosku, ale także z osobistej wiedzy o osiągnięciach
i dziełach Profesora Pierre J. Marché.

To uzasadnienie, nie jest pełnym i wyczerpującym opisem osiągnięć Profe-
sora. Jest jedynie skróconym opisem tego, jak tworzą się osiągnięcia
i powstaje trwały dorobek, którego efekty nie mają wymiaru regionalnego,
lecz mają wymiar europejski, ważny dla rozwoju polskich i francuskich
ośrodków naukowych.

**GODNOŚĆ DOKTORA HONORIS CAUSA POLITECHNIKI KOSZA-
LIŃSKIEJ, POPRZEZ JEJ NADANIE PROFESOROWI PIERRE J.
MARCHÉ, JEST NASZYM WPISEM DO KSIĘGI TWÓRCÓW ROZWO-
JU NAUKI, MIĘDZYNARODOWEJ WIEDZY I EDUKACJI.**

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn
Rektor Politechniki Koszalińskiej
Promotor

LAUDATIO

Czcigodny Doktorze Honorowy, Wysoki Senacie, Szanowni Państwo!

Wśród znaczących wydarzeń w każdej uczelni szczególne miejsce zajmują akty nadania doktoratów honorowych. Termin „*doctor honoris causa*” pochodzi z języka łacińskiego i oznacza tyle, co doktor za zasługi, a dosłownie: doktor dla zaszczytu. Ten najbardziej zaszczytny akademicki tytuł honorowy nadają wyższe uczelnie osobom szczególnie zasłużonym dla nauki, najczęściej związanym z samą uczelnią i jej naukowo-dydaktycznym profilem. Taką szczególnie zasłużoną osobą nie tylko dla światowej nauki, ale także dla naszej Uczelni jest profesor Pierre Joseph Marché z Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges we Francji.

Przypadł mi w udziale zaszczyt promowania osiągnięć Pana Profesora Pierre'a Marché w procedurze nadania Mu tytułu doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej. Czynię to z wielką satysfakcją, przyjemnością i poczuciem wyjątkowości zadania, jakie spoczywa na promotorze osoby tak znamienitej.

Wyraziłem kiedyś zdanie, że „**niewielu jest w naszym otoczeniu ludzi, o których można powiedzieć, że kreuja postęp, a ich dokonania są trwałą częścią, współtworzącą fundament zarówno współczesności, jak i przyszłości**”. Powtarzam je dzisiaj z przekonaniem, że do takich ludzi należy Profesor Pierre Marché.

Życie i osiągnięcia osoby tak wybitnej, jak Profesor Pierre Marché, jest bardzo bogate i nie sposób poddawać go syntezie. Jednak dla udokumentowania Jego dokonań, niezbędne jest podanie faktów o wykształceniu, pracy jako nauczyciela akademickiego, o dorobku w kształceniu kadry, w działalności naukowo-badawczej, organizatorskiej i we współpracy z Politechniką Koszalińską.

Profesor Pierre Joseph Marché urodził się 28 czerwca 1948 roku w Lorigné w departamencie Deux-Sèvres we Francji. W roku 1970 uzyskał licencjat z matematyki i nauk podstawowych na Uniwersytecie w Reims, a w roku 1972 – magisterium z tego zakresu. Rok później został magistrem nauk stosowanych w zakresie fizyki.

W 1976 roku, na swoim macierzystym uniwersytecie w Reims przed-

stawił pracę pt.: „*Badanie zjawiska emisji termicznej ciał stałych – zastosowanie do kalcytu*”, za którą uzyskał stopień doktora. W roku 1980 natomiast – za pracę „*Wkład do badań wybranych składników atmosfery za pomocą spektroskopii w zakresie podczerwieni*” – otrzymał stopień doktora habilitowanego.

Profesor Pierre Marché reprezentuje dyscypliny naukowe Mechanika oraz Automatyka i Robotyka, a Jego specjalnościami są Mechanika oraz Procesy i Maszyny Robocze.

Pracę w szkolnictwie wyższym Profesor rozpoczął w 1969 roku w Uniwersytecie w Reims, kontynuując ją od roku 1978 w Uniwersytecie w Orleanie, a od roku 1997 – w *Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges* (ENSIB) Państwowej Wyższej Szkole Inżynierskiej w Bourges. Przeszedł wszystkie etapy kariery akademickiej, będąc w latach 1969–1973 zatrudnionym na umowę o pracę jako nauczyciel, w latach 1973–1978 – jako asystent, w latach 1978–1985 – starszy asystent, w latach 1985–1988 – wykładowca, a w latach 1988–1998 – jako profesor w Instytucie Technologicznym w Bourges, ówczesną filią Uniwersytetu w Orleanie. Od roku 1992 do 1998 był dyrektorem tego Instytutu.

Jeszcze w roku 1988 r. z inicjatywy profesora Pierre'a Marché w Uniwersyteckim Instytucie Technologicznym w Bourges powstało Laboratorium Badawcze Rozpoznawania Obrazów i Robotyki. W latach 1991–1992 Profesor był przewodniczącym Komisji ds. Kierunków i Specjalności na Wydziale Mechaniki Uniwersytetu w Orleanie, a w latach 1993–1996 był członkiem kolegium rektorskiego tego Uniwersytetu. W 1996 roku został prezesem Stowarzyszenia Regionalnego Dyrektorów Uniwersyteckich Instytutów Technologicznych Regionu Centralnego.

W 1997 roku w życiu Profesora Pierre'a Marché rozpoczął się nowy rozdział. Został bowiem profesorem, a jednocześnie organizatorem nowo powstałej uczelni – *Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges* Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges. Początkowo pełnił w niej obowiązki dyrektora, a następnie, w latach 1998–2004, przez dwie kadencje był jej dyrektorem. W tym okresie konsekwentnie zwiększał liczbę studentów i nauczycieli akademickich, rozwijał uczelnię, a poprzez intensyfikację badań naukowych i wzrost poziomu kształcenia podnosił jej renomę. Z istotnych zadań zrealizowanych przez Profesora Pierre'a Marché, podczas pełnienia obowiązków dyrektora, można wyróżnić:

- wdrożenie programów studiów oraz struktur dydaktycznych, administracyjnych i technicznych,
- zorganizowanie Rady Administracyjnej i Rady Naukowej Szkoły,
- opracowanie regulaminów wewnętrznego i studiów,

- wybudowanie nowych obiektów szkoły o powierzchni użytkowej 6000 m²,
- wdrożenie programów badawczych, wybudowanie laboratoriów badawczych i ich wyposażenie.

O powszechnym i wymiernym uznaniu Uczelni, którą kierował Profesor Pierre Marché świadczy bardzo duża popularność studiów w ENSIB, gdzie w roku 2002 o 120 miejsc ubiegało się 3500 kandydatów. Świadczy także fakt szerokiej współpracy międzynarodowej, przejawiający się tym, że każdego roku staże zagraniczne odbywa ponad 30 procent studentów ENSIB.

Profesor Pierre Marché cieszy się dużym autorytetem nie tylko w środowisku naukowym, ale i zawodowym. Prowadzi bowiem szeroką działalność organizacyjną i społeczną. W 1998 roku został członkiem Międzyministerialnego Komitetu ds. Zagospodarowania i Rozwoju Regionalnego (CIADT), a spośród Jego ważniejszych inicjatyw podczas dwóch kadencji pracy w Komitecie trzeba wymienić:

- utworzenie nowego w skali kraju kierunku *Ryzyko w przemyśle*,
- budowa laboratoriów badawczych dla nowo utworzonej specjalności *Wybuchy w środowisku izolowanym*,
- uruchomienie studiów magisterskich na specjalności *Zapobieganie ryzyku*,
- utworzenie inkubatora akademickiego,
- utworzenie nowej specjalności *Ryzyko w środowisku*,
- utworzenie nowej specjalności magisterskiej *Ryzyko w informatyce*,
- utworzenie w ramach ENSIB oddziału nowej specjalności inżynierskiej *Szkoła internetowa* na kierunku Nauki i Technologie Informacyjne.

Profesor Pierre Marché ma swój znaczący udział w pracach francuskiego ministerstwa edukacji jako członek Komisji Państwowej ds. Tytułu Profesora, członek Stowarzyszenia Dyrektorów Uniwersyteckich Instytutów Technologicznych oraz prezydent Stowarzyszenia Regionalnego Dyrektorów Instytutów Technologicznych Regionu Centralnego..

Jest także aktywnym członkiem wielu rad administracyjnych, m.in.:

- CDOS – Comité Departemental Olympique et Sportif,
- CDPK – Departemental des Praticiens Kinetherapeutes,
- CRITT Wytwarzanie – Centre Regionale d'Innovation et de Transfert de Technologie,
- ITII – Institut des Techniques de l'Ingénieur pour l'Industrie,
- IMEB – Institut International de Musique Electroacoustique de Bourges.

Profesor Pierre Marché to jednak nie tylko nauczyciel i organizator, ale przede wszystkim badacz zagadnień naukowych o dużym znaczeniu poznawczym i użytecznym. W Jego działalności naukowo-badawczej wyróżnić można jednak dwa okresy: przed rokiem 1988 i po tej dacie.

Swoją pracę naukową rozpoczął w dziedzinie emisji cieplnej ciał

stałych, wykorzystując kamerę w zakresie podczerwieni. Była to Jego praca końcowa na studiach podyplomowych. W ramach pracy doktorskiej natomiast studiował właściwości emisyjności kalcytu. Następnie badał emisje atmosferyczne oraz pochłanianie promieniowania słonecznego przez cząsteczki atmosfery. W 1978 roku **pierwszy na świecie** zaobserwował cząsteczkę formaldehydu w widmie podczerwieni, oszacował jego ilość w atmosferze i opracował, również jako pierwszy, zależność koncentracji formaldehydu w funkcji wysokości w atmosferze.

W kolejnych latach rozwijał oryginalne metody oszacowania koncentracji wybranych składników atmosfery w zależności od wysokości, począwszy od pomiarów na ziemi. Wykorzystał do tego metodę spektrometrii w zakresie podczerwieni i ultrafioletu. Badania te dotyczyły głównie: analizy składu atmosfery i zmian koncentracji składników (H_2CO , HCl, HF, O_3 , HCl) w zależności od wysokości, oraz rodzaju promieniowania i jego intensywności. Wyniki tych badań stanowiły podstawę Jego pracy habilitacyjnej, obronionej w Reims w roku 1980.

W 1981 Profesor utworzył stację obserwacyjną geofizyki na Górze Chiran, która jest oddziałem Obserwatorium Haute Provence. Zainstalował w niej spektrometr w zakresie podczerwieni (SISAM) i spektrofotometr w zakresie ultrafioletu (DOBSON) do obserwacji ozonu i pierwiastków powstających podczas przemian fizyko-chemicznych atmosfery. Pozwoliło to mierzyć zawartość ozonu w atmosferze i badać tendencję jego zmian, a także tych składników, które wpływają na procesy fizyko-chemiczne w warstwie ozonu atmosferycznego. Nad zagadnieniami tymi Profesor pracował przez pięć lat. W wyniku badań ustalił m.in., że obserwuje się niewielkie zmniejszanie się ilości ozonu atmosferycznego, a zmniejszanie to nie da się przewidzieć na podstawie modeli fizyko-chemicznych oraz, że zbyt duże znaczenie przywiązywano dotychczas do cyklu katalitycznego chloru, a należy podnieść znaczenie porządku klimatologicznego typu „efekt szklarni”. Po osiągnięciu zamierzonego celu Profesor Pierre Marché zdecydował się na zmianę dziedziny badań naukowych, powracając do zainteresowania zagadnieniami z zakresu mechaniki i robotyki. Ponieważ jednocześnie pracował na rzecz Centrum Obliczeń, placówki zrzeszonej w Centrum Narodowym Nauk Stosowanych oraz był odpowiedzialny za informatykę w Departamencie Nauk Mechanicznych i Wytwarzania w Uniwersytecie w Reims oraz w Szkole Inżynierskiej ESIEC – rozszerzył te zainteresowania właśnie o informatykę.

Kiedy w roku 1988 został profesorem, w Instytucie Technologicznym w Bourges utworzył Laboratorium Badawcze *Rozpoznawania obrazów i Robotyki* (LVR). Od tego czasu prace badawcze Profesora Pierre'a Marché

koncentrują się na zagadnieniach przetwarzania sygnałów (rozwój algorytmów i narzędzi przetwarzania obrazów), przetwarzania obrazów w medycynie (obrazy echograficzne), przetwarzania obrazów przemysłowych (telemetria w zakresie podczerwieni) oraz robotyki, w której prace badawcze prowadzone były trójtorowo: sterowanie – program PACRET, roboty ruchome – program CAIMAN, roboty w medycynie – system SYDESCO.

W zakresie przetwarzania obrazów w medycynie do najważniejszych prac należy zaliczyć system umożliwiający akwizycję obrazów scanningowych kości w przekrojach osiowych, rysowanie geometrii czaszki oraz wykrywanie zapalenia opon mózgowych i guzów nowotworowych z wykorzystaniem systemu „Stéréotaxie”. Wizualizacja przestrzenna (3D) pozwala zaplanować operację (trajektorię interwencji) oraz dokonywać różnych regulacji stanowiska systemu „Stéréotaxie”. Robot, wyposażony w laser, pozwala jednocześnie obserwować przebieg operacji. Dokonana została także akwizycja obrazów, pozwalających określać charakterystykę zniekształceń kręgosłupa u człowieka dorastającego, a opracowany system pozwala na automatyczne wykrywanie takich wad, jak lordoza, cyfoza, skolioza i skręcenie. Ponadto opracowany został system akwizycji i obróbki obrazów echograficznych, wykorzystywany do nauki aparatu lokomocyjnego noworodka. Efektem końcowym było zaprojektowanie i zbudowanie używanego w ortopedii dziecięcej scannera w zakresie ultradźwięków.

W zakresie przetwarzania obrazów przemysłowych do najistotniejszych osiągnięć Profesora należą wdrożone do praktyki systemy telemetrii i przetwarzania obrazów, dotyczące wizualizacji 2D, systemy wizualizacji barwnej, stereowizji biernej, rozpoznawania obrazów w przestrzeni 3D (laser), telemetrii laserowej, telemetrii w zakresie podczerwieni oraz przetwarzania obrazów ultradźwiękowych.

W dziedzinie Robotyki prowadzone badania obejmowały trzy aspekty:

- sterowanie – projekt i wdrożenie robota-manipulatora – system przestrzennej telemetrii laserowej i przetwarzania obrazów ultradźwiękowych. Ten system jest przeznaczony do automatyzacji prac pocztowych – przesyłek,
- roboty ruchome – program CAIMAN. Ten system wykorzystuje triangulację promieni lasera i wykazuje znacznie większą czułość w porównaniu z robotami, w których zastosowano sterowanie przewodowe,
- roboty w medycynie – rozwój systemu SYDESCO (SYstème Dépistage SCOLioses) używanego w szkołach oraz rozwój systemu teleoperacji – aplikacje teleechografii w robotach (praktyczne możliwości realizacji

zostały potwierdzone badaniami naukowymi w Tybecie i w Nepalu w roku 1998).

Dorobek naukowy Profesora Pierre'a Marché został opublikowany w ponad 60 autorskich lub współautorskich artykułach, zamieszczonych we francuskich i zagranicznych czasopismach i zeszytach naukowych. W dorobku Profesora są 72 artykuły współautorskie, z których 21 opublikowano poza Francją oraz 91 wygłoszonych na konferencjach referatów i komunikatów, w tym siedem zamówionych. Profesor napisał także monografię, dwie rozprawy i ponad 20 prac naukowo-badawczych, finansowanych przez francuskie ministerstwa szkolnictwa wyższego oraz gospodarki, Unię Europejską oraz zakłady przemysłowe.

Profesor Pierre Marché wypromował 12 doktorów oraz napisał 37 recenzji w przewodach kwalifikacyjnych, dotyczących stopni i tytułów naukowych.

Profesor Pierre Marché jest człowiekiem bardzo aktywnym w wielu dziedzinach, a jednym z przejawów tej aktywności jest szeroka współpraca z zagranicznymi ośrodkami naukowymi i uczelniami m.in.: w Niemczech, Wielkiej Brytanii, Belgii, Hiszpanii, Portugalii, Japonii, Stanach Zjednoczonych, Szwajcarii, Nowej Zelandii i w Polsce. Szczególny jest związek Profesora z Politechniką Koszalińską, z którą łączy Go wieloletnia, sięgająca roku 1994 współpraca i działanie na rzecz jej rozwoju.

Do najważniejszych rezultatów tej współpracy należy zaliczyć:

- podpisanie, w roku 1994, umowy między Uniwersyteckim Instytutem Technologicznym w Bourges i Uniwersytetem w Orleanie a Politechniką Koszalińską,
- podpisanie, w roku 1997, umowy między Państwową Wyższą Szkołą Inżynierską w Bourges (ENSIB) a Politechniką Koszalińską; była to pierwsza umowa podpisana przez ENSIB z uczelnią z zagranicy,
- organizowanie, w latach 1995–1998, konferencji i seminariów naukowych, na przemian – w Bourges i w Koszalinie,
- wspólne publikacje w czasopiśmie „Hermes” i w zeszytach naukowych Politechniki Koszalińskiej,
- organizowanie, od roku 1997, praktyk studentów francuskich w Politechnice Koszalińskiej i polskich w Instytucie Technologicznym w Bourges i Państwowej Wyższej Szkole Inżynierskiej w Bourges, m.in. w ramach realizacji programu SOCRATES,
- od roku 1997 – recenzowanie prac doktorskich doktorantów z Bourges oraz udział profesorów naszej uczelni w obronach tych prac,

- w latach 1999–2004 – wykłady wygłaszane dla studentów przez pracowników obu uczelni podczas krótkich pobytów w Bourges i w Koszalinie,
- w latach 2000–2004 – udział delegacji z Politechniki Koszalińskiej w uroczystościach wręczenia dyplomów inżynierskich w ENSIB oraz delegacji ENSIB w inauguracjach roku akademickiego w Politechnice Koszalińskiej.

Profesora Pierre'a Marché poznałem już na początku Jego współpracy z naszą uczelnią i odtąd miałem możliwość śledzić nie tylko rozwój tej współpracy, ale przede wszystkim bliżej poznać naszego dzisiejszego Dostojnego Gościa, poznać Jego znakomite osiągnięcia, a dzięki nim poznać rzetelnego, rzeczowego naukowca o wysokim poziomie etyki zawodowej. Przez te lata poznałem Profesora jako człowieka, który z wielkim zaangażowaniem promował Politechnikę Koszalińską we Francji, doprowadził do rozwoju kontaktów, również prywatnych między studentami i pracownikami naszych uczelni. Dane mi było również poznać Profesora jako człowieka otwartego, serdecznego i życzliwego dla innych. Z tym więc większą pewnością mogę potwierdzić, że Profesor Pierre Marché w pełni zasługuje na wyróżnienie tytułem doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej.

Dr hab. inż. Franciszek Siemieniako, prof. PB
Katedra Techniki Automatykacji
Wydział Mechaniczny Politechniki Białostockiej

OPINIA

dla Senatu Politechniki Białostockiej, popierająca inicjatywę Politechniki Koszalińskiej, dotyczącą nadania Prof. dr. hab. Pierre'owi Joseph'owi Marché tytułu doktora honoris causa tej Uczelni

Profesor Pierre Joseph Marché, urodzony 28 czerwca 1948 roku we Francji, działa w obszarze dyscyplin naukowych *mechanika* oraz *automatyka i robotyka*.

W 1970 roku, na Uniwersytecie w Riems, uzyskał dyplom licencjata matematyki i nauk podstawowych. Na tym Uniwersytecie otrzymał kolejno dyplomy magistra matematyki i magistra nauk stosowanych, następnie obronił pracę doktorską, a w 1980 roku uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego. Prof. Pierre Marché posiada również wiedzę zawodową, co potwierdzają zdobyte uprawnienia: montera, projektanta przemysłowego, tokarza, frezera i technologa.

Pierwsze jego badania naukowe dotyczyły emisji cieplnej ciał stałych z wykorzystaniem kamer w zakresie podczerwieni. W 1978 roku, jako pierwszy na świecie, zaobserwował cząstkę formaldehydu w widmie podczerwieni, oszacował jego ilość w atmosferze, w funkcji wysokości. Przez kolejne 5 lat, w utworzonej w 1981 roku stacji geofizyki na górze Chiran, badał skład atmosfery i zachodzące w niej zmiany. Osiągnął zamierzony cel, tj. określił zmiany zawartości ozonu w atmosferze, przydatność modeli fizyko-chemicznych do badań analitycznych, wykazał konieczność podniesienia znaczenia porządku klimatycznego. Wyniki tych badań, jak się okazało, mają ogromne znaczenie praktyczne, a dla badaczy wyznaczają nowe zadania.

Bogate doświadczenie oraz fascynacja możliwościami techniki komputerowej pozwoliły Panu Profesorowi podjąć nowe wyzwania. W 1988 roku, w Uniwersyteckim Instytucie Technologicznym w Bourges utworzył on Laboratorium Badawcze „Rozpoznawania obrazów i robotyki”.

Główne kierunki realizowanych tam badań to:

- rozwój algorytmów i narzędzi przetwarzania obrazów w przestrzeni czasu i częstotliwości, między innymi do wyznaczania charakterystyk dynamicznych obciążenia stopy,
- przetwarzanie obrazów przy badaniach zniekształceń kręgosłupa, lokomocji noworodka,
- przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów procesów przemysłowych:

wizualizacja 2D i 3D, wizualizacja barwna, obróbka obrazów ultradźwiękowych,

- Prace badawcze w Laboratorium „Rozpoznawania obrazów i robotyki” uwieńczone zostały opracowaniem i wdrożeniami:
 - robota z programem sterującym systemem przestrzennej telemetrii laserowej i obróbki obrazów ultradźwiękowych,
 - robotów mobilnych ze sterowaniem bezprzewodowym,
 - robotów medycznych stosowanych w systemie teleechometrii.

Dorobek naukowy Profesora Pierre'a Joseph'a Marché to:

- ✧ ponad 60 oryginalnych publikacji autorskich lub współautorskich w czasopiśmie i zeszytach naukowych krajowych i zagranicznych,
- ✧ 72 artykuły współautorskie, w tym 21 zagranicznych (Niemcy, Anglia, Belgia, Hiszpania, Japonia, Nowa Zelandia, Polska, Szwajcaria i USA), 91 referatów i komunikatów wygłoszonych na konferencjach, w tym 7 zamawianych,
- ✧ 1 monografia, 2 rozprawy,
- ✧ ponad 20 prac naukowo-badawczych finansowanych przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego, Ministerstwo Gospodarki, Unię Europejską oraz przemysł,
- ✧ 12 wypromowanych doktorów,
- ✧ promotorstwo 3 realizowanych rozpraw doktorskich, o udział w 22 komisjach doktorskich,
- ✧ 37 recenzji w przewodach kwalifikacyjnych, dotyczących stopni i tytułów naukowych, w tym:
 - 33 recenzje prac doktorskich i habilitacyjnych,
 - 4 recenzje wniosków o nadanie tytułu profesora,
 - udział w Państwowych Komisjach ds. Tytułów i Stopni Naukowych.

Poza dorobkiem naukowo-badawczym, który jest konieczny do uzyskania godności doktora honorowego, kandydat posiada osiągnięcia w zakresie działalności na innych płaszczyznach. Często jest wybierany lub powoływany na najbardziej prestiżowe stanowiska i funkcje, do udziału w pracach komisji naukowych i dydaktycznych oraz na członka różnych organizacji o zasięgu krajowym i międzynarodowym.

Profesor Pierre Joseph Marché cieszy się ogromnym autorytetem w kraju i za granicą. Miarą tego jest członkostwo w wielu radach administracyjnych i naukowych: Uniwersyteckiego Instytutu Technologicznego w Bourges, Uniwersytetu w Orleanie, Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges, w Ministerstwie Edukacji Narodowej. Pan Profesor był członkiem Komisji Państwowej ds. Tytułu Profesora, a także Prezydentem Stowarzyszenia Regionalnego Dyrektorów Uniwersyteckich Instytutów Technologicznych.

Pracę dydaktyczną, jako nauczyciel akademicki, rozpoczął w 1969 roku w Uniwersyteckim Instytucie Technologicznym w Remis. Na zlecenie Ministerstwa Edukacji Narodowej podjął się utworzenia Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges. 9 kwietnia 1977r. został dyrektorem tej szkoły – organizował działalność dydaktyczną i naukową.

Profesor Pierre Joseph Marché jest autorem opracowania studialnego na temat możliwości utworzenia Szkoły Internetowej w Bourges. Po podjęciu przez MEN pozytywnej decyzji (20 grudnia 2000r.), dotyczącej utworzenia szkoły, jest odpowiedzialny za wdrożenie tej decyzji.

Współpraca Profesora Pierre'a Joseph'a Marché z Politechniką Koszalińską datuje się od 1994 roku, tj. od podpisania trójstronnej umowy pomiędzy Politechniką Koszalińską, Uniwersyteckim Instytutem Technologicznym w Bourges i Uniwersytetem w Orleanie. Jest ona kontynuowana na mocy umowy podpisanej w 1997 roku pomiędzy Politechniką Koszalińską a Wyższą Szkołą Inżynierską w Bourges. Współpraca ta obejmuje:

- obustronną wymianę pracowników naukowych oraz studentów,
- organizowanie, kilka razy w roku, polsko-francuskich seminariów, np. na temat „Nowoczesne techniki i technologie”,
- prowadzenie badań naukowych przez zespoły pracowników Politechniki Koszalińskiej oraz Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges w ramach projektów własnych i europejskich,
- współautorstwo artykułów i referatów na konferencje,
- członkostwo w komisjach oraz recenzowanie przewodów doktorskich,
- realizację prac doktorskich pracowników Politechniki Koszalińskiej w Bourges, a pracowników Wyższej Szkoły Inżynierskiej z Bourges w Koszalinie.

Zasługuje ona na uznanie, a jej rezultaty przynoszą wymierne korzyści obu stronom.

Bogata kariera naukowa oraz ogromny dorobek dydaktyczny i organizacyjny kandydata pozwalają mi stwierdzić z pełną odpowiedzialnością, iż Profesor Pierre Joseph Marché jest wybitnym uczonym i wspaniałym Człowiekiem.

Jestem wielce zaszczycony tym, że mogłem przygotować Senatowi Politechniki Białostockiej opinię nt. wniosku Politechniki Koszalińskiej o nadanie mu godności i tytułu doktora honoris causa. Wniosek ten gorąco i z całym przekonaniem popieram.

Białystok, 2005.02.18



UCHWAŁA SENATU POLI- TECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ

z dnia 10 marca 2005 roku

w sprawie nadania przez Politechnikę Koszalińską tytułu doktora honoris causa profesorowi Pierre'owi Joseph'owi Marché

Senat Politechniki Białostockiej, działając na podstawie § 33 ust. 1 pkt 4 Statutu PB, po zapoznaniu się z dorobkiem naukowym profesora Pierre'a Joseph'a Marché popiera inicjatywę nadania Mu tytułu doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej.

REKTOR

Prof. Michał BŁTRYK

La zgodność z oryginałem

KIEROWNIK BIURA REKTORA
SEKRETARY REKTORA

Dr inż. Walentyna Karpow

Prof. dr hab. inż. Marek Stabrowski
Politechnika Lubelska
Instytut Informatyki

OPINIA

dla Senatu Politechniki Lubelskiej w związku z inicjatywą Senatu Politechniki Koszalińskiej przyznania tytułu doktora honoris causa profesorowi Pierre Marché

Opinia ta oparta jest na informacjach zawartych w dokumentacji dostarczonej przez Politechnikę Koszalińską i na kwerendzie w bibliograficznej bazie informacyjnej Science Citations Index.

Prof. Pierre Marché urodził się w roku 1948 we Francji. Ukończył studia na Wydziale Matematyki i Nauk Podstawowych w roku 1970 (licencjat) i 1972/73 (magister) na uniwersytecie w Reims. Pracując na tym uniwersytecie uzyskał stopnie doktora (1976) i doktora habilitowanego (1980). Jego zainteresowania naukowe ogniskowały się początkowo wokół badań promieniowania i spektroskopii. W roku 1988 profesor Pierre Marché przeniósł się na uniwersytet w Orleanie, a właściwie do jego filii w pobliskim Bourges, przekształconej następnie w samodzielną Wyższą Szkołę Inżynierską (Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs de Bourges). Tu jego zainteresowania naukowe przeniosły się do dziedziny widzenia komputerowego i robotyki. Zorganizował odpowiednie laboratorium badawcze i dydaktyczne w Bourges. Ponadto jako dyrektor i rektor Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges w okresie od 1992 roku do roku 2004 był czynny i kierował budową oraz tworzeniem bazy badawczej i edukacyjnej tej uczelni. Wraz z innymi profesorami zbudował też pozycję naukową i prestiż uczelni.

Wspomniano już, że początkowo prace badawcze profesora Pierre Marché obejmowały zagadnienia promieniowania cieplnego ciał stałych oraz spektrometrię w dziedzinie promieniowania podczerwonego i ultrafioletowego. Najciekawsze i oryginalne osiągnięcie w tej dziedzinie polegało na eksperymentalnym zaobserwowaniu obecności cząsteczek formaldehydu w atmosferze ziemskiej. Zorganizował laboratorium spektrometryczne w laboratorium geofizycznym (1981), co pozwoliło prowadzić interesujące obserwacje i pomiary stężenia ozonu w atmosferze ziemskiej i uzyskać wartościowe naukowo rezultaty.

W połowie lat osiemdziesiątych profesor Pierre Marché zajął się nową dziedziną nauki – zastosowaniami komputerów i technik komputerowych

w przetwarzaniu obrazów. Badania te rozwijał w kilku kierunkach. Jednym z tych kierunków było zastosowanie przetwarzania obrazów w medycynie do diagnostyki schorzeń kręgosłupa i do przetwarzania obrazów ultrasonograficznych w chirurgii noworodków. Drugim kierunkiem badań było przetwarzanie obrazów przemysłowych i telemetria laserowa. Oba te kierunki badań zaowocowały zastosowaniami w konstrukcji robotów medycznych (system SYDESCO) i robotów przemysłowych (systemy PACRET i CAIMAN). Aplikacje w dziedzinie przetwarzania obrazów bazowały na badaniach podstawowych, obejmujących przetwarzanie sygnałów w przestrzeni czasu i częstotliwości.

Rezultaty tej aktywności naukowej zostały opublikowane w następującej postaci:

- 3 autorskie dysertacje i monografie,
- 60 artykułów w czasopismach naukowych francuskich, polskich i międzynarodowych,
- 90 referatów na konferencjach różnej rangi (publikowane w materiałach konferencyjnych), w tym 7 referatów zamówionych.

Profesor Pierre Marché jest także aktywnym członkiem kilku stowarzyszeń i komitetów naukowych.

Ten przegląd oryginalnych i wybitnych osiągnięć badawczych profesora Pierre Marché prowadzi do wniosku, że jest on znanym i akceptowanym na forum międzynarodowym specjalistą z dziedziny widzenia komputerowego i robotyki.

Profesor Pierre Marché jest także bardzo aktywny w dziedzinie kształcenia młodej kadry naukowej. W trakcie swej kariery akademickiej był promotorem 12 rozpraw doktorskich, a obecnie kieruje 3 dalszymi przewodami doktorskimi. Trzy spośród tych rozpraw były recenzowane przez profesorów Politechniki Kozzalińskiej. Brał udział w pracy 22 komisji zakończonych pomyślnie przewodów doktorskich. Był recenzentem 33 rozpraw doktorskich i habilitacyjnych oraz 4 wniosków o nadanie tytułów profesorskich. Ponadto w różnych okresach uczestniczył czynnie w pracy komisji do spraw naukowych, edukacyjnych i organizacyjnych na poziomie uczelnianym i ministerialnym.

Na szczególną uwagę zasługuje organizacja i budowa, praktycznie od zera, Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges. Profesor Pierre Marché był pierwszym dyrektorem (1997), a następnie rektorem tej uczelni. Zrealizowany przez niego kompleks zadań obejmował opracowanie programów studiów, budowę kampusu uczelnianego, rekrutację studentów, budowę i wyposażenie laboratoriów badawczych i dydaktycznych. Wyższa Szkoła Inżynierska rozpoczęła swoją działalność w roku 1997 bardzo skromnie,

zatrudniając 6 profesorów i wykładowców i kształcąc w pierwszym roku swej działalności 35 studentów. Obecnie (2004) w Bourges jest zatrudnionych 31 profesorów i wykładowców kształcących 355 studentów. Studia w Wyższej Szkole Inżynierskiej cieszą się bardzo dużym zainteresowaniem kandydatów. Na uczelni działają dwa laboratoria badawcze o randze krajowej (UPRES-EA). Dokonania te świadczą o tym, że profesor Pierre Marché jest także uzdolnionym i doświadczonym organizatorem bazy badawczej i dydaktycznej.

Jest także aktywnym nauczycielem akademickim, czynnym w kilku dziedzinach. Na uniwersytecie w Reims (1969–1988) prowadził zajęcia dydaktyczne obejmujące mechanikę, technologię, matematykę, informatykę i podstawy sztucznej inteligencji. Na uniwersytecie w Orleanie (od 1988) wykładał mechanikę, informatykę, rozpoznawanie obrazów trójwymiarowych, robotykę, przetwarzanie sygnałów i obrazów. Na uniwersytecie w Poitiers na studiach podyplomowych miał wykład o przetwarzaniu obrazów w robotyce, a w Tours o przetwarzaniu obrazów biomedycznych. W Wyższej Szkole Inżynierskiej w Bourges, poza wykładami o widzeniu komputerowym, przetwarzaniu obrazów i robotyce, opracował kilka nowych programów wykładanych przedmiotów. Obejmują one:

- transport, produkcja i robotyka,
- zapobieganie ryzyku,
- ryzyko w naukach komputerowych,
- nauki i technologie komputerowe.

Wreszcie bardzo istotny w ocenie zasadności inicjatywy jest przegląd i ocena współpracy profesora Pierre Marché i jego uczelni z Politechniką Koszalińską. Współpraca ta została zainicjowana w roku 1994 formalną umową, odnowioną po trzech latach. Można wskazać różne formy tej współpracy. Na przykład zorganizowano wspólnie 3 międzynarodowe lub polsko-francuskie konferencje i seminaria naukowe w latach 1995, 1996 i 1998. Inną formą współpracy obu uczelni jest wymiana i wzajemne wizyty studentów i doktorantów, a także wymiana wykładowców i wykłady zaproszone. Kilka rozpraw doktorskich było recenzowanych i broniących na obu uczelniach na zasadzie wzajemności i wymiany. Współpraca ta koncentrowała się przede wszystkim na zagadnieniach sztucznej inteligencji, widzenia komputerowego i zastosowań w dziedzinie regulacji automatycznej i robotyki. Profesor Pierre Marché był bardzo aktywny bezpośrednio i pośrednio w tej międzyuczelnianej współpracy.

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej informacje, uważam że za nadaniem tytułu doktora honoris causa profesorowi Pierre Marché przemawiają ważne merytoryczne argumenty.

Profesor Pierre Marché jest uznanym na arenie międzynarodowej specjalistą w dziedzinie widzenia komputerowego i robotyki. Jest bardzo aktywny na polu organizacji współpracy naukowej polskiej i francuskiej społeczności akademickiej.

Przyniosła ona niewątpliwe korzyści Politechnice Koszalińskiej.

Podsumowując zwracam się do Senatu Politechniki Lubelskiej z wnioskiem o poparcie inicjatywy Politechniki Koszalińskiej zmierzającej do nadania profesorowi Pierre Marché tytułu doktora honoris causa.

Lublin, 2005.02.07

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'h. St'.

Prof. dr hab. inż. Marek Stabrowski
Lublin University of Technology
Institute of Computer Science

THE OPINION

presented to the Senate of Lublin University of Technology due to the initiative of the Senate of Koszalin University of Technology to grant the title of Doctor Honoris Causa to professor Pierre Marché

This opinion is based on the documentation supplied by the Koszalin University of Technology and on the search carried out with the aid of Science Citations Index bibliographical database.

Prof. Pierre Marché was born in 1948 in France. He graduated in 1970 at the department of Mathematics and Applied Sciences in 1970 (B. Sc.) and 1972/73 (M. Sc.) at the University of Reims. Working at this university, he got the degrees of Dr (1976) and Ph. Dr (1980). His early scientific activities were concentrated around investigation of radiation and spectroscopy. In 1988 prof. Pierre Marché moved to the University of Orleans or rather its branch in nearby Bourges, converted further into autonomous Engineering University (Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs de Bourges). Here his scientific interests have been diverted to the field of computer vision and robotics. He organized corresponding research laboratory in Bourges. Moreover, as the head of Engineering University in Bourges, since 1992 till 2004, he has been material in building the research and educational basis of this University, as well as it's scientific position.

It has been already mentioned that scientific activity of prof. Pierre Marché included in the beginning investigation of the thermal radiation of solids and spectrometry in infrared and ultraviolet bands. Most original achievement in these fields include experimental observation of formaldehyde molecules in the atmosphere. Organization of the spectrometry branch in geophysical observatory (1981) has led to interesting experimental results on ozone concentration in atmosphere.

In the middle of eighties prof. Pierre Marché shifted his scientific activity to the field of computer application in image processing. This research has been carried along several lines. One interesting line is application of image processing in medicine for diagnosis of spinal diseases and for processing of ultrasonic images in surgery of small children. Another line includes processing of industrial images and laser telemetry. Both these lines ended in application in construction of medical (system SYDESCO)

and industrial (systems PACKET and CAIMAN) robots. Image processing methods has been based on fundamental research of signal processing in the time and frequency spaces.

The results of this scientific activity have been published in following form:

- 3 individual dissertations and monographs,
- 60 papers in regular scientific journal – French, Polish and international,
- 90 papers in domestic and international conference proceedings including 7 invited papers.

Prof. Pierre Marché is also active member of several scientific societies.

This review of outstanding research achievements of prof. Pierre Marché leads to the conclusion that he is internationally known and acknowledged specialist in the field of computer vision and robotics.

Prof. Pierre Marché is also active in the field of education of younger research staff. During his academic career, he reviewed 12 doctoral theses with 3 more still pending. Three of these theses have been reviewed by professors from Koszalin University of Technology. He participated in 22 commissions for assessment and defense of doctoral theses. He reviewed 33 theses for Dr or Ph. Dr degree and 4 application for professor title. Moreover in various periods he was active in assorted committees on the university or ministerial level dealing with doctoral or postgraduate education.

Special attention should be paid to the organization and building, almost from scratch, of Engineering University of Bourges. Prof. Pierre Marché was the first director (1997) and next rector of this Engineering School and next regular Engineering University. The tasks realized in this area encompass development of educational curricula, building university campus, recruiting students, organizing educational and research laboratories. The Engineering University started in small way in 1997 with only 35 students and 6 professors/lecturers. At present (2004) there are 355 students and 31 professors/lecturers at Bourges. Engineering University is very popular among candidates applying for the study. There are also 2 nationally acknowledged and accepted research laboratories (UPRES-EA). It all gives very good recommendation for prof. Pierre Marché as exceptionally able and gifted educational and scientific organizer.

He has been active as university lecturer or laboratory instructor in several areas. At the University of Reims (1969–1988) he lectured on mechanics, technology, mathematics, computer reasoning and computer science. At the University of Orleans (since 1988) he lectured on mechanics,

computer science, 3D images recognition, robotics, signal and images processing. At the University of Poitiers he lectured for postgraduate students on image processing in robotics, while at Tours it was biomedical images processing. At Engineering University of Bourges, beside lecturing on computer vision, image processing and robotics, he introduced several new educational curricula. They include:

- transport, manufacturing and robotics,
- risk prevention,
- risk in computer science,
- computer science and technology.

Last but not least, the cooperation of prof. Pierre Marché and his university with the Koszalin University of Technology should be briefly reviewed. This cooperation started in 1994 with formal agreement on cooperation, renewed three years latter. Assorted forms of this cooperation should be mentioned here. There have been organized 3 international or Polish-French scientific conferences in the years 1995, 1996 and 1998. Another form of this cooperation is the exchange of graduate and doctoral students between both universities, as well as exchange of lecture cycles. Next several doctoral theses have been reviewed in exchange or defended in both universities. This cooperation encompassed the scientific problems of artificial intelligence, computer vision and applications in the field of automatic control and robotics. Prof. P. Marché has been active directly and indirectly in this cooperation.

Taking into account all the information presented above, I am fully convinced that there are serious arguments for support of the initiative to grant the title of Doctor Honoris Causa to prof. Pierre Marché.

Prof. Pierre Marché is internationally acknowledged specialist in the field of computer vision and robotics. He is active in organizing the cooperation of Polish and French scientific communities. There is no doubt about the scientific profits of this cooperation for Koszalin University of Technology.

As a final conclusion, I ask the Senate to support the initiative of Koszalin University of Technology to grant the title of Doctor Honoris Causa to prof. Pierre Marché.

Lublin, 2005.02.07

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'h. St' or similar, located at the bottom right of the page.

UCHWAŁA SENATU POLI- TECHNIKI LUBELSKIEJ

z dnia 3 marca 2005r.

Nr 2/2005/II

w sprawie zaopiniowania, opracowanej przez prof. dr hab. inż. Marka Stabrowskiego opinii o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym Profesora Pierre'a Marché, w związku z inicjatywą nadania Profesorowi tytułu Doktora Honoris Causa Politechniki Koszalińskiej

Na podstawie § 21 ust. 2 pkt. 11 Statutu Politechniki Lubelskiej, Senat uchwala co następuje:

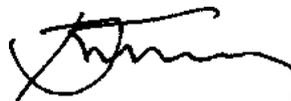
§1.

Senat Politechniki Lubelskiej opiniuje pozytywnie opinię opracowaną przez prof. dr hab. inż. Marka Stabrowskiego o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym Profesora Pierre'a Marché i popiera inicjatywę Politechniki Koszalińskiej dotyczącą nadania Profesorowi tytułu Doktora Honoris Causa tej Uczelni.

§2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący
Senatu Politechniki Lubelskiej



Rektor

dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski, prof. PL

Prof. dr hab. inż. Jerzy Honczarenko
Wydział Mechaniczny
Politechnika Szczecińska

OPINIA

dla Senatu Politechniki Szczecińskiej w sprawie poparcia wniosku o nadanie profesorowi Pierre Marché tytułu i godności doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej

Wstępna charakterystyka Kandydata

Profesor Pierre Marché jest wybitnym i zasłużonym naukowcem, dydaktykiem i organizatorem, wieloletnim Rektorem Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs de Bourges (ENSI Bourges) – Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges (Francja). Urodził się 28 czerwca 1948 roku w Lorraine (Deux-Sevres) we Francji. Studiował na Uniwersytecie w Reims, zdobywając najpierw umiejętności zawodowe mechanika, a następnie uzyskując kolejno: licencjat matematyki i nauk podstawowych w 1970 roku, magisterium matematyki i nauk podstawowych w 1972 roku i magisterium nauk stosowanych – nauki fizyczne w 1973 roku. Na tym samym Uniwersytecie w Reims uzyskał w 1976 roku stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „*Badanie zjawiska emisji termicznej ciał stałych – zastosowanie do kalcytu*”. Stopień naukowy doktora habilitowanego nauk fizycznych uzyskał w 1980 roku w Uniwersytecie w Reims na podstawie oceny ogólnego dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej pt.: „*Wkład do badań wybranych składników atmosfery za pomocą spektroskopii w zakresie podczerwieni*”.

Profesor Pierre Marché, jeszcze w czasie trwania studiów, w 1970 roku rozpoczął pracę naukową w Instytucie Technologicznym na Uniwersytecie w Reims. W latach 1973–1988 pełnił tam kolejno funkcje asystenta, starszego asystenta i wykładowcy. Od 1988 roku pracuje na stanowisku profesora na Uniwersytecie w Orleanie w Instytucie Technologicznym Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges, a od 1992 roku do 1998 roku pełnił funkcję dyrektora tego Instytutu. Od 1997 roku pełnił obowiązki Rektora, a od 1 października 1998 roku, przez dwie kadencje był Rektorem Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges.

Charakterystyka i ocena dorobku naukowego

Działalność naukowo-badawczą profesora Pierre Marché można podzielić na dwa wyraźne okresy, które obejmowały różne obszary badawcze. Pracę naukową rozpoczął w dziedzinie cieplnej emisji ciał stałych, jako kontynuację pracy dyplomowej. Podstawowym zagadnieniem którym zajmował się w tym okresie było badanie pochłaniania promieniowania słonecznego w atmosferze ziemskiej. W 1978 roku, jako pierwszy na świecie: zaobserwował cząsteczkę formaldehydu w widmie podczerwieni, oszacował jej ilość w atmosferze i opracował zależność koncentracji w funkcji wysokości. Badania koncentracji wybranych składników atmosfery zostały uwieńczone rozprawą habilitacyjną i były prowadzone do połowy lat 80. ubiegłego wieku. Jednym z godnych podkreślenia osiągnięć prof. Pierre Marché, z tego okresu pracy, było utworzenie w 1981 roku stacji obserwacyjnej geofizyki na górze Chiran. Zainstalowane tam przez niego: spektrometr w zakresie podczerwieni i spektrofotometr w zakresie ultrafioletu, służące do obserwacji ozonu i pierwiastków powstających podczas przemian fizykochemicznych atmosfery, pozwoliły na sprecyzowanie zmian zachodzących w atmosferze ziemskiej. Podsumowując ten okres pracy można powiedzieć, iż prof. Pierre Marché jest wybitnym specjalistą z dziedziny geofizyki i chemii atmosfery ziemskiej.

Zmiana obszaru badań naukowych w końcu lat 80. ubiegłego wieku była wynikiem wpływu wykształcenia zawodowego (mechanika), ale przede wszystkim nowymi obowiązkami organizacyjnymi i dydaktycznymi związanymi z objęciem stanowiska profesora. Przedmiotem zainteresowań Prof. Pierre Marché stała się informatyka i robotyka, a w szczególności zagadnienia przetwarzania sygnałów i obrazów.

Na wyróżnienie zasługuje dorobek Kandydata w zakresie zastosowań przetwarzania sygnałów i obrazów w medycynie: opracowanie nowych algorytmów przetwarzania sygnałów w przestrzeni czasu i częstotliwości, mających zastosowanie do opracowania charakterystyk dynamicznego obciążenia kończyn dolnych człowieka; skanowania i przetwarzania obrazów echograficznych wykorzystywanych w ortopedii dziecięcej oraz przetwarzanie obrazów zniekształceń kręgosłupa pozwalających na automatyczne wykrywanie jego wad.

Przedmiotem zainteresowań prof. Pierre Marché jest też robotyka, a przede wszystkim zagadnienia sterowania robotów z zastosowaniem systemów wizyjnych. W tym obszarze na specjalne wyróżnienie zasługuje opracowanie systemów telemetrii (laserowej i w zakresie podczerwieni) oraz przetwarzania obrazów w przestrzeni 3D i obróbka obrazów ultradźwiękowych. Opracowano robota wyposażonego w laser pozwalającego na

zaplanowanie trajektorii i obserwowanie operacji medycznych.

W ujęciu syntetycznym dorobek naukowy prof. Pierre Marché obejmuje:

- ponad 60 oryginalnych publikacji autorskich i współautorskich w czasopiśmie i zeszytach naukowych krajowych i zagranicznych,
- 72 artykuły współautorskie, w tym 21 zagranicznych,
- 91 referatów i komunikatów wygłoszonych na konferencjach, w tym 7 zamawianych,
- 1 monografię i 2 rozprawy,
- ponad 20 prac naukowo-badawczych finansowanych przez ministerstwa szkolnictwa wyższego i gospodarki, Unię Europejską oraz przemysł.

Podsumowując można powiedzieć, iż cechą charakterystyczną pracy naukowej profesora Pierre Marché jest nowatorskie podejście do każdego problemu i aktywność w zakresie kreowania nowych użytecznych rozwiązań leżących na styku różniących się dyscyplin i wykorzystywanie transferu nowoczesnych technologii. Dla rozwiązania tych zagadnień Kandydat nawiązuje i utrzymuje aktywne i twórcze kontakty z ośrodkami medycznymi.

Kształcenie kadr naukowych

Na szczególne podkreślenie zasługują osiągnięcia prof. Pierre Marché w kształceniu młodej kadry naukowej. W okresie od uzyskania tytułu profesora wypromował 12 doktorów nauk technicznych, a obecnie jest promotorem 3 prac doktorskich w trakcie realizacji. Kandydat zasiadał też w kilkunastu Komisjach Doktorskich i Habilitacyjnych francuskich Uczelni w roli przewodniczącego i recenzenta – opracował 33 recenzje prac doktorskich i habilitacyjnych. Był także recenzentem 4 wniosków awansowych na stanowiska profesorskie.

Stwierdzam, że prof. Pierre Marché ma nie tylko umiejętności kierowania dużymi zespołami ludzkimi i realizacji dużych projektów – kierowanie Uczelnią, ale także zwykłego kierowania ludźmi pracującymi w zespołach naukowych. Niewątpliwie, musi własnym przykładem pracowitości wskazywać cele naukowe i inspirować do wspólnego wysiłku.

Charakterystyka i ocena dorobku dydaktycznego

Osiągnięcia prof. Pierre Marché w działalności dydaktycznej obejmują szeroki zakres zagadnień, głównie związanych z Jego zainteresowaniami zawodowymi i naukowymi. Dotyczą: matematyki, mechaniki technicznej, technologii wytwarzania, komputerowego wspomaganie projektowania, elementów i podstaw robotyki oraz informatyki, a w szczególności zagad-

nień przetwarzania sygnałów i obrazów (w tym biomedycznych), z których to przedmiotów prowadzi wykłady i seminaria.

Szczególnie godnym podkreślenia jest czynny udział Kandydata w opracowywaniu planów studiów nowych specjalności („*Wybuchy w środowisku izolowanym*”, „*Ryzyko środowiskowe*”, „*Ryzyko informatyczne*”, „*Szkoła internetowa*”), po raz pierwszy uruchamianych na uczelniach francuskich i autorskich programów zajęć prowadzonych na tych specjalnościach.

Sadząc po angażowaniu się w proces dydaktyczny w kilku renomowanych Uczelniach we Francji (Uniwersytety w Reims, Orleanie, Poitiers, Tours i ENSI Bourges), prof. Pierre Marché ma duże zamiłowanie do nauczania i czyni to z bardzo dobrymi wynikami.

Osiągnięcia w organizacji, rozwoju i promocji nauki

Profesor Pierre Marché jest wybitnym organizatorem nauki. Godną podkreślenia jest Jego działalność organizacyjna. W latach 1997–1998, tzn. w okresie gdy najpierw pełnił obowiązki Rektora, a następnie w latach 1998–2004 gdy przez dwie kadencje był Rektorem Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges, zanotował bardzo istotne osiągnięcia w obszarze organizacji i zarządzania Uczelnią. Przypadł Mu w udziale najtrudniejszy okres działalności Uczelni związany z jej utworzeniem, opracowaniem mechanizmów zarządzania, stworzeniem odpowiedniej bazy materialnej i organizacją jej rozwoju.

Do najważniejszych zadań zrealizowanych przez Kandydata można zaliczyć:

- utworzenie nowego w skali kraju kierunku studiów „*Ryzyko przemysłowe*”,
- uruchomienie studiów magisterskich na specjalności „*Zapobieganie ryzyku*”,
- utworzenie nowych specjalności: „*Wybuchy w środowisku izolowanym*”, „*Ryzyko środowiskowe*”, „*Ryzyko informatyczne*”, „*Szkoła internetowa*”,
- utworzenie inkubatora akademickiego,
- wybudowanie obiektu o kubaturze 6000 m² na potrzeby Uczelni,
- wybudowanie laboratoriów badawczych i ich wyposażenie.

Dowodem dynamicznego rozwoju Uczelni, kierowanej przez prof. Pierre Marché, jest wzrost liczby studentów z 35 w 1997 roku do 355 w 2004 roku i wzrost liczby nauczycieli akademickich i pracowników z 10 w 1997 roku do 47 w 2004 roku. W czasie kadencji prof. Pierre Marché nastąpił istotny wzrost poziomu kształcenia i badań naukowych, a także

podniosła się renoma Uczelni. Na powszechne uznanie Uczelni wskazują następujące dane: popularność wśród studentów – 3500 kandydatów na 120 miejsc w 2002 roku, wysoka jakość badań naukowych – 2 laboratoria UPRES-EA, współpraca międzynarodowa – 30% studentów każdego roku odbywa staż za granicą.

Oprócz tej niezwykle obciążającej funkcji Rektora Państwowej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Bourges, profesor Pierre Marché jest animatorem i aktywnym organizatorem licznych inicjatyw, przewodniczącym i członkiem wielu rad i towarzystw naukowych. Pełni wiele ważnych funkcji pochodzących z wyboru w instytucjach decyzyjnych nauki. Wymieniam tu tylko członkostwo w najważniejszych gremiach:

- Komisja Państwowa ds. Tytułu Profesora,
- Stowarzyszenie Dyrektorów Uniwersyteckich Instytutów Technologicznych,
- Prezydent Regionalnego Stowarzyszenia Dyrektorów Uniwersyteckich Instytutów Technologicznych,
- Dyrektor Laboratorium Badawczego *Rozpoznawania Obrazów i Robotyki*,
- Rada Naukowa, Rada Zarządzająca, Rada ds. Studiów i Życia Uniwersyteckiego i Kolegium Rektorskie Uniwersytetu w Orleanie,
- Przedstawiciel Regionu Centralnego Południowa Europa–Atlantyk w programie „*Wytwarzanie–Robotyka*”,
- ANVAR – Association Nationale de Valorisation de la Recherche,
- CETIM – Centre d'Etudes Techniques des Industries Metallurgiques,
- ITII – Institut des Techniques de l'Ingenieurs pour l'Industrie,
- CRITT Wytwarzanie – Centre Regionale d'Innovation et de Transfer de Technologie.

Wyrazem uznania dla działalności Profesora Pierre Marché było przyznanie Mu szeregu odznaczeń: Krzyża Zasługi, Palm Akademickich, Brązowego Medalu Młodości i Sportu, tytułu uznania „Młoda Ekipa”, tytułu uznania „Eguipe d'Accueil” za organizację Laboratorium *Rozpoznawania Obrazów i Robotyki*.

Współpraca z Politechniką Koszalińską

Współpraca profesora Pierre Marché z Politechniką Koszalińską rozpoczęła się w 1994 roku podpisaniem trójstronnej umowy pomiędzy Politechniką Koszalińską a Uniwersyteckim Instytutem Technologicznym w Bourges i Uniwersytetem w Orleanie. Efektem jej była organizacja dwóch polsko-francuskich sympozjów i seminariów naukowych poświęconych zagadnieniom stosowania metod sztucznej inteligencji i publikacja materiałów w Zeszytach Naukowych Politechniki Koszalińskiej.

Kolejna umowa pomiędzy Politechniką Koszalińską a Państwową Wyższą Szkołą Inżynierską w Bourges (z chwilą jej powołania) została podpisana w 1997 roku. W jej wyniku nastąpiło zacieśnienie współpracy pomiędzy oboma Uczelniami, czego dowodem jest: organizacja kolejnego polsko-francuskiego seminarium naukowego nt.: „*Nowoczesne techniki i technologie*”, efektywna wymiana pracowników naukowych pozwalająca na zdobywanie nowych doświadczeń w zakresie dydaktyki i prowadzenia badań naukowych w programach międzynarodowych, wymiana studentów, wzajemne recenzowanie prac doktorskich i uczestnictwo w komisjach obron prac doktorskich oraz realizacja pracy doktorskiej doktoranta z Politechniki Koszalińskiej w ENSIB i wspólne promotorstwo tej pracy.

Dzięki profesorowi Pierre Marché stale rozwijająca się współpraca pomiędzy Politechniką Koszalińską a Państwową Wyższą Szkołą Inżynierską w Bourges przynosi wymierne rezultaty nie tylko w zakresie wymiany doświadczeń, ale także w realizacji międzynarodowych programów badawczych i wystąpieniach na forum Unii Europejskiej.

Podsumowanie

Reasumując, nie ulega wątpliwości, że profesor Pierre Marché jest wybitnym uczonym – o uznanym autorytecie naukowym, aktywnym uczestnikiem życia naukowego, wielce zasłużonym dla rozwoju nauki i jej infrastruktury. Ma znaczący dorobek o wysokim poziomie naukowym, uzasadnionym oryginalnością i nowatorstwem prac badawczych. Jest wielce zasłużony dla rozwoju geofizyki i chemii atmosfery ziemskiej, ma duże zasługi dla rozwoju informatyki i robotyki

Nadanie najwyższej godności akademickiej – doktoratu honoris causa jest pod każdym względem uzasadnione wybitnymi osiągnięciami profesora Pierre Marché jako uczonego, nauczyciela, organizatora nauki i techniki, człowieka godnego najwyższego szacunku.

W świetle wybitnych osiągnięć naukowych, zasług dla Politechniki Koszalińskiej, wyjątkowo dobrze uzasadniony wniosek o nadanie tytułu i godności *doktora honoris causa* profesorowi Pierre Marché zasługuje na pełne poparcie.

Szczecin, marzec 2005r.



UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

Wyciąg z protokołu nr 597
z posiedzenia Senatu Politechniki Szczecińskiej
w dniu 4 kwietnia 2005 roku

„Ad.4.

Zaopiniowanie wniosku Senatu Politechniki Koszalińskiej o nadanie prof. Pierre Marché tytułu i godności doktora honoris causa tej uczelni oraz przyjęcie opinii o dorobku naukowym i osiągnięciach Kandydata, opracowanej przez prof. dr hab. inż. Jerzego Honczarenko z Wydziału Mechanicznego Politechniki Szczecińskiej.

(...)

Senat w głosowaniu tajnym jednomyślnie poparł wniosek Senatu Politechniki Koszalińskiej o nadanie prof. Pierre Marché tytułu i godności doktora honoris causa tej uczelni oraz przyjął opinię o dorobku naukowym i całokształcie dokonań Kandydata opracowaną przez prof. dr hab. inż. Jerzego Honczarenko z Wydziału Mechanicznego Politechniki Szczecińskiej.

Protokół komisji skrutacyjnej stanowi załącznik do oryginału protokołu.”

Za zgodność z oryginałem:

KIEROWNIK
BIURA REKTORA
mgr Irena Szymańska

UCHWAŁA SENATU POLI- TECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

z dnia 25 maja 2005 r. w sprawie nadania tytułu
doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej

Na podstawie art. 48 ust. 1 pkt. 3 ustawy z dnia 12 września 1990 r. o szkolnictwie wyższym (Dz. U. Nr 65, poz. 385 z późn. zm.) i § 26 Statutu, Senat Politechniki Koszalińskiej po wysłuchaniu opinii Senatów Politechniki Białostockiej, Politechniki Lubelskiej, Politechniki Szczecińskiej, **nadaje profesorowi Pierre'owi Marché tytuł doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej.**

REKTOR



prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn

Q. F. F.



F. Q. S.

W IMIENIU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
MY
REKTOR I SENAT POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ
ZA WSPÓLNĄ ZGODĄ SENATÓW
POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ
I
POLITECHNIKI LUBELSKIEJ
I
POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ
NADALIŚMY
PROFESOROWI NAUK TECHNICZNYCH
DOKTOROWI HABILITOWANEMU INŻYNIEROWI

PIERRE'OWI JOSEPH'OWI MARCHÉ

WYBITNEMU SPECJALIŚCIE W DZIEDZINIE NAUK TECHNICZNYCH
A ZWŁASZCZA W MECHANICE, AUTOMATYCE I ROBOTYCE
NAUCZYCIELOWI I WYCHOWAWCY PRACOWNIKÓW NAUKOWYCH I STUDENTÓW
W UZNANIU OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWEJ I DYDAKTYCZNEJ
ORAZ ZASŁUG DLA ROZWOJU TECHNIKI I NAUKI

ZASZCZYTNY TYTUŁ, PRAWA I PRZYWILEJE Z NIM ZWIĄZANE

DOKTORA HONORIS CAUSA

I W DOWÓD WIARYGODNOŚCI TEGO WYDARZENIA NINIEJSZY DYPLÓM
OPATRZONY PIECZĘCIĄ POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ WYSTAWILIŚMY

KOSZALIN, DNIA 8 CZERWCA 2005 ROKU

PROMOTOR
KRZYSZTOF WAWRYN

REKTOR
KRZYSZTOF WAWRYN

Q. F. F.



F. Q. S.

SUMMIS AUSPICIIS SERENISSIMAE REI PUBLICAE POLONORUM
NOS
POLYTECHNICAE COSLINENSIS RECTOR MAGNIFICUS ET SENATUS

COMMUNI CONSENSU SENATUUM
POLYTECHNICAE BIALOSTOCENSIS
ET
POLYTECHNICAE LUBLINENSIS
ET
POLYTECHNICAE SCECINESIS

IN

VIRUM CLARISSIMUM AC DOCTISSIMUM

PIERRE JOSEPH MARCHÉ

SCIENTIARUM TECHNICARUM PROFESSOREM
DOCTOREM HABILITATUM INGENARIUM
DISCIPLINARUM TECHNICARUM PRUDENTEM EXIMIUM PRAECIPUE
MECHANICAE ET ARTIS AUTOMATARIAE SCIENTIAE
PLURIMAE HOMINUM DOCTORUM ET STUDIOSORUM PROGENIEI MAGISTRUM
ATQUE PRAECEPTOREM OPTIMUM
QUI DE LABORE SCIENTIFICO ET DIDACTICO MERITUS EST
QUI MULTA AD ARTEM TECHNICAM ET DOCTRINAM PROMOVEDAM ATTULIT

DOCTORIS HONORIS CAUSA

NOMEN ET HONORES IURA ET PRIVILEGIA CONTULIMUS IN EIUSQUE REI
FIDEM PERPETUAMQUE MEMORIAM HOC DIPLOMA
POLYTECHNICAE COSLINENSIS SIGILLO
SANCIENDAS CURAVIMUS

DATUM COSLINI DIE VIII MENSIS IUNII ANNO MMV

CHRISTOPHÛRUS WAWRYN
PROMOTOR

CHRISTOPHÛRUS WAWRYN
H. T. RECTOR



Professeur Pierre Marché

Docteur Honoris Causa

Koszalin

8 juin 2005

Sommaire

Curriculum vitae

Coopération franco-polonaise

Travaux de recherche

Première partie : Université de Reims Champagne Ardennes

« Géophysique interne »

- 1 - Etude chimique et photochimique de l'ozone dans l'atmosphère
- 2 - Détection du Formaldéhyde dans l'atmosphère
- 3 - Détection, dosage et profils d'hydracides
- 4 - Détection, dosage et profil de l'ozone atmosphérique
- 5 - Etude de la tendance évolutive de l'ozone dans l'atmosphère

Deuxième partie : Université d'Orléans et ENSI de Bourges

« Robotique, Vision, Traitement du signal et de l'image »

- 6 - Publications dans la revue « Modern Techniques and Technologies »
- 7 - Publications dans la revue « Les cahiers du SIRITT »
- 8 - Encadrement de thèses
- 9 - Publications

Curriculum vitae sommaire



Marché Pierre Joseph

Né le 28 juin 1948 à Lorigné
(Deux-Sèvres), Marié, 4 enfants

Adresses

14 allée Jean Rostand
18110 Fussy – France
Tel : 00 33 2 48 69 49 79
& 00 33 6 11 29 92 78

ENSI de Bourges
10 Bd Lahitolle
18020 Bourges Cedex
pierre.marche@ensi-bourges.fr

Diplômes et grades universitaires

- Certificat d'Aptitude Professionnel - Ajusteur
- Certificat d'Aptitude Professionnel - Dessinateur Industriel
- Brevet d'Etudes Industrielles - Tourneur, Ajusteur, Fraiseur
- First Certificate of Cambridge
- Diplôme Universitaire de Technologie - GMP
- Licence (1970), et Maîtrise (1972) de Mathématiques
- Diplôme d'Etudes Appliquées - Sciences Physiques :
" Etude et réalisation d'une caméra infrarouge
dans la fenêtre atmosphérique de $10\mu\text{m}$ "
- Doctorat de spécialité (1976) :
" Etude de l'émission thermique des solides - Application à la calcite "
- Doctorat d'Etat (1980) :
" Contribution à l'étude des composés minoritaires
atmosphériques par spectroscopie infrarouge "

Carrière universitaire

- Enseignant (I.U.T. de Reims) 1969
- Assistant (I.U.T. de Reims) 1973
- Maître Assistant (I.U.T. de Reims) 1978
- Maître de Conférences (I.U.T. de Reims) 1985
- Professeur des Universités (Université d'Orléans - I.U.T. de Bourges) 1988
- Professeur à l'ENSI de Bourges depuis le 1er septembre 1997

Distinctions

- Chevalier dans l'ordre du mérite national
- Chevalier dans l'ordre des palmes académiques
- Médaille de bronze de la jeunesse et des sports

Coopération franco-polonaise

En janvier 1993, Robert Prospérini, directeur de l'IUFM de Bourges m'indiquait l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs (ESI) de Koszalin souhaitait avoir des partenariats avec des établissements d'enseignement supérieur en France.

Après avoir effectué une visite en Pologne, et avoir accueilli une délégation polonaise en France, nous avons constaté qu'il existait de nombreux domaines de coopération possible : Mécanique, Génie Civil, Electronique, Informatique industrielle et Management des entreprises.

Un accord de coopération a été conclu en 1994, il a été signé par Wojciech Kacalak, Recteur de l'école Polytechnique de Koszalin (EPK), Didier Billard, Président de l'université d'Orléans (UO), et Pierre Marché, Directeur de l'Institut Universitaire de Technologie (IUT) de Bourges.



*Signature de la convention entre Polytechnique de Koszalin et l'Université d'Orléans
(P. Marché, W. Kacalak et D. Billard)*

Conformément à cet accord, chaque année des visites ont été organisées alternativement en Pologne et en France.

En juin 1995, une délégation de chercheurs de Koszalin a participé au premier colloque international Productique Robotique du Sud Europe Atlantique. Trois articles ont été publiés dans la RAPA (Revue d'Automatique et de Productique Appliquées) :

Artificial neural network optimisation of mobile manipulator trajectories
Wojciech Kacalak and Krzysztof Wawryn

Commande de processus de traitements superficiels utilisant la logique floue
Wojciech Kacalak, Léon Kukielka et Pierre Marché

Method and algorithm for fuzzy compensation of disturbances in automated manufacturing processes
Wojciech Kacalak, Krzysztof Wawryn et Léon Kukielka

En mai 1996, L'Ecole Polytechnique de Koszalin a organisé un séminaire franco-polonais « Méthodes et applications en intelligence artificielle », et en 1997, un autre séminaire a été organisé à l'IUT de Bourges. Nous donnons ci-dessous la liste des communications des chercheurs de Bourges qui ont été publiées dans la revue « Modern Techniques and Technologies » :

Localisation absolue d'un robot mobile par détection dynamique de balises rétro-réfléchissantes.
Y. Lucas, A. Gourdon, G. Poisson et Pierre Marché

Guidage et recalage d'un chariot mobile sur sa trajectoire.
Y. Parmantier, L. Crespeau, G. Poisson et Pierre Marché

Perception tridimensionnelle par vision artificielle et télémétrie ultrasonore en préparation automatique de commandes.
G. Poisson, P. Debord et Pierre Marché

Reconnaissance de potentiels tardifs par l'association d'un réseau de neurones et de la transformée de Wigner-Ville.
A. Rakotomamonjy, B. Migeon et P. Marché

Télémétrie optique par analyse de Fourier.
M. Szpieg, M. Barbaud, M. Tronel et P. Marché

Reconstruction de forme gauche par télémétrie laser - Application à l'imagerie médicale.
N. Vincent, G. Poisson et Pierre Marché



Rentrée solennelle 1996 à l'Ecole Polytechnique de Koszalin

En parallèle à ces échanges scientifiques, de nombreux échanges ont eu lieu dans des cadres officiels comme le montre la photo ci-dessus prise lors de la cérémonie de rentrée en octobre 1996 à l'Ecole Polytechnique de Koszalin.

En 1997, l'ENSI de Bourges (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges) a été créée, et aussitôt, un accord de coopération a été conclu avec l'Ecole Polytechnique de Koszalin. C'était le premier accord de coopération international signé par l'ENSI de Bourges.

Deux étudiants préparant leur thèse de doctorat ont effectué un séjour de recherche à Koszalin (Nathalie Vincent et Alain Rakotomamonjy), ils ont effectué leurs soutenances à Bourges en 1997, Wojciech Kacalak, Krzysztof Wawryn et Léon Kukielka ont participé aux jurys de ces thèses :

Nathalie Vincent - Bourges - 14 mai 1997

"Imagerie tridimensionnelle par télémétrie laser - Application en robotique de manipulation "

Alain Rakotomamonjy - Bourges - 15 décembre 1997

Caractérisation de la course à pied - étude de l'impact au sol par une analyse en temps-fréquence - mesure du déroulé du pas.

En 1998, la première promotion d'élèves ingénieurs de l'ENSI de Bourges, accompagnés par un groupe d'enseignants, de chercheurs et de personnels, a effectué un séjour d'une semaine à Koszalin à l'occasion des cérémonies du 30^{ème} anniversaire de l'Ecole Polytechnique.

A la suite de ce séjour, plusieurs étudiants ont effectué leur stage de première année à l'Ecole Polytechnique de Koszalin.

En juin 1999, une délégation composée de 12 enseignants chercheurs et de 13 étudiants de l'Ecole Polytechnique de Koszalin est venue à Bourges, pour participer à un séminaire scientifique et pédagogique avec l'IUT et l'ENSI.

En 2000, Les travaux conduits par Alain Gourdon, qui en avait effectué une présentation à Koszalin, ont pu faire l'objet d'une soutenance de thèse de doctorat à laquelle Léon Kukielka a été invité comme membre du jury :

Alain Gourdon - Bourges - 27 novembre 2000

Etude et réalisation d'un robot médical à trois degrés de liberté et axes concourants – Application à la télé-échographie

Les accords signés dans le cadre du programme SOCRATES ont permis de développer les échanges d'étudiants, d'enseignants et de chercheurs dans de nombreux domaines comme : l'intelligence artificielle, la logique floue, robotique, télé-robotique, modélisation, structures, explosions, ...

Actuellement, un étudiant de Koszalin est en préparation d'une thèse de doctorat à Bourges, dans le laboratoire Energétique, Explosion, Structures (LEES). Son sujet de recherche concerne les méthodes et les modèles pour l'évaluation des conséquences de la rupture en béton armé sous l'effet d'une onde de choc.

Le développement du système des ECTS (European Credit Transfert System) au sein de l'ENSI de Bourges, et du système LMD (Licence, Master, Doctorat) à l'IUT et à la faculté des sciences de Bourges devraient permettre un développement de la coopération entre Bourges et Koszalin.

De façon régulière, des participations réciproques ont lieu annuellement dans des manifestations officielles :

A Koszalin, pour la rentrée solennelle ou pour les cérémonies d'anniversaire
A Bourges, pour la remise solennelle des diplômes

La photo ci-dessous a été prise le 25 septembre 2004, lors de la remise officielle des diplômes à la cinquième promotion de l'ENSI de Bourges. Cette cérémonie, qui s'est déroulée au palais d'Auron était la dernière pour Pierre Marché qui terminait son deuxième et dernier mandat de directeur le 30 septembre 2004.

La délégation de Koszalin était composée de Wojciech Kacalak, Krzysztof Wawryn et Léon Kukielka.



*Cérémonie solennelle de remise des diplômes - Bourges, 25 septembre 2004
Krzysztof Wawryn, Recteur de l'université technique de Koszalin
Pierre Marché, Directeur de l'ENSI de Bourges
Mieczyslaw Wysiecki, Recteur de l'université technique de Szczecin*



Géophysique interne

Laboratoire de physique moléculaire et atmosphérique
Université de Reims Champagne-Ardenne

Mes travaux de recherche à l'université de Reims Champagne-Ardenne se sont effectués dans le cadre du laboratoire de physique moléculaire et atmosphérique, sous la direction du professeur Pierre Jouve.

J'ai débuté mes activités de recherche dans le domaine de l'émission thermique des solides, en réalisant une **caméra infrarouge** dans le cadre de mon Diplôme d'Etudes Approfondies, puis en étudiant les propriétés d'émissivité de la Calcite (sujet de ma thèse de spécialité).

Je me suis ensuite intéressé à l'émission atmosphérique, puis à l'absorption du rayonnement solaire par les molécules de l'atmosphère. En 1978, j'ai réalisé une **première mondiale** en observant la molécule de formaldéhyde dans le spectre infrarouge, en évaluant sa quantité dans l'atmosphère et en donnant le premier profil vertical de sa concentration atmosphérique.

J'ai ensuite développé **des méthodes originales conduisant à la restitution de profils verticaux de concentration des composés minoritaires de l'atmosphère** à partir de mesures effectuées au sol par spectrométrie infrarouge et ultraviolette : Méthodes des formes de raies (H_2CO), de variation zénithale (HCl, HF, O_3), et des forces de raies (HCl). Ce travail a constitué l'essentiel de ma thèse d'état (MAR80).

En 1981, j'ai créé une station d'observation géophysique au Mont CHIRAN, annexe de l'Observatoire de Haute Provence. J'y ai installé un spectromètre infrarouge (SISAM) et un spectrophotomètre ultraviolet (DOBSON) pour la surveillance de l'ozone et de composés minoritaires intervenant dans la physico-chimie atmosphérique. Le but de mon travail était **la mesure absolue de la quantité d'ozone dans l'atmosphère, et l'étude de sa tendance évolutive, ainsi que celle de composés qui interviennent dans la physico-chimie de l'ozone stratosphérique.**

Après une période d'observation de 5 années, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

- On observe, sur l'ensemble du réseau, une légère diminution de l'ozone atmosphérique.
- La diminution ne se situe pas du tout où le prévoient les modèles physico-chimiques
- **Il faut en conclure qu'une importance trop grande a été donnée au cycle catalytique du chlore, et qu'il faut revoir à la hausse les effets d'ordre climatologiques du type "effet de serre".**

1 : Etude chimique et photochimique de l'ozone dans la stratosphère

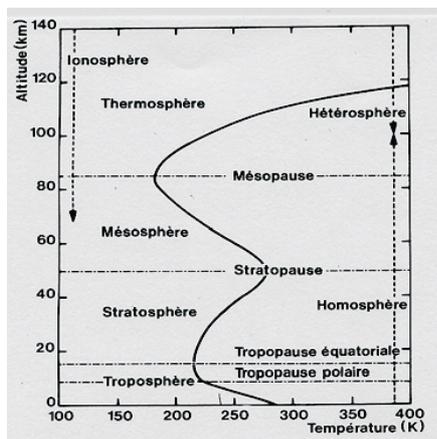
Résumé : Ce chapitre est consacré à une introduction à la chimie et à la photochimie de l'ozone dans l'atmosphère. Nous expliquons comment l'ozone est formé puis détruit, et quelles sont les principales interrogations sur l'évolution de sa concentration dans l'atmosphère.

Introduction

Depuis le début des années 70, les chercheurs se sont beaucoup intéressés à l'atmosphère, et en particulier à la stratosphère. Dans ces études, l'ozone a pris une place privilégiée car il constitue l'absorbant majeur du rayonnement ultraviolet solaire abiotique, de telle sorte qu'une variation, même faible de sa quantité dans l'atmosphère retentirait notablement sur l'intensité des effets biologiques créés par le rayonnement solaire. Les études ont essentiellement porté sur la tendance évolutive à long terme de la quantité totale d'ozone atmosphérique afin de mettre en évidence toute réduction irréversible ou tout au moins prolongée.

L'importance de l'ozone atmosphérique est accrue par le fait qu'il absorbe le rayonnement ultraviolet solaire et provoque ainsi un réchauffement de l'atmosphère, ce réchauffement va induire des courants de convection qui vont entraîner une circulation de l'air dans l'atmosphère et transporter ainsi l'ozone et les composés qui réagissent avec lui.

Composition de l'atmosphère



La répartition verticale de la température dans l'atmosphère présente une grande variabilité, particulièrement au niveau du sol. Néanmoins, le profil de température présente plusieurs extremums qui ont permis à l'Union Géodésique et Géophysique Internationale de proposer une classification des couches de l'atmosphère. (Figure 1)

La troposphère est la couche inférieure, elle est caractérisée par une décroissance de la température, jusqu'à un minimum (tropopause).

Figure 1 : Classification des couches de l'atmosphère

L'altitude de la tropopause est variable suivant la latitude (7 km aux pôles, 17 km sous les tropiques), elle varie également en un même lieu suivant la situation météorologique. La troposphère est le siège des phénomènes météorologiques courants.

A partir de la tropopause, la température reste à peu près constante ou augmente légèrement, puis augmente sensiblement jusqu'à un maximum (stratopause), cette région s'appelle la stratosphère.

La mésosphère est caractérisée par une décroissance de la température, elle s'étend de la stratopause à la mésopause (85 km), la température y est de l'ordre de 180 K.

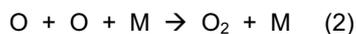
La thermosphère se situe au-dessus de la mésopause, où la température recommence à croître.

Chimie et photochimie stratosphérique

Dans la thermosphère, l'oxygène moléculaire absorbe les radiations ultraviolettes de longueurs d'ondes inférieures à 242 nm, et de ce fait se transforme en oxygène atomique suivant la relation :

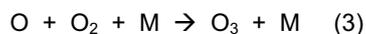


Cette réaction est suivie d'une recombinaison en présence d'un troisième corps (azote ou oxygène moléculaire) :

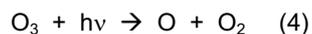


La présence du troisième corps est requise pour absorber l'énergie dégagée par cette réaction. A haute altitude, il existe donc un équilibre entre O et O₂, c'est la photochimie de la thermosphère où, à cause de l'absorption ultraviolette que décrit la réaction (1), la température croît avec l'altitude.

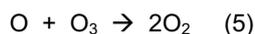
Au dessous de 85 km, altitude de la mésopause, la pression est suffisante pour que l'oxygène atomique se combine plutôt à la molécule d'oxygène pour donner de l'ozone :



Les radiations visibles et ultraviolettes (au dessus de 200 nm) provoquent la dissociation de l'ozone suivant la réaction :



Les produits de cette réaction redonnent en grande partie de l'ozone suivant le schéma (3) mais, toutefois, une petite fraction de l'oxygène atomique intervient pour détruire l'ozone :



Ainsi, au dessous de 85 km existe, pour chaque altitude, dans la mésosphère et dans la stratosphère, une certaine répartition de l'élément oxygène en O, O₂ et O₃ commandée par les réactions (3), (4) et (5). L'absorption lumineuse se traduit par un maximum de température de l'ordre de 270 K à l'altitude de la stratopause.

Le modèle de répartition verticale de l'ozone déduit des réactions chimiques et photochimiques précédente à bien l'allure des courbes observées (figure 4), toutefois, il ne conduit pas à des résultats quantitatifs conformes à l'expérience, ceci pour deux raisons :

- la quantité d'ozone déduite du modèle unidimensionnel précédent conduit à une valeur nettement plus élevée que celle qui est observée, même si l'on tient compte de l'ozone transporté et détruit dans la troposphère. Il existe donc d'autres mécanismes de destruction de l'ozone dans la stratosphère,
- l'ozone est produit par le rayonnement solaire, les modèles photochimiques prédisent donc une quantité d'ozone plus importante dans les régions équatoriales que dans les régions polaires. Or les mesures montrent le contraire. Les phénomènes chimiques ne sont donc pas les seuls à intervenir, il faut par conséquent tenir compte des phénomènes dynamiques qui entraînent l'ozone vers les pôles. L'ozone se concentre dans la stratosphère la plus basse (celle d'hiver) d'où il disparaît peu à peu.

Bilan thermique et circulation – effet de serre

Le rayonnement solaire constitue la source primaire d'énergie pour la terre. Ce rayonnement est atténué de moitié par son passage à travers l'atmosphère, il parvient au niveau du sol où il est partiellement absorbé. A leur tour, le sol et la basse atmosphère émettent un rayonnement vers l'espace. Ce rayonnement sera alors absorbé par les gaz de l'atmosphère (figure 2), puis réémis partiellement vers le sol produisant ainsi un « effet de serre » qui provoque, par rapport à une atmosphère inactive, un échauffement terrestre d'une trentaine de degrés. Les gaz responsable de cet effet de serre sont appelés Gaz Radiativement Actifs (RAG) et sont : la vapeur d'eau, le gaz carbonique et l'ozone (réchauffement de 30°), le méthane, le protoxyde d'azote, les fréons, ... (réchauffement de 3°). Ces composés peuvent être d'origine anthropique ou avoir une concentration dans l'atmosphère qui peut être modifiée par l'activité humaine.

L'homme a commencé à modifier la concentration de certains RAG, comme par exemple le gaz carbonique pour lequel les mesures ont montré une constante augmentation depuis plusieurs décades. Pour une augmentation du gaz carbonique d'un facteur 2, la température moyenne augmenterait de 2°, et pour l'ensemble des autres gaz a effet de serre, les effets seraient du même ordre de grandeur.

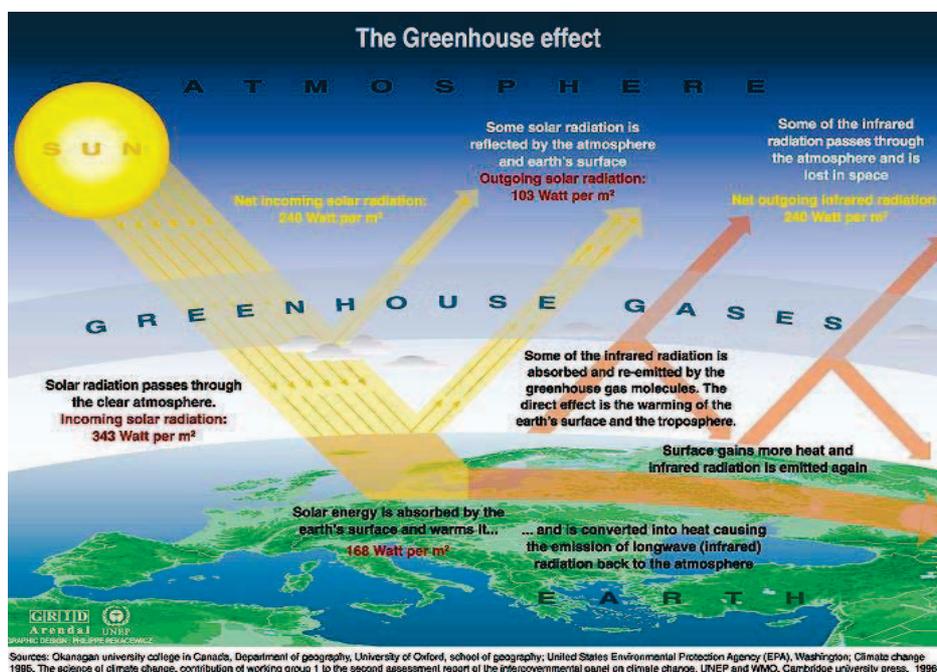


Figure 2 : Effet de serre

Circulation atmosphérique

Pour que la température moyenne de la planète reste constante, le bilan global de l'énergie doit être nul, autrement dit, le rayonnement solaire reçu doit être égal à la somme du rayonnement solaire réfléchi vers l'espace et du rayonnement de l'ensemble terre + atmosphère. En fait, il existe, dans un sens ou dans l'autre, des variations spatiales et temporelles du bilan radiatif : elles constituent le moteur de la circulation atmosphérique et océanique.

Pour les basses latitudes, le système terre - atmosphère présente un bilan thermique positif, c'est-à-dire que les gains par absorption sont supérieurs aux pertes par émission, alors que c'est le contraire pour les hautes latitudes.

Il est donc nécessaire qu'un transport de chaleur s'effectue des régions intertropicales vers les régions polaires. Ce transport de chaleur est effectué à 90% par l'atmosphère, et le reste par les océans, il est à l'origine de la circulation méridienne.

Aux moyennes latitudes, ce transport s'effectue essentiellement par la cellule tropicale (Hadley) tandis qu'aux moyennes et hautes latitudes, le transport s'effectue au

niveau du front polaire (jets de courants) car la composante moyenne dans le plan méridien est faible, les cellules tempérées et polaires ne jouent donc qu'un rôle secondaire dans la circulation générale.

Si l'atmosphère de la terre ne recevait pas de rayonnement solaire, les frottements entraîneraient l'atmosphère à la même vitesse de rotation que celle de la terre, de telle sorte que l'atmosphère serait fixe par rapport à celle-ci. En présence du rayonnement solaire, il y a création d'une circulation méridienne qui va induire une circulation zonale (est – ouest). En effet, le moment cinétique d'une particule étant constant, si elle s'approche de l'équateur, sa distance par rapport à l'axe de rotation de la terre augmente et par conséquent sa vitesse de rotation devient inférieure à celle de la terre, et inversement aux hautes latitudes. Donc, dans les régions intertropicales, les vents de la haute troposphère vont de l'est vers l'ouest, et dans les régions de hautes latitudes ils vont de l'ouest vers l'est.

Ce schéma de circulation est toutefois quelque peu modifié par le cycle des saisons. En effet la circulation méridienne se fait principalement des régions les plus ensoleillées vers les régions les moins ensoleillées, c'est-à-dire des régions intertropicales vers le pôle d'hiver (où il y a absence totale de rayonnement).

Dans la stratosphère de l'hémisphère nord, pendant l'hiver, les vents soufflent de l'ouest vers l'est, donc dans la même direction que les vents de la haute troposphère (pour une latitude supérieure à 15°), tandis que l'été, ils soufflent de l'est vers l'ouest, donc en sens inverse des vents de la haute troposphère. La différence entre les sens du vent dans la troposphère et dans la stratosphère fait que pour l'hémisphère d'été, les transports verticaux de constituants peuvent devenir importants. Cet effet d'échange de masses d'air s'ajoute à celui provoqué par les jets de courants. La valeur élevée de la composante zonale dans la vitesse du vent peut permettre à des masses d'air de faire le tour du globe en quelques jours ou quelques semaines.

Conséquences de la circulation sur la distribution méridienne de l'ozone

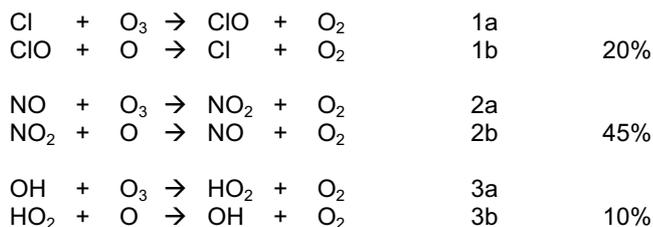
L'ozone est essentiellement fabriqué dans les régions équatoriales avec un maximum de production situé à une latitude correspondant aux régions où le soleil passe au zénith. Il est ensuite transporté principalement vers le pôle le plus froid (pôle d'hiver), de telle sorte que pour l'hémisphère nord, ce transport s'effectue entre l'équinoxe d'automne et celui du printemps ; La courbe de variation annuelle de la quantité d'ozone dans l'hémisphère nord présentera donc un maximum en mars et un minimum en septembre.

Destruction de l'ozone

1% de l'ozone créé dans la stratosphère disparaît par transport dans la troposphère et 99% est détruit par des réactions chimiques conduisant à la formation d'oxygène moléculaire.

Il existe deux processus :
 $O + O_3 \rightarrow 2O_2$ type (I)
 $O_3 + O_3 \rightarrow 3O_2$ type (II)

Type (I)



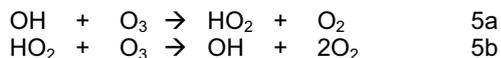
Chemin direct : $O_3 + O \rightarrow 2O_2$ 20%

95%

Ces processus sont limités par la disponibilité des atomes d'oxygène et par conséquent existent essentiellement au dessus de 20 km.

Les réactions de type b limitent les cycles catalytiques 1, 2 et 3.

Type (II)



La chimie de la stratosphère est complexe et on ne peut pas exclure d'autres réactions impliquant des oxydes d'azote, du chlore et des composés produits par l'oxydation d'hydrocarbures comme le méthane.

Considérations sur l'éventuelle pollution atmosphérique

Un des premiers problèmes relatifs à une éventuelle pollution de l'atmosphère concernait les effets provoqués par une flotte d'avions supersoniques qui, de part l'altitude de vol situé au voisinage de la couche d'ozone (basse stratosphère), viendrait perturber l'équilibre physico-chimique de l'atmosphère. On craignait à l'époque, que la vapeur d'eau injectée par les réacteurs entre dans un cycle catalytique de réactions chimiques qui conduirait à une réduction de l'ozone atmosphérique. On envisageait également la formation de nuages à haute altitude ayant pour conséquence une perturbation de la climatologie terrestre.

Plusieurs commissions ont été formées aux Etats Unis et en Europe. En France, c'est le COVOS (comité d'étude sur les Conséquences des Vol Stratosphériques) qui a été chargé d'étudier le problème posé par les vols supersoniques à grande échelle.

Par la suite, deux nouveaux problèmes ont été soulevés : l'émission du monoxyde d'azote provoqué par la combustion à haute température (cycle catalytique 2a-2b), ainsi que l'injection d'aérosols produits par l'oxydation du soufre contenu dans les carburants, ces aérosols pouvant modifier le bilan thermique stratosphérique et ainsi agir sur la climatologie terrestre.

En 1974, un groupe de chercheurs américains a soulevé le problème posé par la photodissociation des fréons largement utilisés pour la réfrigération et la propulsion des aérosols. En effet, ces composés s'élèvent très lentement dans l'atmosphère en raison de leur forte stabilité, et parviennent dans la stratosphère où ils sont photodissociés par le rayonnement solaire, ils libèrent alors des atomes de chlore. Dès qu'un atome de chlore est produit, il réagit avec la molécule ozone et entre ainsi dans le cycle catalytique (1a-1b) où le chlore se comporte en catalyseur dans la réduction des formes impaires de l'oxygène.

En mai 1985, un coup de théâtre intervient dans la communauté scientifique internationale à la suite d'un article, publié dans la revue Nature, par trois chercheurs du British Antarctic Survey et qui indique que des mesures effectuées au mois d'octobre (c'est à dire au début du printemps austral) à la station de Halley Bay, située dans l'antarctique, montrent que la quantité totale d'ozone diminue de façon régulière depuis une dizaine d'années (40% de baisse en 8 ans). Ces mesures ont été confirmées par le système TOMS (Total Ozone Mapping System) à bord du satellite NIMBUS 7 (figure 3).

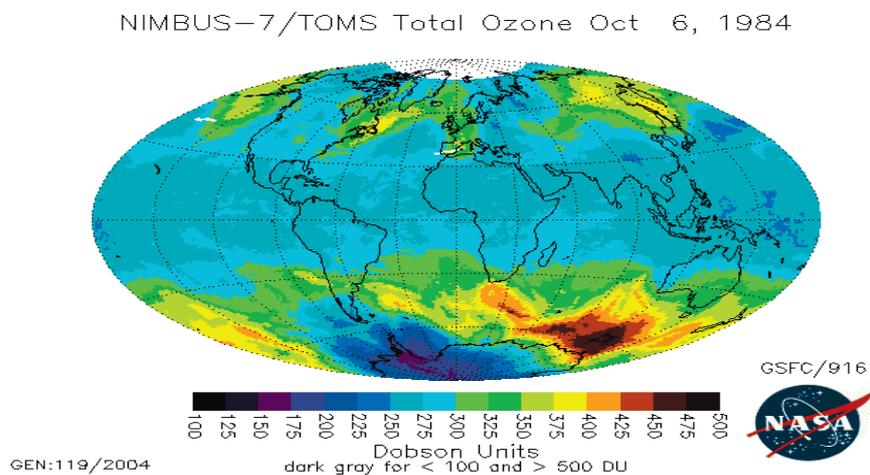


Figure 3 : Mesures de l'ozone atmosphérique par le système TOMS Nimbus 7)

2 - Détection du Formaldéhyde dans l'atmosphère

Résumé : Ce chapitre est consacré à la détection d'un composé atmosphérique minoritaire: le Formaldéhyde. Ces travaux ont été réalisés au laboratoire de physique moléculaire et atmosphérique de l'université de Reims.

La détection de cette molécule constitue une première mondiale.

Introduction

Le Formaldéhyde est un composé intermédiaire des réactions chimiques et photochimiques des constituants minoritaires de la stratosphère [NIC73]. Les modèles physico-chimiques mis au point pour comprendre le cycle de l'ozone montrent l'existence dans la stratosphère de la molécule H_2CO à l'état gazeux. Cette molécule n'avait été observée qu'au niveau du sol [DHA32, LOD66, SHE69, CAL72]. Il convient toutefois de remarquer qu'Akerman et Muller [ACK73] ont enregistré, avec un spectromètre embarqué en ballon (à 30 km d'altitude) le spectre atmosphérique pour un angle zénithal supérieur à 90° . Ils ont observé dans l'intervalle $2700-2815\text{ cm}^{-1}$ une absorption non résolue qu'ils ont attribué au Formaldéhyde. Ils ont fixé la limite supérieure du rapport volumique de H_2CO à 10^{-8} .

Nos mesures ont été les premières qui mettent en évidence le Formaldéhyde atmosphérique, ce sont également les premières mesures quantitatives de son absorption infrarouge dans l'atmosphère.

Spectres de laboratoire

Dans le but de connaître avec précision les positions des raies de H_2CO , nous avons enregistré un spectre en laboratoire en utilisant une lampe à bâtonnet de carbone traversé par un courant de 100 ampères, et une cuve munie de fenêtres en fluorine remplie de H_2CO sous 1 torr. L'enregistrement utilisait le 7^{ème} ordre des réseaux, des raies de CO enregistrées dans le 5^{ème} ordre ont été utilisées comme standard pour déterminer les positions des raies de H_2CO . Les interpolations ont été effectuées en utilisant les franges d'interférence obtenues par un laser He-Ne et un interféromètre de Michelson dont le miroir mobile était lié à l'entraînement des réseaux. Les intensités absolues des raies et l'élargissement par l'air ont été déterminés. Les positions et les intensités observées confirment les valeurs obtenues par Pine [PIN78].

Spectres atmosphériques

Les spectres ont été enregistrés en novembre et décembre 1978 (Figures 4 et 5), le ciel était clair et la température entre 0 et 10°C . Différentes régions spectrales ont été explorées en vue de confirmer les premières observations et de tenter d'obtenir des informations sur le profil. Les absorptions du Formaldéhyde sont très faibles, nous avons donc dû travailler avec des grandes masses d'air et dilater l'échelle des transmissions afin d'amplifier les absorptions.

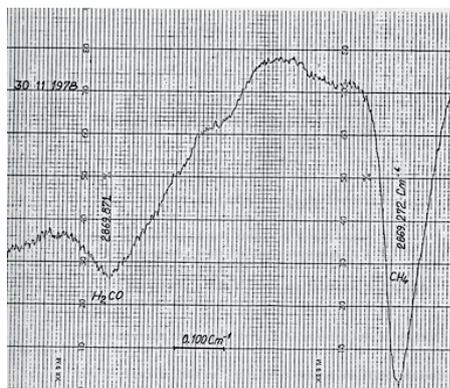


Figure 4 : Spectre enregistré le 30/11/78
Pour un angle zénithal de 89,38°

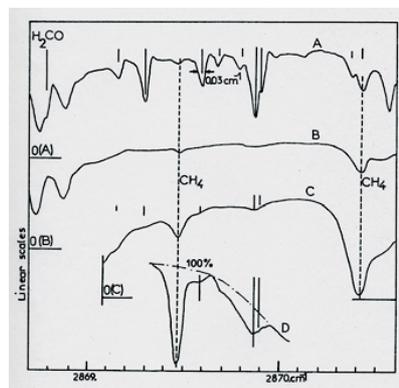


Figure 5 : A : atmosphère + H₂CO
B : z=76,1° C : z=87,8° D : z=89,4°

Nous avons également enregistré le spectre solaire en interposant sur le trajet optique une cuve remplie de H₂CO.

Dans la région de 2869 cm⁻¹ nous avons observé une légère absorption caractéristique de H₂CO. Nous avons confirmé cette observation les jours suivants, la démarche est la suivante :

Nous enregistrons le spectre atmosphérique avec une faible masse d'air (spectre A) et en interposant sur le trajet optique une cuve de 30 cm contenant 1 torr de H₂CO. Les traits verticaux représentent les positions et intensités des raies de H₂CO selon les travaux en laboratoire de Pine (1978).

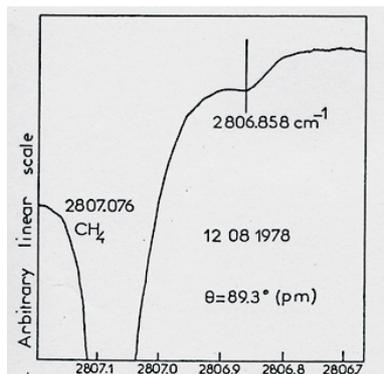


Figure 6 : Raie de H₂CO (z=89,3°)

Nous avons confirmé ces absorptions par l'observation d'autres raies isolées dans la région de 2807 cm⁻¹ (Figure 6).

Quantité intégrée

Nous avons finalement observé six raies d'absorption du Formaldéhyde correspondant à la fois à des raies intenses et à des régions non contaminées par d'autres absorptions.

En fait deux raies seulement ont été utilisées pour des mesures, il s'agit des raies suivantes : 2806,858 cm⁻¹ et 2869,871 cm⁻¹

Ensuite nous enregistrons le spectre atmosphérique seul, en choisissant une région de forte transmission (absence de raies d'absorption) qui correspond à une région où les raies du Formaldéhyde sont intenses. Pour une masse d'air peu élevée (spectre B) les raies de H₂CO sont à peine perceptibles, lorsque l'angle zénithal approche 90° (88° pour le spectre C) les raies de H₂CO sont nettement visibles. Enfin sur le spectre D nous avons dilaté l'échelle des transmissions, le doublet de H₂CO (2869,871 et 2869,701 cm⁻¹) est très visible. La chute de la ligne de base est due au coucher du soleil.

La quantité intégrée, pour l'angle zénithal correspondant à l'heure de la mesure, a été déterminée par les mesures d'intensités effectuées sur les spectres atmosphériques et les forces de raies obtenues en laboratoire. Les masses d'air ont été calculées en tenant compte de l'angle d'observation réel et de la réfraction de l'air. Nous avons obtenu une quantité intégrée d'environ 5 x 10¹⁵ molécules par cm²

Profil de concentration

L'élargissement des raies, 2806,858 et 2869,871 cm⁻¹, mesuré en laboratoire est d'environ 0,200 cm⁻¹ par atmosphère. Cette valeur, beaucoup plus grande que la résolution spectrale permet une évaluation du profil du Formaldéhyde. Pour la contribution troposphérique, nous avons utilisé le profil présenté par Ehhalt au "Winter course in atmospheric chemistry" (Los Angeles, 1979).

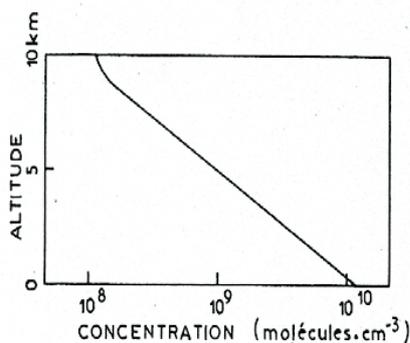


Figure 7 : Profil troposphérique initial de H₂CO

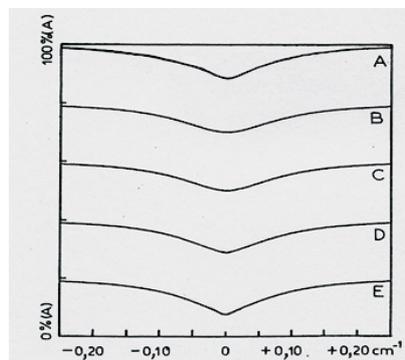


Figure 8 : A : raie observée - B à D : raie calculée avec différents profils

Ce profil nous permet de calculer un spectre synthétique. Pour ce calcul la troposphère a été divisée en 5 couches de 2 km. La température et la pression ont été prises dans le U.S. Standard atmosphere 1976, le profil troposphérique est donné sur la figure 7. La forme de raie a été calculée à l'aide du profil de Voigt. L'angle d'élévation réel et la réfraction ont été pris en compte dans le calcul des trajets optiques.

Nous pouvons remarquer que le spectre synthétique calculé avec la seule contribution troposphérique (Figure 8B) ne correspond pas au spectre observé (Figure 8A). Dans le spectre observé le 100 % de transmission a été ramené à une valeur constante. Nous supposons alors que la contribution stratosphérique de H_2CO n'est pas négligeable et nous prenons un profil stratosphérique présentant un maximum de 2×10^8 molécules par cm^2 .

Avec la même méthode de calcul du spectre synthétique, et en prenant 5 couches de 5 km pour la stratosphère, nous obtenons le spectre de la figure 8C. La contribution stratosphérique a manifestement été sous estimée. Nous avons alors calculé deux autres spectres en multipliant la composante stratosphérique par des facteurs 5 et 10 (Fig. 8D et 8E) en conservant toujours la même composante troposphérique.

La comparaison des spectres observés et calculés montre clairement que le profil de concentration est à peu près celui de la figure 8D. L'incertitude sur l'estimation du rapport troposphère-stratosphère est de l'ordre de 30 %.

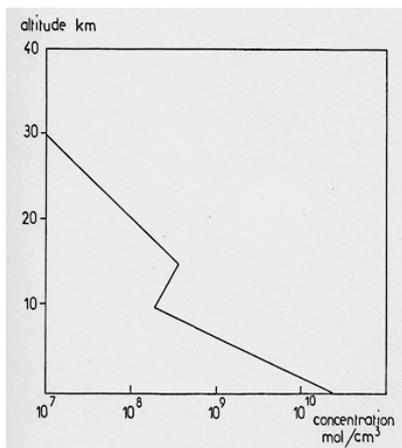


Figure 9 : Profil final pour H_2CO

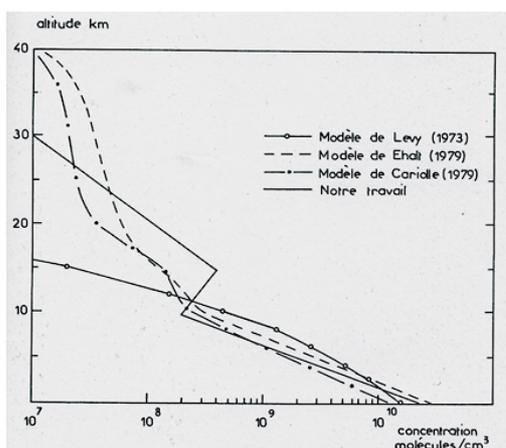


Figure 10 : Comparaison entre nos mesures et différents modèles.

Discussion

Nous avons reporté sur la figure 7 le profil vertical de concentration de H_2CO obtenu par le présent travail, ainsi que trois profils utilisés par différents modélistes.

Nous pouvons remarquer que le profil antérieur à nos mesures (Lévy [LEV73]) ne présente pas de contribution stratosphérique pour H_2CO . Par contre dans les deux modèles postérieurs à nos mesures (Ehalt [EHA79] et Cariolle [CAR79]) les auteurs ont introduit du formaldéhyde dans la stratosphère. On remarquera l'analogie entre notre profil et ceux d'Ehalt et de Cariolle, principalement vers 15 km d'altitude. La forme du

profil que nous avons supposé pour la stratosphère semble présenter une décroissance trop rapide.

Il apparaît donc souhaitable de pouvoir obtenir plus d'informations sur le profil. Malheureusement la qualité des spectres enregistrés ne permet pas de décomposer l'atmosphère en un nombre de couches plus important. La méthode d'analyse de forme de raie utilisée permet théoriquement d'obtenir plus d'informations sur le profil, pour cela il faudrait pouvoir enregistrer la raie située à $2869,871 \text{ cm}^{-1}$ avec un angle zénithal plus important dans le but d'éloigner la chute du signal due au coucher du soleil. Ces mesures seront rendues possibles par l'installation de notre appareil en altitude (Chirac - Observatoire de Haute Provence).

Ces travaux ont été conduits avec la collaboration de: Alain Barbe, Ahmed Bekaddour, Claude Secroun et Pierre Jouve, ils ont fait l'objet de 3 publications [MAR79], [BAR79], et [MAR80].

3 - Détection, dosage et profils d'hydracides

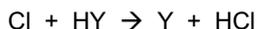
Résumé : Ce chapitre est consacré à la détection d'hydracides. Les profils obtenus pour HCl sont les **premiers profils en continu du sol jusqu'à la haute stratosphère**, ils ont été obtenus à partir du sol. Ces travaux ont été réalisés au laboratoire de physique moléculaire et atmosphérique de l'université de Reims.

A – ACIDE CHLORHYDRIQUE

Introduction

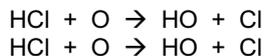
La réduction de l'ozone dans l'atmosphère par le cycle ClO_x a suscité de nombreux travaux [STO74], [WOF75] et [CRU78].

La molécule d'acide chlorhydrique est formée dans la stratosphère par la réaction de radicaux Cl avec des molécules hydrogénées (H₂, HO₂, H₂O₂, CH₄ ou HNO₃) selon le schéma suivant :

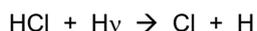


Avec Y = H, O₂, HO₂, CH₃ ou NO₃

L'acide chlorhydrique ainsi formé peut être détruit par l'action de l'oxygène atomique ou de l'hydroxyle OH :



HCl peut également disparaître par photodissociation :



L'étude du bilan des réactions de formation et de destruction montre que même en présence d'éclairement, l'acide chlorhydrique n'atteint pas un état stationnaire et qu'il y a excès de sa production par rapport à sa destruction. HCl ne régénère donc pas tout le chlore atomique qui lui a donné naissance. D'autre part, l'acide chlorhydrique ne s'accumulant pas dans la stratosphère, il faut qu'il soit transporté dans la troposphère où les pluies acides l'éliminent.

HCl est un maillon dans la chaîne de régénération des radicaux Cl et par conséquent, les mesures de sa distribution verticale dans la troposphère et dans la stratosphère vont aider à mieux comprendre les sources et les puits chimiques et physiques de cette molécule à différentes altitudes.

Des mesures de HCl dans la stratosphère ont été effectuées par de nombreux auteurs [ACK76], [FAR76], [WIL76], [EYR77], [LAZ77], [RAP77], cette liste n'est pas exhaustive.

Résultats expérimentaux

Nous avons utilisé un spectromètre infrarouge de type SISAM [BAR74] ayant une résolution de $0,02 \text{ cm}^{-1}$, ce qui permet d'avoir des raies isolées avec un rapport signal sur bruit de l'ordre de 800. Comme la vitesse d'enregistrement permet d'obtenir une raie en moins d'une minute, on peut avoir plusieurs centaines d'enregistrements de la même raie dans une demie journée, dont plus de 120 pour des angles zénithaux compris entre 50° et 90° .

Seules les raies R_1 et P_5 de HCl^{35} (figures 11 et 12) sont des raies bien isolées et ont permis des mesures d'intensité.

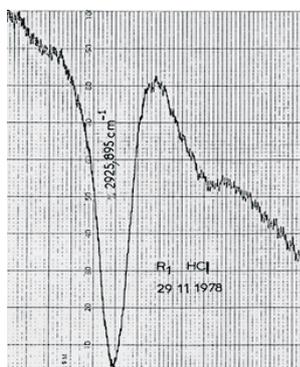


Figure 11 : Raie $R_1 - \text{HCl}^{35}$

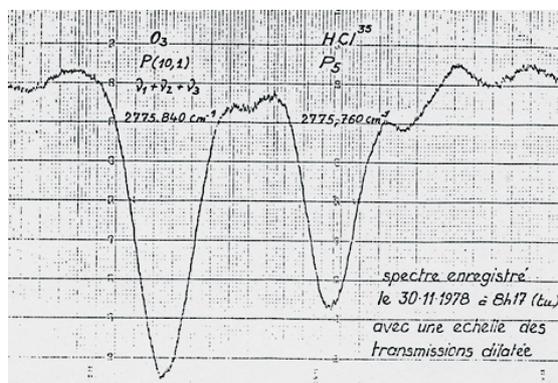


Figure 12 : Raie $P_5 - \text{HCl}^{35}$

Profil vertical

Pour la raie R_1 , on peut obtenir, entre 80° et 90° d'angle zénithal, 70 enregistrements au solstice d'hiver et 90 enregistrements au solstice d'été.

Un grand nombre de mesures permet, après un lissage effectué à l'aide d'une méthode de moindres carrés, d'améliorer la précision sur les intensités relatives jusqu'à environ 1%. Il s'agit d'intensités relatives, car la méthode de calcul ne fait intervenir que les intensités normalisées à une valeur unitaire pour un angle zénithal nul.

Après lissage des intensités expérimentales relatives, on utilise la méthode originale dite de « balayage », afin d'obtenir le profil de concentration en fonction de l'altitude.

La figure 13 montre les profils obtenus pour 4 journées très différentes. Nous avons représenté en pointillé les enveloppes inférieure et supérieure des profils obtenus par les auteurs cités dans l'introduction.

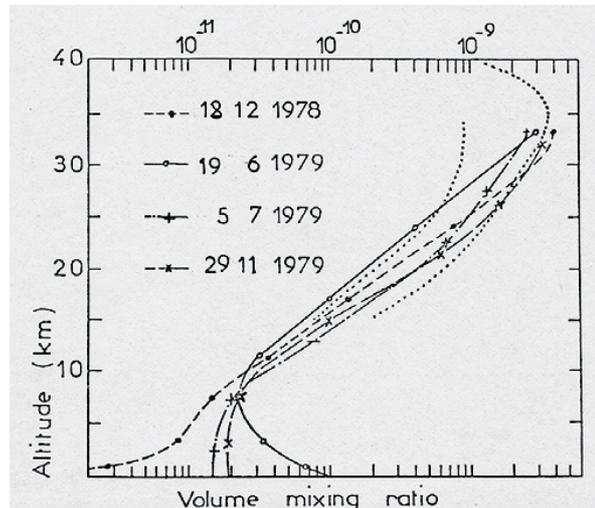


Figure 13 : profils HCl obtenus pour 4 journées très différentes

Discussion

Les résultats présentés dans ce chapitre sont caractérisés par :

- Ce sont les premiers profils en continu du sol jusqu'à une altitude de 30 à 35 km
- Ces profils sont obtenus à partir du sol et ne nécessitent donc pas d'investissement propre à une série de mesure
- Plusieurs profils obtenus en un même lieu par le même appareil sont donnés pour différentes saisons
- Les valeurs obtenues à 20 et à 30 km sont en bon accord avec celles de la littérature.

B – ETUDE SIMULTANEE D'HYDRACIDES

Introduction

Les composés fluorés que l'on peut trouver dans la stratosphère sont nombreux, par contre les seuls détectés à ce jour sont l'acide fluorhydrique (HF) et les fréons 11 et 12 (CFCl₃ et CF₂Cl₂).

L'acide fluorhydrique peut être injectée dans la stratosphère par des éruptions volcaniques, mais la quantité ainsi produite peut certainement être négligée. HF est fort probablement produit en majeure partie par la photodissociation des fréons [ROW75], [STO74], et [CRU78].

Comme de nombreux composés chloro-fluorés d'origine naturelle ou anthropique existent dans la stratosphère, la mesure simultanée de HF et de HCl conduit à une meilleure compréhension de l'effet des halo-carbones d'origine naturelle ou anthropique sur la couche d'ozone. D'autre part, bien que le cycle du fluor soit moins actif que celui du chlore dans la destruction de la couche d'ozone, la connaissance de la quantité de HF est importante, car elle conduit à des informations sur le bilan des composés fluorés stratosphériques.

Enfin le rapport HF/HCl conduit à des informations sur la part des sources naturelles et anthropiques du chlore stratosphérique ainsi que sur les similitudes entre les cycles du chlore et du fluor.

Résultats expérimentaux

Nous avons observé plusieurs raies appartenant aux bandes fondamentales de HF et H^{35}Cl . Pour l'étude simultanée, nous avons utilisé les raies R1 de chaque hydracide (figure 14)

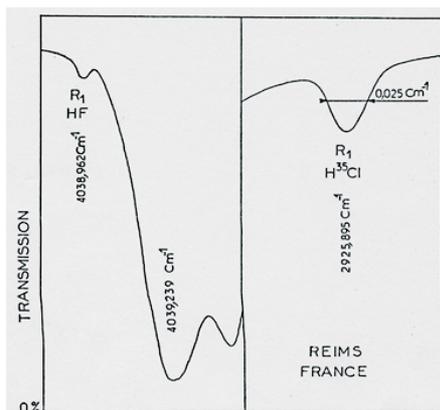


Figure 14 : Raies R1 pour HF et HCl

Densité de colonne et ratios

Nous avons enregistré les deux raies durant la même journée, pour des angles zénithaux les plus faibles possibles. Le temps qui sépare un enregistrement de HCl de celui de HF est d'environ 10 minutes.

	Densité de colonne mol.cm ⁻²		HF/HCl Total	HF/HCl Strato.
	HF	HCl		
23 mars 1979	4,44 10 ¹⁴	2,20 10 ¹⁵	0,202	0,25
7 mai 1979	5,28 10 ¹⁴	2,25 10 ¹⁵	0,235	0,26
8 mai 1979	5,27 10 ¹⁴	2,30 10 ¹⁵	0,229	0,26

Profil de HF

Si, à partir du profil de HCl déterminé à Reims, nous normalisons le profil relatif de HF utilisés dans nos calculs, les valeurs trouvées pour des altitudes de 20, 25 et 30 km sont respectivement $7,5 \cdot 10^{-11}$, $2,2 \cdot 10^{-10}$ et $4,9 \cdot 10^{-10}$ (en rapport volumique)

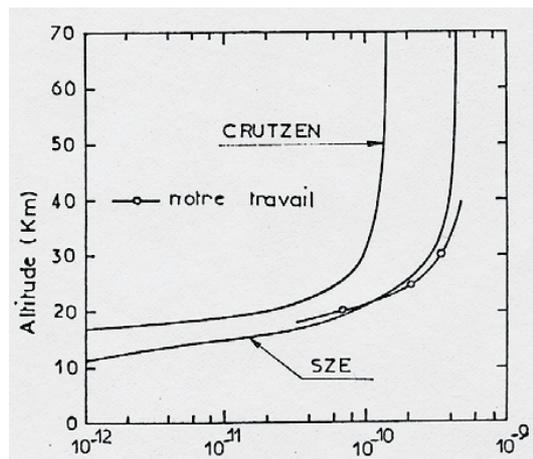


Figure 15 : Profil obtenu Pour HF, comparé à ceux de Crutzen et Sze

Conclusion

Les valeurs que nous avons obtenues pour le profil d'acide fluorhydrique sont nettement supérieures à celles du modèle de Crutzen (CRU78), par contre, elles sont très voisines de celles données par le modèle de Sze (SZE78).

4- Détection, dosage et profil de l'ozone dans l'atmosphère

Résumé : Ce chapitre est consacré à l'étude de l'ozone dans l'atmosphère. Ces travaux ont été réalisés au laboratoire de physique moléculaire et atmosphérique de l'université de Reims, sur deux sites : à la faculté des sciences de Reims, et à l'OHP (Observatoire de Haute Provence).

Ces travaux ont fait l'objet de ma thèse de doctorat d'état (MAR80).

Introduction

La stratosphère est une région de l'atmosphère où l'on trouve une relative stabilité des constituants principaux. Elle est le siège de processus photochimiques importants qui déterminent la pénétration du rayonnement solaire ultraviolet, processus dans lesquels l'ozone occupe une place prépondérante.

Il est donc très important de mesurer avec une très bonne précision la densité de colonne de l'ozone. Les techniques qui permettent de déterminer la quantité totale d'ozone (spectrophotomètres Dobson et M-83, et les instruments utilisés par des satellites : BUV, SBUV, TOMS, IRIS, MFR, HIRS, ...) n'atteignent pas la précision requise (voir par exemple : the stratosphere : present and future, NASA publication 1049 page 285).

Dans ce chapitre, nous présentons le travail entrepris en laboratoire, l'objectif final était de déterminer, avec une précision de 1 à 2 %, la quantité d'ozone atmosphérique par l'analyse d'un groupe de raies d'absorption infrarouge.

Spectres en laboratoire

Pendant plusieurs années, une étude systématique du spectre a été effectuée, tout d'abord à basse résolution pour l'ensemble du spectre infrarouge (BAR74), ensuite à haute résolution à partir de spectres enregistrés avec un spectromètre de type SISAM.

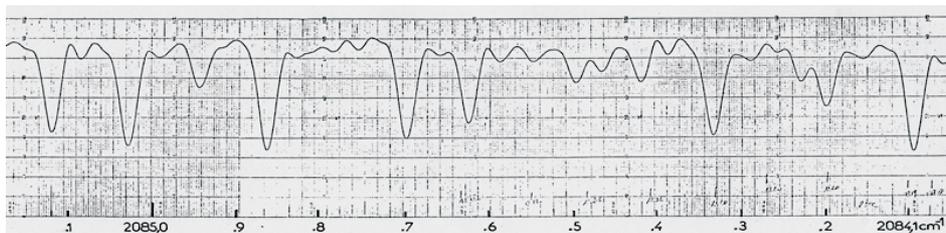


Figure 16 : Spectre de laboratoire enregistré dans la bande $\nu_1 + \nu_3$ de l'ozone

Spectres atmosphériques

En juillet 1977, pour la première fois à Reims, nous avons enregistré un spectre d'absorption atmosphérique dans l'infrarouge (BAR77). Depuis cette date, des spectres ont été enregistrés à chaque fois que les conditions atmosphériques le permettaient. Pour l'ozone, nous nous sommes essentiellement intéressés aux bandes de vibration-rotation $\nu_1 + \nu_3$ (en particulier les raies situées à 2085,0324 et à 2084.6088 cm^{-1}) et $\nu_1 + \nu_2 + \nu_3$.

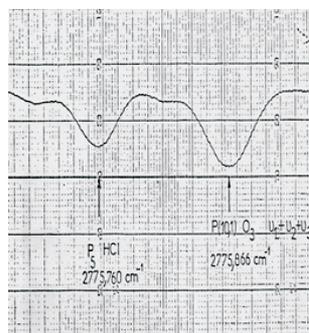
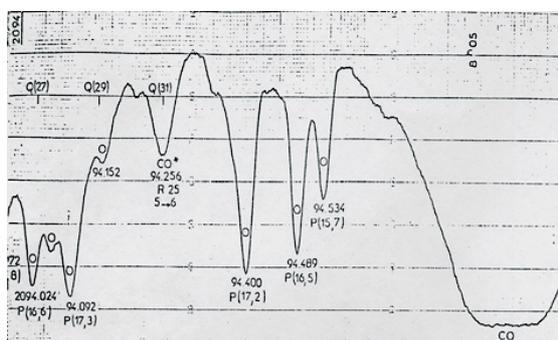


Figure 17 : Spectre atmosphérique de l'ozone

Figure 18 : Raies HCL et O₃

Nous avons également utilisé un spectrophotomètre Dobson (N° 85), cet appareil est celui qui avait été utilisé par Vigroux pour la détermination des coefficients d'extinction moléculaire de l'ozone utilisés pour l'exploitation des résultats de tous les instruments Dobson du réseau WMO (World Meteorological Organisation).

Cet appareil a été transporté en mai 1977 à Bracknell (UK) à l'office météorologique pour changer la partie électronique, procéder à des réglages optiques et faire des mesures comparatives avec l'appareil de Bracknell qui était l'étalon européen. Ensuite, nous avons emmené l'appareil à Arosa (Suisse) en août 1978, pour représenter la France à l'intercomparaison européenne des spectrophotomètres Dobson.

Nous avons déterminé la quantité intégrée d'ozone à Reims d'une façon systématique en septembre et octobre 1978.

Nous avons reporté sur la figure 20 les quantités intégrées d'ozone obtenues par les méthodes infrarouge (SISAM) et ultraviolette (Dobson) pour la journée du 27 septembre 1978, et sur la figure 21, les quantités intégrées obtenues pour l'ensemble du mois de septembre 1978.

La différence obtenue entre ces deux méthodes de mesures a nécessité des campagnes d'intercomparaison entre instruments (conduites en 1981 et 1983).

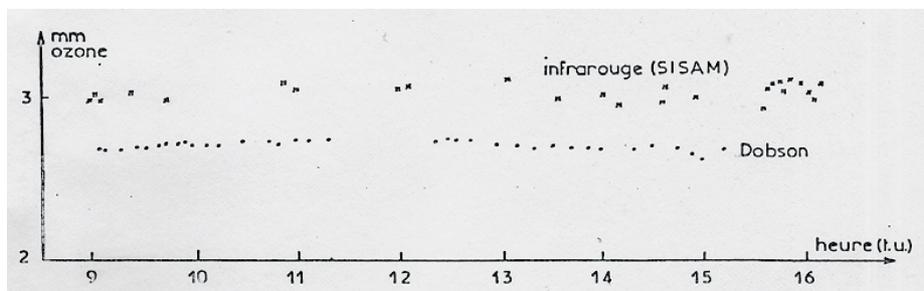


Figure 20 : Comparaison des quantités intégrées d'ozone obtenues par les méthodes infrarouge (SISAM) et ultraviolette (Dobson) pour la journée du 27 septembre 1978.

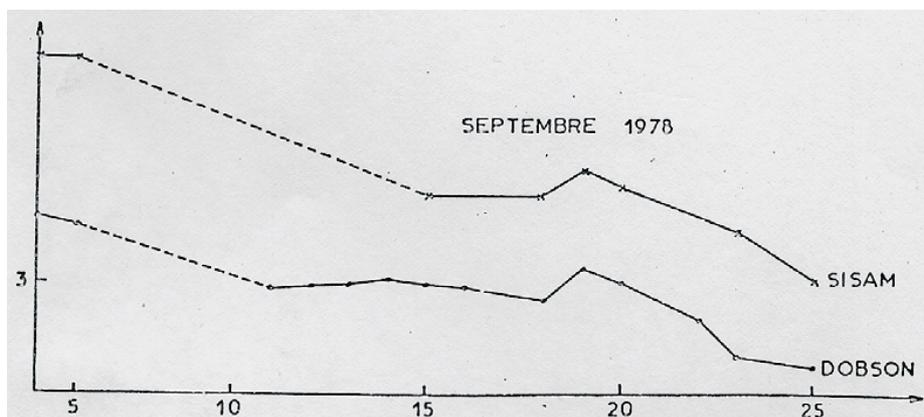


Figure 21 : Comparaison des quantités intégrées d'ozone obtenues par les méthodes infrarouge (SISAM) et ultraviolette (Dobson) pour le mois de septembre 1978.

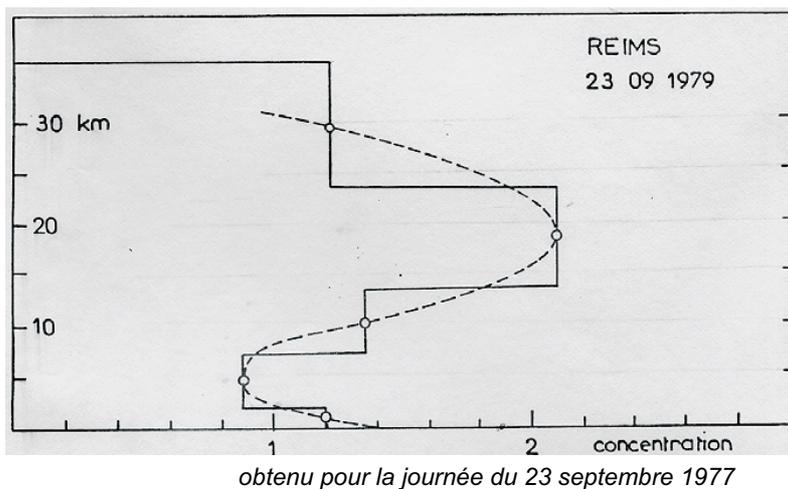
Profil vertical

Dans le but de pouvoir obtenir, avec la même méthode que celle utilisée pour HCl, le profil vertical de concentration de l'ozone dans l'atmosphère, nous avons enregistré la raie de la bande $\nu_1 + \nu_2 + \nu_3$, située à $2775,866 \text{ cm}^{-1}$ (Figure 18).

Cette raie a été choisie car elle est bien isolée, ce qui rend plus aisée la détermination du 100 % de transmission, d'autre part, elle est située près de la raie P_5 de HCl. Nous pensions ainsi pouvoir déterminer au cours de la même journée les profils de l'ozone et de l'acide chlorhydrique. Nous avons ainsi enregistré une série de mesures pour 4 jours différents.

En utilisant un modèle de l'atmosphère divisé en 5 couches homogènes, nous avons pu obtenir le profil vertical de l'ozone pour la journée du 23 septembre 1979 (Figure 22). Ce profil n'a pas été normalisé en raison de l'imprécision de l'époque concernant les intensités absolues des raies enregistrées.

Figure 22 : Profil vertical de concentration de l'ozone



Conclusion

La détermination de la densité de colonne de l'ozone se heurte au problème de la mauvaise connaissance des forces de raies.

Il a donc été décidé d'entreprendre la détermination plus précise des forces de raies pour les bandes de rotation-vibration $\nu_1 + \nu_3$ et $\nu_1 + \nu_2 + \nu_3$.

Nous avons également envisagé de participer aux campagnes d'intercomparaison MAP/GLOBUS de 1981 et 1983.

5 - Etude de la tendance évolutive de l'ozone dans l'atmosphère

Résumé : Ce chapitre est consacré à l'étude de l'ozone, ces travaux ont été réalisés au laboratoire de physique moléculaire et atmosphérique de l'université de Reims, et à l'observatoire de haute provence.

Ces travaux ont fait l'objet de nombreuses publications (voir Chapitre 9).

Introduction

Le problème à résoudre est complexe en raison du fort couplage dans la stratosphère entre les phénomènes chimiques, radiatifs et dynamiques. Ceci parce que l'ozone est un fort absorbant du rayonnement solaire, il influence donc la température et par conséquent la circulation dans la stratosphère, qui à leur tour contrôlent la distribution de l'ozone atmosphérique et des composés qui réagissent avec lui.

Mais comme l'atmosphère n'est pas reproductible en laboratoire, seuls les modèles théoriques sont capables de décrire le comportement actuel et futur de l'atmosphère.

Durant les années 80, les prévisions concernant l'ozone étaient les suivantes :

Si l'on considère séparément les effets produits par les seuls CFC (réfrigération, climatisation, isolation, solvants, propulseurs, expansion de mousses et produits d'extinction), et si le rythme de production des CFC était maintenu constant, il y aurait une diminution globale de l'ozone de 5 à 9 %, avec des effets différents suivant la latitude :

Régions tropicales :	4 %
Régions tempérées :	9 %
Régions polaires :	14 %

Cette réduction serait plus importante à une altitude de 40 km (40 %).

Comme nous l'avons montré, il est obligatoire de tenir compte de toutes les modifications apportées par l'activité humaine :

Oxydes de carbone et de méthane	→	augmentation de l'ozone
CFC, protoxyde d'azote et avions	→	diminution de l'ozone

Hypothèses

CFC	: croissance de 0 à 1,5 % par an
CO ₂	: croissance de 0,5 % par an
CH ₄	: croissance de 1 % par an
N ₂ O	: croissance de 0,25 % par an

Conclusion

Réduction d'ozone inférieure à 3 % en 70 ans

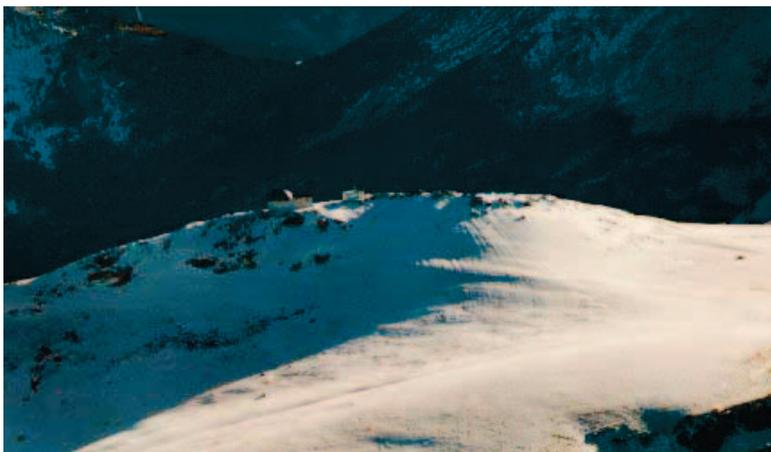
Les publications effectuées entre 1981 et 1985 font état des tendances évolutives suivantes :

Reinsel (REI81) :	+ 0,28 % par an entre 1970 et 1978
Saint John (STJ82) :	+ 1,50 % par an entre 1970 et 1979
Bloomfield (BLO83) :	+ 0,10 % par an entre 1970 et 1978
Reinsel (REI85) :	- 0,02 % par an entre 1970 et 1983

L'inclusion des mesures postérieures à 1978 donne une tendance légèrement négative (- 2 % en 100 ans) qui s'explique par la mesure d'un minimum d'ozone observé durant l'été 82-83. Ce « trou » d'ozone doit probablement être relié à 2 causes :

- l'éruption du volcan El Chichon, au Mexique en avril 1982, qui a injecté d'énormes quantités de « matériaux » dans l'atmosphère.
- La perturbation atmosphérique El Nino de 82-83 qui a été accompagnée par de grands changements dans la circulation à grande échelle dans l'atmosphère.

Station Dobson de l'observatoire de Haute Provence



Mont Chiran – Observatoire de Haute Provence

Sous ma responsabilité, le Laboratoire de Spectrométrie Moléculaire et Atmosphérique de l'université de Reims (laboratoire associé au CNRS) a installé des instruments à l'Observatoire de Haute Provence (OHP) dans le courant de l'année 1981 :

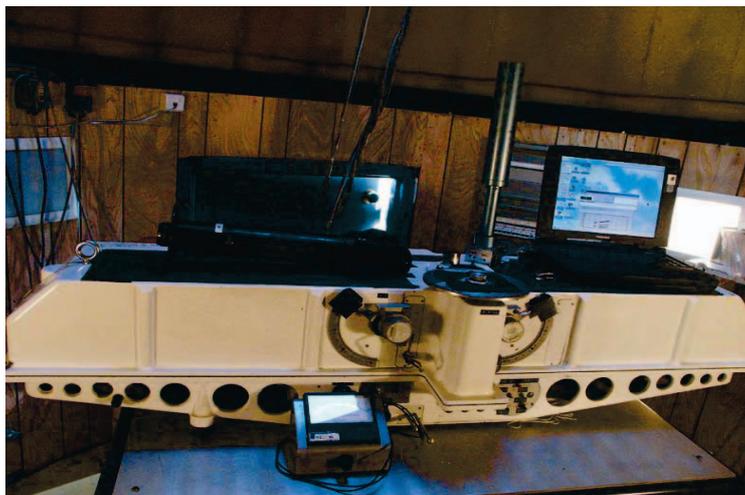
- un spectromètre infrarouge de type SISAM
- un spectrophotomètre ultraviolet de type Dobson

Ces instruments ont participé à trois grandes campagnes internationales :

- La campagne d'intercomparaison d'ozone en juin 1981, avec GAP (France) pour site principal (lâchés de ballons stratosphériques) et de nombreux sites secondaires, où l'OHP a pris une place prépondérante en raison des nombreuses mesures qui y ont été effectuées. Cette campagne a conduit à de nombreuses publications dans la revue *Planetary Space Science*.
- La campagne « ozone » de septembre 1983, dans le cadre du programme MAP/GLOBUS (Middle Atmosphere Program / GLOBal Budget of the Stratosphere)
- La campagne NOx de septembre 1985 dans le cadre également du programme MAP/GLOBUS.

Pour ces deux dernières campagnes, le site de lâcher de ballons stratosphériques était Aire sur Adour (France).

L'OMM (Organisation Mondiale Météorologique), la NOAA (National Oceanographic and Aeronautic Administration), le CMA (Chemical Manufacturer Association) et l'EPA (Environmental Protection Agency) ont décidé de créer un réseau de sept stations de surveillance de l'ozone utilisant des instruments Dobson (Automated Dobson Network).



Spectrophotomètre Dobson N° 85

Notre spectrophotomètre Dobson (N° 85) a été automatisé en juillet 1983 à Boulder, je l'ai ensuite installé à l'OHP en août 1983, et depuis le 3 septembre 1983, il effectue des mesures de type « UMKEHR » au lever et au coucher du soleil (quand les conditions météorologiques le permettent) afin de déterminer le profil vertical de

concentration de l'ozone en fonction de l'altitude. Ces mesures doivent s'effectuer pour des angles zénithaux allant de 80 à 90° et pour les paires de longueurs d'onde A-A', C-C', et D-D'.

Des mesures complémentaires doivent ensuite être effectuées en visant le soleil au voisinage du midi local afin d'obtenir la quantité totale d'ozone intégrée entre l'observateur et la haute atmosphère (en vue de la normalisation du profil).



Observatoire de Haute Provence – Saint Michel l'Observatoire

Nous avons entrepris l'étude de la tendance évolutive de l'ozone à partir des résultats obtenus par le réseau des instruments Dobson automatisés. Cette étude a bien sûr porté sur l'évolution de la quantité totale d'ozone, mais compte tenu, d'une part de l'importante anti-corrélation existant entre l'ozone total et l'altitude de la tropopause, et d'autre part de la prépondérance de la haute stratosphère dans les problèmes liés au cycle du chlore, notre attention s'est essentiellement portée sur la tranche atmosphérique allant de 25 à 45 km.

La méthode d'analyse peut se résumer ainsi :

- calcul des moyennes journalières de l'ozone total et de son profil (dans le cas où deux profils sont obtenus)
- calcul des moyennes mensuelles de l'ozone total et de son profil

- traçage, à partir du premier mois de mesure (septembre 1983 pour l'OHP), de la variation de la quantité totale d'ozone
- extractions des variations annuelles et semi annuelles liées aux cycles saisonniers
- étude de la corrélation de la quantité d'ozone avec l'activité solaire
- étude de l'influence des aérosols sur les profils d'ozone

Résultats

Le tableau ci-dessous indique la tendance évolutive calculée pour chaque station du réseau ADN (en % par année). Ces résultats étaient « préliminaires » et n'étaient pas donnés pour toutes les stations, en effet, le nombre nb de la dernière colonne correspond au nombre de mois écoulés depuis le premier mois de mesure, et pour extraire une tendance évolutive corrigée des variations saisonnières, il faut plusieurs années d'observation, c'est pourquoi nous avons pensé que seules les stations ayant au moins trois années de mesures peuvent faire l'objet d'un commentaire significatif.

L'étude sur l'OHP portait sur 48 mois à compter de septembre 1983 et les tendances évolutives dans les couches 6 à 9 vont de + 0,1 % par an à + 1,78 % par an. D'autre part, ***l'ozone total présentait une diminution de 0,35 % par an (entre 10 et 25 km d'altitude) ce qui n'était pas du tout prévu par les modèles !***

Station	25-30 km	30-35 km	35-40 km	O ₃ Total	nb
OHP	+ 0,10	+ 1,61	+ 1,78	- 0,35	48
Boulder	- 0,38	+ 0,56	- 0,07	+ 0,40	41
Mauna Loa	+ 0,82	+ 0,68	+ 0,97	- 0,08	65
Perth	+ 1,15	- 0,78	- 2,55	-	37
Poker Flat	- 1,41	- 0,94	+ 0,51	- 1,43	34
Ensemble	+ 0,17	+ 0,37	+ 0,30	- 0,11	

Tableau des tendances évolutives (en % par an)

L'étude sur la station de Mauna Loa portait sur un nombre de mois qui commençait à être intéressant, mais le problème majeur de ces mesures était de comporter pour la première année une forte contribution liée au passage des aérosols émis par l'éruption d'El Chichon en 1982. C'est pourquoi nous avons, pour notre étude, écarté les mesures des 12 premiers mois afin de supprimer la période perturbée, dans ces conditions, la tendance évolutive de l'ozone est trouvée comme légèrement négative.

La dernière ligne du tableau correspond à la moyenne obtenue sur l'ensemble des stations (en pondérant le résultat obtenu, pour chaque station, par le nombre de mesures).

Il apparaît que dans la zone photochimique 25-40 km, la tendance est positive (+ 0,3 %), alors que la tendance est négative (-1,3 %) pour l'ozone total (cette tendance négative se retrouve dans la tranche d'altitude 10-25 km qui est une région de stockage pour l'ozone).

Antarctique

Le problème du « trou d'ozone » dans l'Antarctique se posait de la façon suivante :

La variation de la quantité totale d'ozone pour une latitude de 80° Nord présente un maximum au solstice de printemps, et un minimum au solstice d'automne. Pour le pôle sud, les saisons sont inversées, le minimum a lieu en mars et le maximum devrait avoir lieu en septembre. Or ce cycle est perturbé par la circulation zonale : en période d'hiver dans les régions polaires, les vents vont plus vite que la terre, ils vont même jusqu'à créer un intense tourbillon (vortex) qui va isoler la région polaire des régions voisines. Ce vortex s'installe vers le mois de juillet (pour le pôle sud), et comme l'Antarctique est une terre entourée d'océans ce vortex est stable contrairement à celui du pôle nord (où les tourbillons sont déstabilisés par les terres montagneuses arctiques).

Par conséquent, l'ozone n'est plus transporté au pôle, et comme il est très oxydant, il diminue de façon constante. Au début du printemps austral, la lumière du soleil commence à réchauffer la région polaire, le vortex est repoussé, puis cassé. Le pôle est alors réalimenté par les régions voisines qui sont riches en ozone. Ce minimum de fin d'hiver est observé depuis longtemps, ce qui est nouveau, c'est que la valeur du minimum a diminué de façon régulière entre 1976 et 1985 (- 50 %).

Voici des explications données par certains chercheurs :

- Evans (Atmospheric Environmental Service – Canada) : le **vortex polaire** est rompu de plus en plus tardivement (3 octobre en 1983, 10 octobre en 1985) en raison du refroidissement de l'atmosphère polaire durant l'hiver, par conséquent, la période de destruction « naturelle » de l'ozone est prolongée.
- Farman (British Antarctic Survey) : augmentation du chlore libéré par la photodissociation des **CFC**, augmentant ainsi la destruction de l'ozone par le cycle catalytique du chlore.
- Callis (NASA) : on observe une augmentation des oxydes d'azote qui est liée à l'**activité solaire** (cycle de 11 ans), Il y a eu, entre 1979 et 1984, une augmentation des oxydes d'azote dans l'atmosphère, notamment dans l'hémisphère sud.
- Cariolle (Etablissement de Recherche et d'Etudes Météorologiques) : l'éruption d'El Chichon en 1982 a relâché d'énormes quantités d'aérosols dans l'atmosphère, ils sont progressivement parvenus au pôle sud. Ces aérosols viennent coiffer la zone du vortex, en s'ajoutant aux cristaux de glace déjà en suspension dans la stratosphère. Cette zone confinée est alors encore plus isolée par rapport aux régions voisines. A cela viendrait s'ajouter des réactions de chimie hétérogène encore mal connues.
- Kohmyr (National Oceanic and Atmospheric Administration) : aérosols + vortex.

- Mc Elroy : (Harvard University) : on a observé une diminution de la température dans l'atmosphère polaire qui favorise le cycle catalytique du chlore, et qui augmente la durée du vortex polaire.

Nous pensons que toutes ces explications sont plausibles, et qu'elles contribuent ensemble à la diminution du minimum d'ozone observé au début du printemps austral en Antarctique. Le problème est que l'on ne sait pas encore quantifier la contribution de chaque phénomène [naturel (cycle solaire, vortex), exceptionnel (éruption volcanique) ou d'origine anthropique (CFC, CO₂, ...)].

Il est donc très important que des mesures soient effectuées afin de connaître l'évolution de l'équilibre atmosphérique. Il est également indispensable de continuer à modéliser l'atmosphère afin de parvenir à reproduire par le calcul les phénomènes qui se sont passés dans l'Antarctique, ce que les modèles de l'époque n'ont pas su reproduire.

Les calculs des tendances évolutives effectuées à partir des mesures du réseau Dobson, montrent que dans la stratosphère, l'ozone a tendance à augmenter, alors que l'ozone total a une tendance négative (diminution entre 10 et 25 km). Ces résultats infirment les prédictions des modèles qui prévoyaient une forte réduction de l'ozone entre 30 et 45 km d'altitude. L'influence du CO₂ serait plus importante que celle prévue par les modèles.

Enfin, nous pensons important de dire que depuis 1990 la valeur du minimum d'ozone total observé dans l'Antarctique au mois d'octobre s'est stabilisée à une valeur d'environ 100 unités Dobson. Les mesures effectuées entre 1998 et 2003 montrent que la rupture du vortex s'est effectuée au moins un mois plus tard qu'en 1985 (au moins trois fois au début du mois de décembre au cours des six dernières années).

Bibliographie

- ACK73 : M. Ackerman et C. Muller, *Pure and Applied Geophysics*, 106-108 (1973) p 1325
ACK76 : M. Ackerman, D. Frimout, A. Girard, M. Gottignies et C. Muller, *Geoph. res. letters*, 3 (1976) p 1325
BAR74 : A. Barbe, Thèse de Doctorat de l'université de Reims (1974)
BAR77 : A. Barbe, C. Secroun, P. Jouve, N. Monnanteuil, J.C. Depannemaeker, B. Duterage, J. Bellet et J. Pinson, *Journal of Molecular Spectroscopy*, 64 (1977) p 343
BAR79 : A. Barbe, P. Marché, C. Secroun et P. Jouve, *Geophysical Research Letters*, 6 (1979) p 463
CAL72 : J.G. Calvert, J. Alistair Kerr, K.L. Demerjian et R.D. Mc Quigg, *Science*, 175 (1972) p 751
CAR79 : D. Cariolle, *Modèle unidimensionnel de chimie de l'ozone*, EERM (1979) p 53
CRU78 : P.J. Crutzen, I. Isaksen et J. Mc Affee, *Journal of Geophysical Research*, 83 (1978) p 345
DHA32 : N.R. Dhar et A. Ram, *Nature*, 266 (1932) p 313
EHA79 : Ehalt
EYR77 : J. Eyre et H. Roscoe, *Nature*, 266 (1977) p 243
FAR76 : C. Farmer, D. Farmer et R. Norton, *Geophysical Research Letters*, 3 (1976) p 1
LAZ77 : A. Lazrus, B. Gandrud, R. Woodward et W. Sedlacek, *J. of Geophysical Research*, 81 (1976) p 1067
LEV73 : H. Lévy, *Journal of Geophysical research*, 78 (1973) p 5325
LOD66 : J.P. Lodge et J.J. Biate, *Science*, 153 (1966) p 408
MAR79 : P. Marché, A. Barbe, A. Bekaddour, C. Secroun et P. Jouve, *CRAS, Paris*, 288 (1979) p 213
MAR80 : P. Marché, Thèse de doctorat d'état, université de Reims, (1980)
NIC73 : M. Nicolet et W. Peetermans, *Pure & Applied Geophysics*, 106-108 (1973) p 1400
PIN78 : A.S. Pine, *Journal of Molecular Spectroscopy*, 70 (1978) p 167
RAP77 : O. Raper, C. Farmer, R. Toth et B. Robbins, *Geophysical Research Letters*, 4 (1977) p 531
REI81 : G.C. Reinsel, *Analysis of total ozone data for the detection of recent trends and the effects of nuclear testing during the 1960's*, *Geophysical Research Letters*, 8 (1981) pp 1227-1230
ROW75 : F. Rowland et M. Molina, *Revue Geophysic and Space Physics*, 13 (1975) p 1
SHE69 : E.C. Shearer, PhD, University of Arkansas (1969)
STO74 : R.S. Stolarski et R.J. Cicerone, *Canadian Journal of Chemistry*, 52 (1974) p 1610
SZE78 : N. Sze, *Geophysical Research Letters*, 5 (1978) p 1610
WIL76 : W. Williams, J. Kostus, A. Goldman et D. Murcray, *Geophysical Research Letters*, 3 (1976) p 383
WOF74 : F.C. Wofsy, M.B. Mc Elroy et N. Dak Sze, *Science*, 187 (1974) p 178
WOF75 : F.C. Wofsy et M.B. Mc Elroy, *Canadian Journal of Chemistry*, 52 (1975) p 1582

6 - Publications dans la revue :



Modern Techniques and Technologies

La revue « Modern Techniques and Technologies » (*Techniques et technologies modernes*) est une revue scientifique du Département Mécanique dans laquelle ont été intégrées des publications de chercheurs français de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges, de l'Institut Universitaire de Technologie à Bourges, et de l'Ecole Centrale de Lyon. La plupart des articles publiés ont fait l'objet d'une présentation lors de séminaires scientifiques franco-polonais et de conférences à Bourges et à Koszalin.

Localisation absolue d'un robot mobile par détection dynamique de balises rétro-réfléchissantes.

Guidage et recalage d'un chariot mobile sur sa trajectoire.

Perception tridimensionnelle par vision artificielle et télémétrie ultrasonore en préparation automatique de commandes.

Reconnaissance de potentiels tardifs par l'association d'un réseau de neurones et de la transformée de Wigner-Ville.

Télémétrie optique par analyse de Fourier.

Reconstruction de forme gauche par télémétrie laser - Application à l'imagerie médicale.

Commande temps-réel d'un robot dédié à la télé-échographie.

Détermination des critères géométriques d'un robot bidirectionnel.

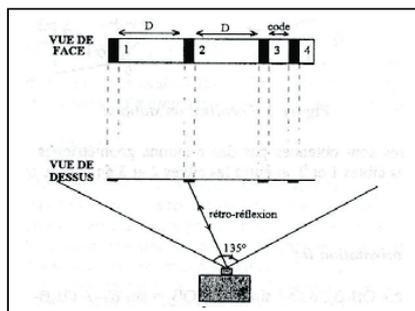
Expérimentation et réglage d'une chaîne de traitement d'images rapide pour la détection d'obstacles routiers.

Localisation absolue d'un robot mobile par détection dynamique de balises rétro-réfléchissantes

Yves Lucas, Alain Gourdon, Gérard Poisson et Pierre Marché

Résumé : Pour le guidage des robots mobiles utilisés dans les tâches de maintenance, le filoguidage est encore très répandu. Pour apporter la flexibilité de trajectoires nécessaire aux changements de production, l'utilisation de balises amovibles rétro-réfléchissantes est une solution adaptée. Un système de balayage laser embarqué permet alors le recalage du robot par simple triangulation. A partir d'un algorithme de localisation statique, nous montrons comment opérer une correction de la trajectoire du robot, puis comment faire l'acquisition dynamique des données de repérage au voisinage d'une balise. Un ensemble de mesures expérimentales, sur les deux robots mobiles de cinématique très différentes mettent en évidence la robustesse de cette technique de localisation en robotique mobile.

Résultats : La correction dynamique de trajectoire, basée sur une adaptation de l'algorithme de mesure statique de localisation, fournit une mesure très proche de celle obtenue à l'arrêt, même en conservant un déplacement à vitesse nominale du robot. Elle évite l'arrêt du robot au passage des balises de recalage, optimisant son temps de cycle. Ceci est d'autant plus souhaitable que les dérives odométriques sont importantes dans les phases de freinage ou d'accélération, où les hypothèses de roulement sans glissement ne sont plus vérifiées. Le marquage de la trajectoire par balises rétro-réfléchissantes peut donc se substituer efficacement au filoguidage. D'autre part, l'utilisation de balises passives autorise un marquage flexible et économique de la trajectoire d'un robot mobile. A courte distance, la mesure angulaire offre aussi une meilleure précision par rapport à la télémétrie et fournit directement le cap du robot. De plus, le codage identifiant chaque balise peut être simplement incorporé par adjonction de bandes réfléchissantes sur la balise. Ceci ouvre la possibilité de tracer simultanément plusieurs parcours, chaque robot disposant de sa propre feuille de route, fournie par la donnée de sa trajectoire en CAO et la liste de ces balises de recalage.



Sur la figure ci-contre on peut voir le système Lasernet, qui, associé avec un dispositif de balises codées permet, par triangulation, d'effectuer une localisation absolue du robot (position et orientation).

Une quatrième bande rétro-réfléchissante a été ajoutée afin d'identifier la balise.

Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalinska
N° 22 – ISSN 1427 – 5155 : pages 143 – 160

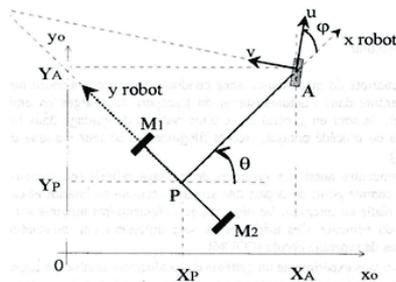
Guidage et recalage d'un chariot mobile sur sa trajectoire

Yves Parmantier, Laurence Crespeau, Gérard Poisson et Pierre Marché

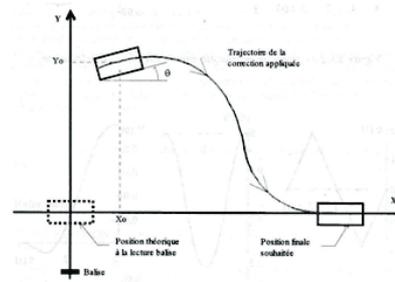
Résumé : Cet article présente une étude qui a permis de rendre autonome un chariot mobile initialement filoguidé dans un environnement connu à priori. La cinématique du robot nous permet de donner les relations qui existent entre les lois de mouvement appliquées aux organes mobiles et les déplacements réalisés. Nous présentons une méthode permettant de générer la loi de consigne à appliquer au robot, à partir de la connaissance du parcours à réaliser ; en utilisant pour cela une interface D.A.O. Nous proposons une technique de correction de la trajectoire suite à des mesures de recalage du robot faites sur des balises passives placées le long du parcours à réaliser.

Résultats : Après avoir développé une méthode de localisation de robots mobiles (voir l'article « Localisation absolue d'un robot mobile ... », page précédente), et l'avoir expérimentée sur un robot de développement (Robuter), nous avons cherché à développer une application industrielle sur le robot mobile CAIMAN (Chariot Autonome Intelligent pour la MANutention) fabriqué par la société BA Systèmes en partenariat avec le Laboratoire Vision et Robotique de Bourges.

Dans cet article, nous montrons, après l'étude de la cinématique du robot, sa réponse à des consignes élémentaires, puis une méthode générant la loi de commande à partir du tracé de la trajectoire. L'interfacage avec un système de D.A.O. rend plus conviviale la création d'un parcours et le traitement des données pour générer la loi de mouvement. Après un repérage absolu devant une balise par une technique de triangulation laser, le robot opère une correction de trajectoire, annulant simultanément les écarts de position et d'orientation. Combinant simplement des signaux en rampe, ce mode de commande est facilement réalisable par les actionneurs du robot.



Cinématique du robot CAIMAN



Correction de la trajectoire

Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalin
N° 22 – ISSN 1427 – 5155 : pages 161 - 170

Perception tridimensionnelle par vision artificielle et télémétrie ultrasonore en préparation automatique de commandes

Gérard Poisson, Pierre Debord et Pierre Marché

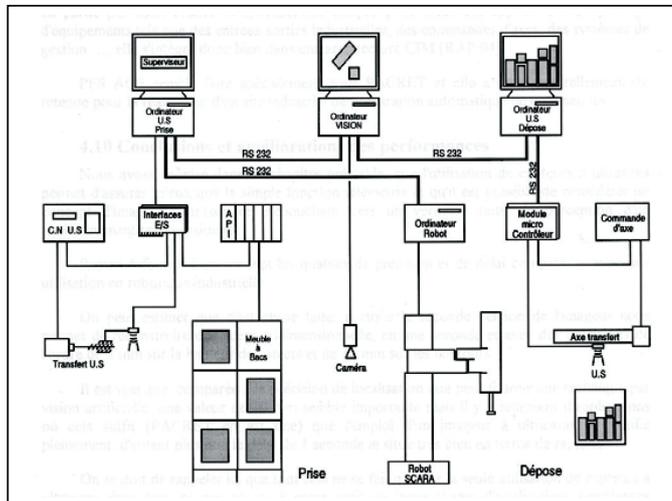
Résumé : La démarche productique entraîne les entreprises à automatiser les différentes étapes de la production. L'automatisation de la préparation de commandes est, jusqu'à présent peu réalisée. Dans notre laboratoire, nous avons réalisé une plate-forme de préparation de commandes comprenant les différents processus de cette fonction.

Résultats :

La plate-forme PACRET est une installation de préparation automatique de commande mise en œuvre dans le laboratoire Vision et Robotique opérationnelle à la fin de l'année 1993, elle comporte :

- Un meuble à bacs permettant l'acheminement des produits.
- Un poste de prise utilisant la vision 3D avec une mesure de profondeur.
- Un poste de dépose, avec une perception utilisant un imageur 3D à ultrasons.

Un cycle complet de prise-dépose dure en moyenne 5 secondes. Ce délai n'est en fait fonction que des capacités cinématiques du robot puisque l'opération de perception au poste de dépose se fait en une seconde, en temps masqué, pendant le déplacement du robot.



Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalin
N° 22 – ISSN 1427 – 5155 : pages 179 - 194

Reconnaissance de potentiels tardifs par l'association d'un réseau de neurones et de la transformée de Wigner-Ville

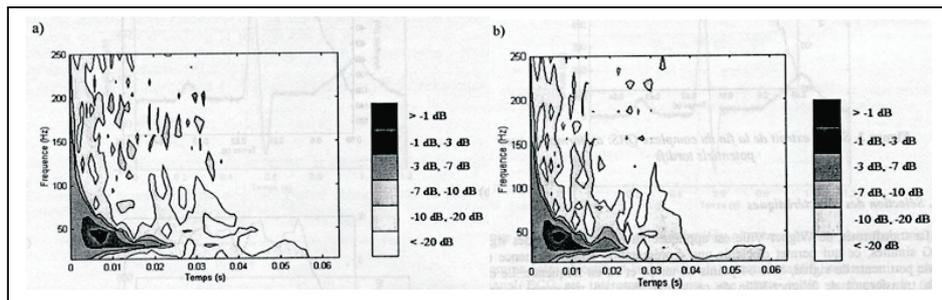
Alain Rakotomamonjy, Bruno Migeon et Pierre Marché

Résumé : Cet article présente une méthode de détection de potentiels tardifs sur les ECG qui combine une représentation temps-fréquence du signal, par la transformée de Wigner-Ville, et un réseau de neurones. Le système comporte une étape de prétraitement permettant l'extraction de 64 ms de signal situé après le point J. La transformée de Wigner-Ville est ensuite appliquée à ce signal aboutissant ainsi à une représentation énergétique sur un plan temps-fréquence. Le vecteur caractéristique, servant d'entrée au réseau de neurones, est obtenu en divisant le plan temps-fréquence en 64 régions et en sommant l'énergie locale de chaque région. Cette méthode a été appliquée sur des ECG simulés et montre un taux de classification correct de 92%.

Résultats

Comme on peut le voir sur les figures ci-dessous, qui représentent des distributions Wigner-Ville en dB. Les transformées sont représentées en niveaux de gris. Les ECG à potentiels tardifs peuvent être classifiés visuellement. En effet, dans la figure b), on remarque l'apparition de pics énergétiques à -20dB se situant entre les instants 0.01s et 0.02s avec des fréquences allant de 100 à 150 Hz qui ne sont pas présents dans la figure a), qui représente un ECG normal.

On remarque aussi que la présence du bruit influe considérablement sur la représentation puisque plusieurs pics apparaissent dans les fréquences proches de celles des potentiels tardifs. L'utilisation d'un réseau de neurones semble donc judicieux de part sa robustesse vis-à-vis du bruit.



Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalin
N° 22 – ISSN 1427 – 5155 : pages 195 - 208

Télémétrie optique par analyse de Fourier

Auteurs : Martial Szpieg, Michel Barbaud, Marcel Tronel et Pierre Marché

Résumé : Un nouveau télémètre optique, est présenté dans cet article. Son principe est basé sur la transformée de Fourier de la réponse d'une caméra linéaire à l'image d'une mire. Après avoir décrit les fondements théoriques et le système d'acquisition, des résultats en situation réel sont décrits, et la précision du système est évaluée (0.2 mm pour des déplacements de l'ordre du millimètre et 1mm pour de plus grands déplacements). Ensuite, grâce à une analyse de Fourier à fenêtre glissante, cette méthode est appliquée à la reconnaissance de profil.

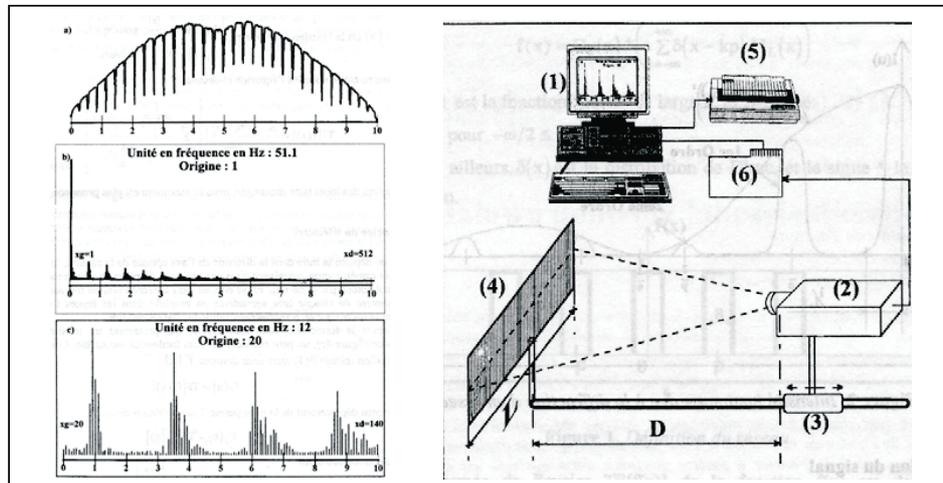
Mots-Clés : Télémètre, Fourier, Caméra linéaire, Mire.

Principe du télémètre

Si on déplace la mire dans la direction de l'axe optique de la caméra, la distance D (mire - caméra) varie, entraînant ainsi une variation du pas p du réseau mesuré sur le signal obtenu par la caméra. En se plaçant dans la représentation fréquentielle, le déplacement de chaque lobe secondaire est amplifié dans les hautes fréquences suivant la loi $n(1/p)$, où n représente l'ordre du lobe secondaire.

D'après la forme des lobes secondaires, qui présentent un maximum très prononcé, un petit déplacement sera facilement mesurable.

Nous arrivons à effectuer une mesure avec une précision de 0,2mm lorsque $D=20$ cm pour des éloignements et des rapprochement de 1mm.



Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalin
N° 22 – ISSN 1427 – 5155 : pages 231 - 242

Reconstruction de forme gauche par télémétrie laser Application à l'imagerie médicale

Nathalie Vincent, Gérard Poisson et Pierre Marché

Résumé : L'imagerie laser médicale a fait son apparition au début du siècle avec la découverte des rayons X. Depuis, de nouvelles techniques ont été développées utilisant les dispositifs non invasifs comme la télémétrie ultrasonore. Ces nouveaux procédés ont permis une utilisation plus large de l'imagerie médicale. Lorsqu'un examen ne présente aucun risque pour la santé du patient, le dépistage systématique et le suivi de certaines pathologies peut alors être envisagé.

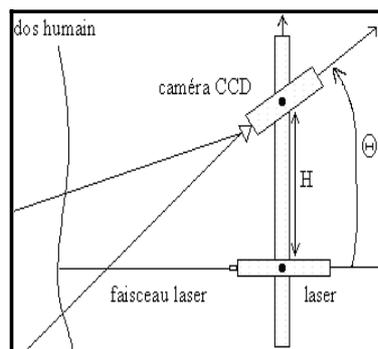
Notre étude s'inscrit dans ce cadre. Nous souhaitons dépister, puis assurer le suivi, d'enfants ou de jeunes adultes atteints de déformations du rachis (colonne vertébrale). Le système envisagé est un dispositif de perception tridimensionnelle. Les différentes caractéristiques de courbure du rachis seront déduites de la mesure des formes du tronc du patient.

Caméra et plan laser

Le prototype SYDESCO (Système de DÉpistage de SCOLioses) utilise le principe de vision tridimensionnelle par triangulation à partir d'un plan laser et d'une caméra. La position du faisceau laser sur l'image prise par la caméra permet de reconstituer la hauteur de tous les points éclairés par le plan laser.

L'ensemble matériel est constitué :

- d'un plan laser mobile en translation,
- d'une caméra CCD matricielle également mobile,
- d'un système de vision EDGE (ITMI)
- d'un micro-ordinateur pour la partie traitement des mesures



Télémétrie laser

Deux télémètres laser sont disposés sur un mécanisme à deux degrés de liberté. C'est la combinaison d'un mouvement de rotation alternative avec un mouvement de translation qui permet de couvrir la scène. Une méthode de triangulation permet de reconstruire l'image de la forme du dos. La précision de l'ordre du millimètre et le temps d'acquisition de 3 secondes sont parfaitement satisfaisants pour l'application envisagée.

Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalin
N° 22 – ISSN 1427 – 5155 : pages 313 - 322

Commande temps-réel d'un robot dédié à la télé-échographie

Alain Gourdon, Gérard Poisson, Philippe Poignet, Pierre Vieyres et Pierre Marché

Résumé : Dans cet article nous présentons une architecture maître-esclave pour une application de télé-échographie. Le médecin expert contrôle un bras maître à partir des images échographiques affichées sur son écran de contrôle; le bras esclave modifie l'orientation de la sonde selon les désirs du spécialiste. La première partie décrit la solution mécanique développée au sein de notre laboratoire. La seconde partie présente le poste maître constitué d'une sonde factice et d'un capteur 3D. Une commande temps-réel a été implantée pour suivre la trajectoire désirée par le médecin expert. La troisième partie décrit cette commande et différents résultats expérimentaux illustrent le bon comportement du mécanisme.

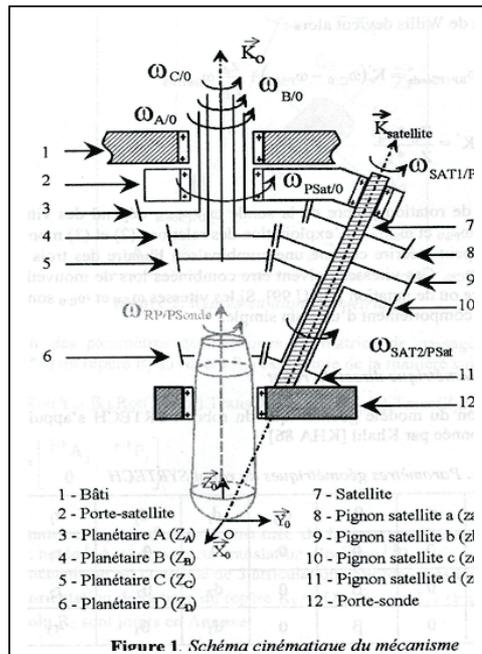
Le système mécanique robotisé de type maître-esclave que nous avons réalisé est actuellement capable de reproduire les mouvements de la main d'un praticien lors d'échographies ultrasonores.

Ses caractéristiques (transportabilité, légèreté, respect de l'orientation suivant les angles d'Euler) ont permis de l'utiliser au cours d'une première expérience de télé-échographie.

L'emploi de capteurs 3D a permis de valider notre commande temps-réel et le bon comportement de notre mécanisme.

Les prochaines expérimentations devront confirmer ces résultats dans le cadre d'une utilisation téléopérée via intranet et/ou internet.

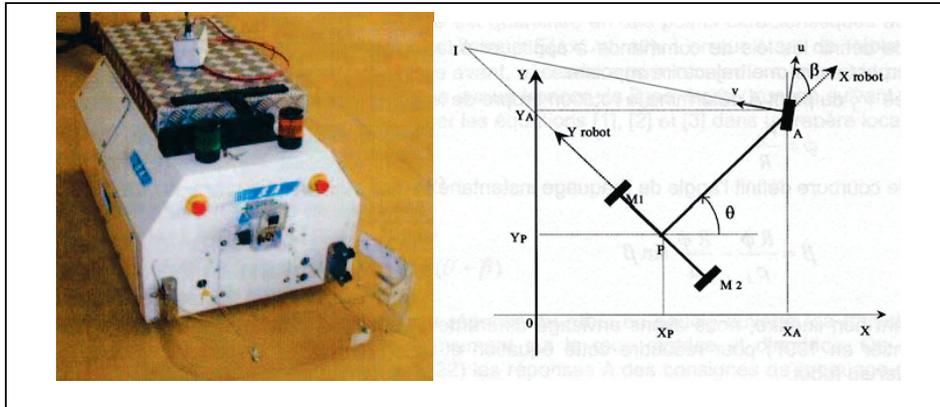
Enfin un second prototype constitué de la même cinématique est en cours de développement. Cette commande pourra être de nouveau utilisée afin d'évaluer sa précision.



Détermination des critères géométriques d'un robot bidirectionnel

Yves Parmantier, Gérard Poisson, Cyril Novales et Pierre Marché

Résumé : Dans le domaine de la robotique mobile, la phase du virage est une manœuvre relativement délicate à effectuer; de sa bonne réussite dépend la suite de la mission que doit réaliser le chariot. C'est lors de la conception d'un véhicule que l'on définit son degré d'autonomie. La cinématique prend alors une place prépondérante. Ce papier se place en amont, au niveau étude cinématique de robots tricycles, et a pour objet la définition d'un véhicule dit bidirectionnel (dont les essieux avant et arrière pivotent), et de comparer ses capacités à prendre un virage par rapport à celles d'un même véhicule mais monodirectionnel (seule la roue avant est directrice). Nous exposons, un principe permettant de commander l'essieu arrière par un seul actionneur, mais faisant tourner les deux roues d'un angle différent. Nous présentons une configuration de train arrière directionnel et déterminons les équations qui régissent chacune des deux roues formant ce train. Nous lions ensuite ces équations à celles qui régissent le train avant. Nous proposons une configuration de chacune des biellettes formant le train arrière, la simulation nous permet ensuite de comparer les performances de cette nouvelle configuration avec celles obtenues avec un chariot monodirectionnel de même caractéristiques dimensionnelles.



Robot bidirectionnel

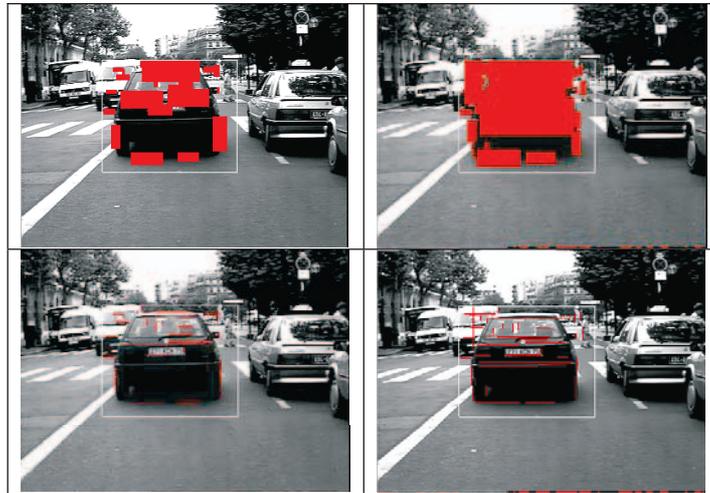
Cinématique du robot

Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalin
N° 29 – ISSN 1640 – 4572 : pages 249 – 262

Expérimentation et réglage d'une chaîne de traitement d'images rapide pour la détection d'obstacles routiers

Antonio Domingues, Yves Lucas, Sylvie Treuillet et Pierre Marché

Résumé : Cet article présente l'architecture matérielle et logicielle d'un système de vision capable de détecter et de localiser des obstacles routiers à l'avant d'un véhicule avec des capteurs embarqués et des circuits ASIC spécialisés dans le traitement d'images bas niveau. Ces travaux s'effectuent en collaboration avec la société MBDA (Matra BAe Dynamics) au sein du projet SPINE (Sécurité Passive INtelligentE) dont l'objectif final est l'amélioration des systèmes d'airbags par un déclenchement gradué de la charge pyrotechnique. Grâce à la fusion des données caméra et télémètre, le taux de reconnaissance des classes d'obstacles dépasse les 60%. Cependant, pour faire face à toutes les conditions climatiques dégradées ou à un trafic dense, un Réglage Automatique des paramètres de la Chaîne de Traitement d'Images Rapide (projet REACTIR) reste déterminant. Nous décrivons dans la mise en œuvre de plans d'expériences basés sur l'évaluation statistique d'une série d'images urbaines et autoroutières destiné à l'élaboration d'un modèle. Son interprétation permettra d'optimiser le réglage en temps réel.



Extraction des chaînes horizontales et verticales et surface occupée par les masques

Modern Techniques and Technologies – Polytechnica Koszalin
N° 33 – ISSN 1640 – 4572 : pages 43 - 56

7 - SIRITT

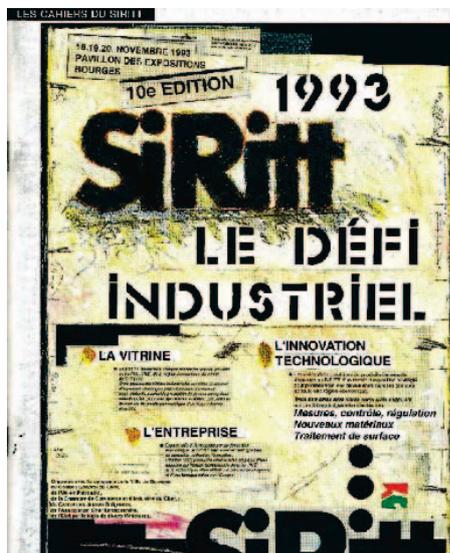
Salon Interrégional de la Recherche, de l'Innovation et des Transferts de Technologie

Le SIRITT est un salon qui s'est tenu à Bourges tous les ans de 1983 à 1995, il était destiné à être :

- une vitrine industrielle permettant les échanges entre donneurs d'ordres et sous-traitant
- un outil de promotion pour de jeunes entreprises innovantes
- un espace de conseils, réflexion et de formation

Le salon SIRITT est complété par une revue : les « Cahiers régionaux de culture scientifique et technique » qui publie des articles relatifs à des innovations technologiques.

Nous avons mis dans ce chapitre les différents articles publiés dans cette revue, et relatifs à l'innovation et au transfert technologique.



Transitique

De la manutention à la transitique

Visionique

Systèmes industriels et recherche appliquée

PACRET

*Mesures tridimensionnelles en robotique
Application à la préparation de commande*

Scanner à ultrasons

Application à l'orthopédie médicale

RAVIR

Des Systèmes de Vision pour le Relevé anatomique 3D Appliqué à la Santé.

De la manutention à la transitique

En 1979, à l'initiative des pouvoirs publics français, une mission d'étude est effectuée au Japon. Elle met alors en évidence les carences de notre système industriel. Le retard pris dans certains domaines conduit le premier ministre à nommer en 1980 un chargé d'affaires, Monsieur Bussy, ingénieur de l'armement, pour étudier le dossier. Son rapport structuré définit les secteurs stratégiques, et notamment celui de la manutention. Le ministère de l'industrie charge alors Mlle Paulette Leblanc d'une mission relative aux problèmes de manutention. Celle-ci se heurte aux difficultés posées par l'inadéquation entre le terme manutention et la réalité des besoins qu'engendré tout processus industriel de production, de stockage ou de distribution au niveau des opérations de manipulation et de transferts inter-opérations. La technique qui prend en charge, sous les contraintes du processus industriel, la matérialisation de ces manipulations et de ces transferts, a reçu le nom de **Transitique**. Ce terme qui correspond à quelque chose de bien précis a été inventé à la veille du salon de la manutention de 1984 par des représentants du Ministère de l'Industrie, de l'Association pour le Développement de la Production Automatisée et de l'Institut de Formation aux Techniques d'Implantation et de Stockage.

La transitique, rouage essentiel

La transitique peut être définie comme l'ensemble des méthodes techniques et des opérations de transit généralement automatisées et contrôlées qui sont intégrées à un processus de fabrication et de distribution afin d'assurer le cheminement rationnel des flux sur un site donné.

Parlant de la transitique, le Syndicat des Industries de Matériels de Manutention écrit dans le dossier « Industries Mécaniques » de mai 1990 : « Rouage essentiel de la productique, la transitique s'intègre dans l'ensemble du système de production et de distribution. Elle assure toutes les opérations de manutention et de stockage des produits et gère les informations associées. Avec la transitique, l'entreprise est désormais prête à répondre au bon moment et au meilleur prix car l'accélération des flux lui donne la souplesse nécessaire pour s'adapter aux irrégularités du marché et réduire les coûts de production ».

La transitique remet en cause la conception même de l'entreprise ; la manutention n'est plus une fonction annexe, elle s'intègre désormais dans la production.

L'outil transitique bénéficie des techniques de pointe : pont-robot, chariot sans conducteur, robot de manutention et de palettisation, transtockeur, transporteur, convoyeur, système automatisé de tri, d'assemblage, de préparation des commandes...

La transitique s'adapte aux produits et apporte à l'entreprise le système répondant à ses besoins.

Qui dit technique nouvelle dit compétences nouvelles. Constructeurs, assembleurs, conseils et ingénieries... tous ces hommes nouveaux ont un nom : « **Transiticiens** ».

Lors d'une conférence donnée dans le cadre du premier colloque de la transitique en septembre 1988, Jean-Claude Duclos (ADEPA) explique que dans le contexte actuel,

pour faire face à un marché concurrentiel de plus en plus sévère, l'industrie doit présenter — en plus des compétences pointues dans son domaine — un temps de réponse de plus en plus faible à une demande variant de plus en plus rapidement et ce, sans altérer le rapport qualité/prix de ses produits.

Cette situation se traduit pour le processus industriel par une recherche permanente d'amélioration des facteurs suivants : Personnel, Productivité, Flexibilité, Fiabilité, Pilotage et Décision.

Le processus industriel peut se définir comme un ensemble d'opérations interconnectées et régies par un programme unique destiné à atteindre un objectif global.

Le processus industriel transmet ses contraintes, dans leur intégralité, à tous ses composants, et en particulier aux opérations et à leurs interconnexions. La recherche d'améliorations intéresse donc non seulement les machines de production ou les fonctions qu'elles représentent, mais également les transferts qui sont établis entre elles.

Ces transferts doivent avoir un caractère polyvalent de manière à assurer une circulation évolutive de produits variés et variables dans un catalogue défini.

Plusieurs objectifs

La transitique prend en charge, sous les contraintes du processus, la matérialisation de ces transferts.

Les objectifs de la transitique sont :

- Coûts - Assainir les prix de revient en abaissant jusqu'à l'incompressible les coûts non valorisants dus aux manipulations, circulation et stockage.
- Productivité - Assurer un écoulement continu des flux sans saturation ni rupture de charge en rendant le système tolérant aux aléas.
- Production - Accroître dans un site donné le volume de production en rendant l'espace efficace.
- Flexibilité - Accepter des flux variés appartenant à un catalogue défini.
- Qualité - Assurer les mouvements des produits sans mettre leur valeur en danger. Eliminer les risques d'erreurs et de perte.
- Sécurité - Assurer la sécurité des biens et des personnes.

Les industries de la manutention connaissent actuellement en France de profondes mutations technologiques et structurelles.

En Juillet 1988 j'ai mis en place à l'IUT de Bourges une formation universitaire unique en France afin de préparer au nouveau métier de transiticien.
Cette formation d'une année venait en complément d'une formation initiale en productique (DUT ou BTS) et est assurée en étroite collaboration avec le milieu professionnel.
Elle était sanctionnée par un diplôme de l'université d'Orléans (DU Transitique)

Cet article a fait l'objet d'une **publication** dans « **Les cahiers du SIRITT** », publications destinées à la culture scientifique et technique en région Centre (N° 3, 1990), à l'occasion du salon de l'innovation des 15, 16 et 17 octobre 1990.

Visionique

Systèmes industriels et recherche appliquée

Les systèmes de vision installés de façon industrielle en France suivent une progression assez remarquable, puisque les installations augmentent de plus de 20 % par an depuis 5 ans ; elles atteignent actuellement environ 1 200 unités. Le prix moyen d'un système est de l'ordre de 40 K€, il s'agit là du système de base, auquel il faut ajouter l'environnement mécanique, éclairage, etc., le coût global d'une application de vision est en moyenne deux fois supérieur.

Ce sont essentiellement les grosses entreprises (plus de 1000 employés) qui ont investi dans ce domaine. Le secteur d'activité leader est l'électronique, il est suivi de près par les secteurs mécanique, agroalimentaire et automobile.

Les travaux effectués sont à 80 % des opérations d'inspection ou de contrôle mais le secteur de la robotique est en spectaculaire expansion avec l'apparition de systèmes de vision couplés à des robots (la vision localise des objets qui sont manipulés par un robot), on trouve en troisième position des applications en reconnaissance de forme ou de caractères.

La plupart des systèmes installés de façon industrielle utilisent des capteurs qui sont des caméras CCD matricielles (70 %) ou linéaires (30 %). La France se positionne d'excellente façon puisqu'elle détient environ 80 % du marché.

Une chaîne de maillons

Un système de Vision Assistée par Ordinateur (VAO) est composé d'un ensemble de maillons qui sont :

- Un capteur, correspondant à l'œil chez l'homme, qui est dans la plupart des applications industrielles une caméra CCD, mais qui peut également être un microscope électronique, un scanner à rayons X, un système d'imagerie de résonance magnétique, un échographe, etc. Son rôle est la saisie du monde extérieur, c'est là que se situe la frontière avec la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) qui crée des images artificielles.
- Un convertisseur analogique / digital. Correspondant au nerf optique chez l'homme, il assure l'échantillonnage des données et leur transmission vers le poste de traitement de l'information.
- Le reste des maillons compose ce que l'on appelle le traitement de l'image et correspond au cerveau chez l'homme. Le terme traitement de l'image numérique (digital image processing) se réfère au traitement d'une image à deux dimensions par ordinateur (traitement du signal bidimensionnel). Dans un contexte plus large, il concerne le traitement numérique de toutes données à deux dimensions. Ce traitement peut être décrit par les étapes suivantes :
 - L'affichage (éventuel) de l'image brute, par l'utilisation de tables de conversion (LUT -Look Up Table).

- Le prétraitement : la restauration qui a pour objectif de restituer une image aussi fidèle que possible en supprimant les bruits introduits lors des phases d'acquisition, de codage et de transmission. Le réhaussement qui va mettre en évidence les régions intéressantes de l'image, par des traitements de convolution (filtres passe-bas et passe-haut, gradients, laplaciens, etc.). On peut également être amené à rechercher des parties invisibles, grâce à des images voisines dans le temps (trajectoire) ou dans l'espace (échographie, vision 3D, etc.).
- L'extraction de caractéristiques par l'analyse des contours ou de la texture, par la segmentation de l'image, par comptage ou par morphologie mathématique. Il s'agit d'une étape essentielle, car c'est celle qui va permettre la décision ou la commande. Elle est extrêmement dépendante des étapes précédentes, car à chaque étape, la qualité de l'information augmente au détriment de sa quantité. On dispose au départ d'une infinité d'informations (scène réelle), puis, après échantillonnage, de quelques millions pour souvent rechercher un information binaire (tumeur cérébrale présente ou non, pièce bonne ou mauvaise).
- La dernière étape est celle de la reconnaissance, elle rejoint l'intelligence artificielle et permet la décision (ou l'aide à la décision) ou la commande. Elle peut faire appel à nouveau aux étapes précédentes si l'information recherchée n'est pas trouvée (mauvaise acquisition, manque de caractéristiques, etc.).

Les domaines d'application

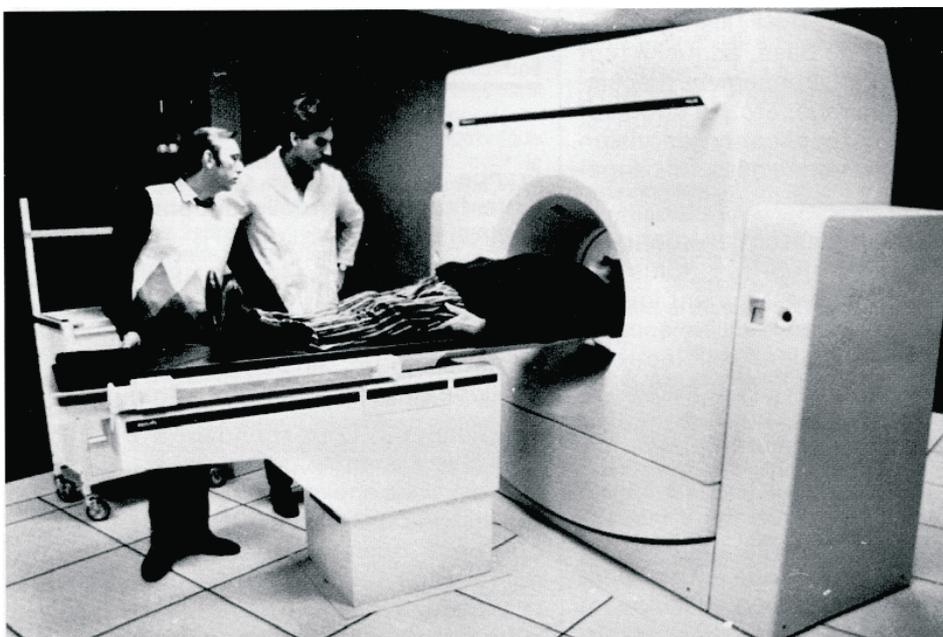
Les domaines d'application sont extrêmement variés. Dans le domaine industriel nous pouvons citer par exemple :

- Contrôle dimensionnel et détection de fêlures sur tuiles.
- Contrôle de taille, de couleur et d'intégrité de comprimés pharmaceutiques.
- Mesure d'entraxes d'électrodes de bougies.
- Contrôle d'insertion de composants sur cartes électroniques.
- Conditionnement de gâteaux et de chocolats.
- Palettisation / dépalettisation de pièces mécaniques ou plastiques.
- Contrôle de remplissage et d'étiquetage de bouteilles.
- Préparation de commandes robotisée de caisses cartons.
- Contrôle de pare-brise de voiture avant formage.
- Etc ...

Dans le domaine satellitaire, le traitement d'image est utilisé pour l'analyse des ressources terrestres, la cartographie, la surveillance des cultures, la surveillance des milieux urbains, la météorologie, le contrôle des incendies et des inondations, la surveillance de la couche d'ozone, etc. Le satellite SPOT est doté d'une caméra CCD extrêmement performante (caméra matricielle de 6000 x 6000 capteurs à transferts de charge, ce qui correspond à 288 millions d'informations par image !).

Le domaine médical est doté d'une panoplie extrêmement riche de systèmes, le traitement de l'image : angiographie, scanner à rayons X, appareils de résonance magnétique nucléaire, échographes, médecine nucléaire, etc.

Bien que les applications militaires soient moins bien connues, elles n'en sont pas moins nombreuses et sophistiquées : détection et reconnaissance de cibles, guidage de missiles, reconnaissance d'environnement terrestre, aérien et maritime, etc. Les quelques exemples cités ci-dessus ne représentent en aucune façon une liste exhaustive des types d'applications existantes et des domaines d'utilisation.



Scanner à rayons X (Photo : Nouvelle République)

Trois laboratoires de recherche

En matière de recherche, trois laboratoires universitaires sont implantés en région Centre : l'équipe du professeur Jacques Thiel du GREMI (faculté des sciences d'Orléans) orienté vers le traitement du signal, l'équipe du professeur Léandre Pourcelot (laboratoire de biologie médicale de la faculté de médecine de Tours) orienté vers les ultrasons et l'équipe du professeur Pierre Marché (Vision et Robotique de l'université d'Orléans et implantée à l'IUT de Bourges).

Le laboratoire berruyer a effectué des travaux en matière de vision industrielle pour des entreprises locales : contrôle de batteries, de brûleurs, de bruits et de flacons,

comptage de pastilles (réalisation effectuées avec la participation d'élèves ingénieurs de l'ESEM et conduites par Christian Etienne, maître de conférences, directeur de l'option Productique).

Un capteur de position, ayant une précision micrométrique, et utilisant la vision a été développé au laboratoire. Il a fait l'objet d'une thèse d'ingénieur CNAM (Michel Sertier - Juillet 1988), et d'une thèse de Doctorat (Shafik Hakima - Septembre 1990). Ce capteur pourra être utilisé sur des bancs de pré réglage d'outils pour machine à commande numérique.

Une méthode de vision couleur utilisant une caméra noir et blanc a été mise au point, et peut permettre la classification de fruits, de peinture, de textiles et moquettes pour un coût intéressant.

Le domaine médical fait également l'objet de plusieurs axes de recherche en matière de traitement de l'image, cela grâce à une étroite collaboration avec le milieu médical : Hôpital Bretonneau à Tours, Hôpitaux Robert Debré et Henry Dunant à Paris et Centre Hospitalier de Bourges. Une convention cadre a été signée récemment entre l'Université d'Orléans et le Centre Hospitalier de Bourges, elle permet une étroite collaboration entre le laboratoire et les services de l'Hôpital : Radiologie et Scanner (Dr Loubrieu), Ultrasons (Dr Portal)... Le laboratoire, l'Hôpital et le muséum d'histoire naturelle de Bourges ont conjugué leurs efforts pour créer un espace « imagerie médicale » au muséum.

Parmi les différents travaux, nous pouvons citer :

- Un logiciel de traitement d'images scanner appliqué à la stéréo-taxie pour le repérage de tumeurs cérébrales.
- Un logiciel de traitement d'images scanner du fémur pour la fabrication de prothèses personnalisées.
- Le traitement d'images écho-graphiques pour la reconstitution d'une partie de l'appareil locomoteur du nouveau né.
- Le traitement d'images de Résonance Magnétique Nucléaire pour des études de rachis.

Le laboratoire vient d'obtenir un contrat avec le Ministère de l'Industrie et de l'Aménagement du Territoire pour développer un système de télémétrie spatiale (vision 3D) associé à un robot pour la préparation automatisée de commandes.

Les travaux conduits dans le domaine de la **Visionique** au sein du laboratoire Vision & Robotique de Bourges, ont été initiés par l'équipe pionnière : **Michel Barbaud, Pierre Debord, Christian Etienne, Gérard Poisson et Marcel Tronel.**

Cet article a fait l'objet d'une **publication** dans « **Les cahiers du SIRITT** », publications destinées à la culture scientifique et technique en région Centre (N° 3, 1990), à l'occasion du salon de l'innovation des 15, 16 et 17 octobre 1990.

Mesures tridimensionnelles en robotique Application à la préparation de commande

Dans le contexte économique actuel, il devient fondamental de répondre de plus en plus rapidement à une demande de plus en plus variée. La notion de productivité s'applique bien évidemment au processus, mais également au transfert des produits entre les différents postes de fabrication, d'élaboration, de transformation (diminution des stocks et des en-cours), au domaine de remballage-conditionnement, et à celui de la préparation des commandes.



par le Professeur
Pierre MARCHE, Directeur
du Laboratoire de Recherche
VISION et ROBOTIQUE

L'organisation d'une préparation de commandes peut être illustrée par l'exemple suivant :

Lorsqu'un client fait ses courses dans un supermarché, il est généralement muni d'une liste d'achats (analogue à un bon de commande client), il parcourt les différentes allées du magasin afin de prélever dans les rayons les produits indiqués et de les déposer dans son chariot (analogue à un carton client). Si l'on souhaite minimiser le temps de réalisation de la commande, il convient de réduire la longueur du trajet parcouru par le préparateur, en ordonnant la commande en fonction de la localisation des produits dans les rayonnages. Une solution efficace pour diminuer le temps de réalisation de la commande serait d'organiser l'entreposage en fonction du taux de rotation des différents produits, ceux du plus fort taux de rotation (eaux minérales, laits,...) à l'entrée du magasin, et ceux à faible taux de rotation à l'extrémité la plus éloignée (mais le soucis du supermarché n'est pas de minimiser le temps de réalisation de la commande). La préparation de commandes est parfois parcellisée, c'est-à-dire qu'un préparateur n'a en charge qu'une zone prédéfinie de prélèvement dans les rayonnages (zone de « picking »), le carton client se déplaçant entre les différentes zones par des systèmes manuels (chariots) ou mécanisés (convoyeurs).

Les informations correspondant à la commande peuvent être transmises par une fiche papier, par un système informatisé embarquable ou par un système informatique centralisé gérant la localisation du carton client et la transmission des informations concernant la ligne de commande à réaliser.

Parmi les secteurs les mieux organisés en terme de préparation de commandes, on peut citer le domaine de la distribution pharmaceutique où les temps de réponse sont de quelques heures (Distriphar, Ile de France Pharmaceutique, Fournier Dijon...), le domaine des magasins de pièces de rechange rapide en automobile (Renault MPR à Cergy-Pontoise...) ou le domaine de la distribution de magazines (Nouvelles Messageries de La Presse Parisienne).

Il est extrêmement rare de voir des installations automatiques de préparation de commandes, en raison, notamment, des difficultés présentées par la localisation et la préhension des produits (sens visuel et tactile de l'Homme). Nous citerons toutefois deux exemples particuliers :

- I.B.M. à Evry-Lisses qui réalise des préparations de commandes par vision-robotique pour l'expédition de « package » de PC : clavier, unité centrale et écran (3 références).
- Seita Distribution à Marne la Vallée pour l'expédition de cartouches de cigarettes (parallélépipèdes) : les produits sont « libérés » par des distributeurs sur un convoyeur, dans l'ordre des commandes puis groupés, de façon automatique, dans des emballages destinés aux buralistes.

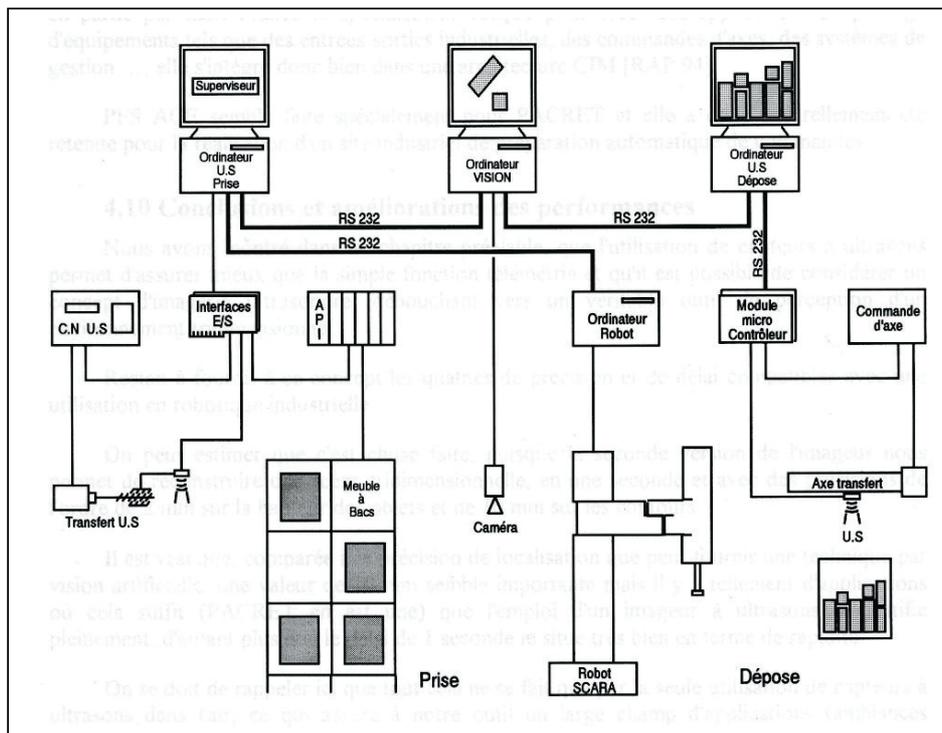


Schéma de l'installation PACRET

Il n'existe pas, à notre connaissance, de dispositifs tridimensionnels automatisés de préparation de commandes pour des produits disposés en vrac, ni pour une grande variété de produits. Notre laboratoire de recherche universitaire, **Vision et Robotique**, a décidé de relever le challenge de l'automatisation de la préparation de commandes, il a réalisé pour cela un partenariat avec des industriels :

- La société **Ingediats Consultants** (Lyon) chargée de la partie conseil, ingénierie et simulation des flux (avec le logiciel **Cadence** utilisé par la formation **Transitique** de l'I.U.T. de Bourges).
- **La Seita** (St-Denis et Marseille) représentée par MM. Juge et Leroy, titulaires d'un brevet d'invention concernant un « meuble à bacs ». Il s'agit d'un système mécanique (analogue au jeu du taquin) qui permet d'amener le « bon produit », au « bon endroit » (point de prélèvement du poste de préparation de commandes robotisé).
- La société **Logarithme** (Saint-Etienne), chargée du pilotage informatique de l'ensemble (précolisage et communication).
- La société **Savoie NSA** (Beaune), maître d'œuvre des installations industrielles (société spécialisée en emballage conditionnement, transitique, et préparation de commandes).
- La société **ITMI** (Grenoble), chargée de l'industrialisation de la partie télémétrie, et sa filiale **AICO** (Toulouse), chargée de la partie robotique.

Le laboratoire de recherche **Vision et Robotique** de Bourges est chargé de mettre au point une nouvelle technologie permettant de localiser et de saisir des produits disposés, en vrac 3D, dans les bacs (du meuble à bacs) et de les déposer dans le carton client (localisation des emplacements vides disponibles).

Ce programme de recherche a été baptisé **PACRET** : Préparation Automatique de Commandes par Robot et **Télémétrie**, il est financé par la Ministère de l'Industrie et de l'Aménagement du territoire, par le Ministère de l'Education Nationale de la Jeunesse et des Sports et par la Ville de Bourges.

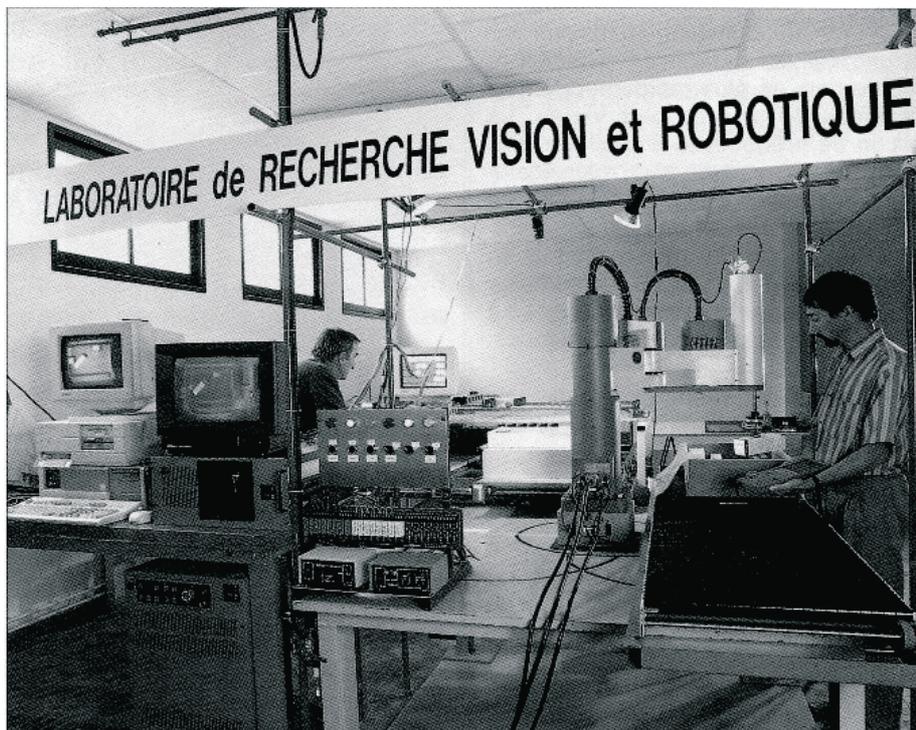
L'ambition du Laboratoire Vision et Robotique est de mettre en œuvre un système de préparation automatique de commandes, utilisant la robotique et la perception tridimensionnelle de son environnement. Cette installation est ouverte aux industriels qui le souhaiteraient.

La première difficulté est de localiser les produits au point de prélèvement du meuble à bacs. On pense bien évidemment à une solution utilisant la Vision (Notre laboratoire a prouvé la viabilité d'une telle solution dans le cas d'un vrac planaire dans le cadre du **Siritt 1990**), mais la vision n'apporte qu'une mesure bidimensionnelle (la Vision 3D laser, dont dispose notre laboratoire, n'est pas applicable car les produits sont disposés dans des contenants). Il fallait trouver un système de mesure capable d'apporter la troisième dimension au système de vision.

Notre laboratoire s'est orienté vers l'utilisation de capteurs à ultrasons, qui sont très utilisés en imagerie médicale (échographie). La principale difficulté réside dans le fait que la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air (300 m/s) est dix fois inférieure à la vitesse de propagation dans un milieu aqueux. Par ailleurs, le temps de réponse des capteurs que l'on peut trouver sur le marché est de l'ordre de 0,1 seconde, ce qui limite très sérieusement l'utilisation de tels systèmes. L'obtention d'une image échographique dans l'air demanderait près de 2 minutes pour une résolution de 100 x 100 pixels, par conséquent, un robot qui utiliserait un tel système pour son guidage passerait 95% de son temps à attendre des informations et sa rentabilité serait illusoire. Or il se trouve

que les capteurs industriels ne sont pas conçus pour de telles applications, ils sont surtout utilisés pour des contrôles de niveaux et des détections de présence.

La limite théorique correspond au temps mis par les ultrasons pour parcourir la distance aller et retour entre l'émetteur/récepteur et la cible, c'est-à-dire que pour une cible placée à 350 mm, il serait possible d'effectuer 500 mesures par seconde. Il devient envisageable, dans ces conditions, d'utiliser l'imagerie ultrasonore pour apporter la troisième dimension qui manque à la vision.



Le prototype **PACRET**, utilise des capteurs industriels qui donnent une image de 6 x 15 points. Cette résolution, qui est encore insuffisante pour de petits objets, sera par la suite améliorée. L'image ultrasonore ainsi obtenue permet de localiser les objets les plus hauts, et d'en donner l'altitude. Le vision est ensuite utilisée pour localiser avec précision l'objet à saisir (centre de gravité et directions principales d'inertie).

Le projet PACRET a été le premier programme important du laboratoire, il a notamment fait l'objet du travail de thèse de **Gérard Poisson**. Cet article a fait l'objet d'une **publication** dans « **Les cahiers du SIRITT** », publications destinées à la culture scientifique et technique en région Centre (N° 3, 1990). à l'occasion du salon de l'innovation des 14. 15 et 16 octobre 1991.

Scanner à ultrasons

Application à l'orthopédie médicale

En orthopédie infantile, dans le cadre de l'étude de l'appareil locomoteur du nouveau-né, il est important de disposer d'images-coupe représentant les contours externes de la peau et des structures du squelette, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle. L'analyse échographique en 3D de l'appareil locomoteur aurait l'avantage théorique de diminuer, voire de supprimer les erreurs techniques de l'échographie actuelle qui donne une représentation plane d'un examen essentiellement "dynamique", la main de l'opérateur étant en mouvement pendant tout l'examen.

Nous avons développé un système d'acquisition et de traitement d'images échographiques baptisé "Scanner à ultrasons". Ce système a été expérimenté en collaboration avec le Centre Hospitalier de Bourges, avec les Docteurs Loubrieu et Portal.

Notre programme de recherche a pour objet de répondre à un besoin exprimé par le Docteur Badelon, chirurgien à l'hôpital Robert Debré de Paris, dans le domaine de l'étude de l'appareil locomoteur du nouveau-né, et plus particulièrement pour celle de la hanche et du squelette jambier. Le moyen d'investigation actuellement utilisé est l'imagerie échographique, en raison notamment de son caractère atraumatique.

Cette technique, très utilisée pour l'exploration de corps "mous", est limitée dès lors qu'on s'intéresse à des structures hyper-échogènes comme les structures osseuses (les structures situées derrière l'os sont inobservables). C'est pourquoi depuis quelques années, des recherches sont menées en tomographie pour la reconstruction de plans de coupe à partir de mesures effectuées selon différentes directions radiales, d'où la nécessité d'avoir une rotation relative entre la sonde et l'objet à observer. Pour la hanche, une reconstruction en deux dimensions peut être suffisante, alors que pour les os longs la reconstruction doit être effectuée en trois dimensions.

Le système d'acquisition est composé de deux ensembles : l'un électronique, l'autre mécanique. La partie électronique est constituée d'une sonde à ultrasons à balayage linéaire (7.5 ou 5 MHz) reliée à un écho-graphe, et d'un micro-ordinateur muni d'une carte d'acquisition et reliée au moniteur de l'échographe par un câble vidéo. La partie mécanique est constituée d'un bac étanche (contenant de l'eau qui sert d'interface entre la sonde et la pièce anatomique à étudier), d'un système de fixation de la pièce anatomique et d'un dispositif permettant l'orientation et le positionnement relatif de la sonde par rapport à la pièce à étudier. Le système d'acquisition permet d'obtenir des images 512X512 pixels avec 256 niveaux de gris. En phase expérimentale, nous avons utilisé du matériel standard transportable, en l'occurrence une carte graphique VGA dans un mode 320X200 avec 64 niveaux de gris. Les images sont donc prétraitées pour être compatibles avec le matériel en question.

Pour chaque coupe axiale, les images sont acquises dans 8 directions radiales (séparées de 45°), une image complète de la coupe est ensuite reconstruite à l'aide d'un traitement effectué sur les images radiales (tomographie ultrasonore). Une extraction automatique est ensuite effectuée et permet d'obtenir le contour extérieur de la peau et les contours des structures osseuses (fémur pour la cuisse, tibia et péroné pour la jambe).

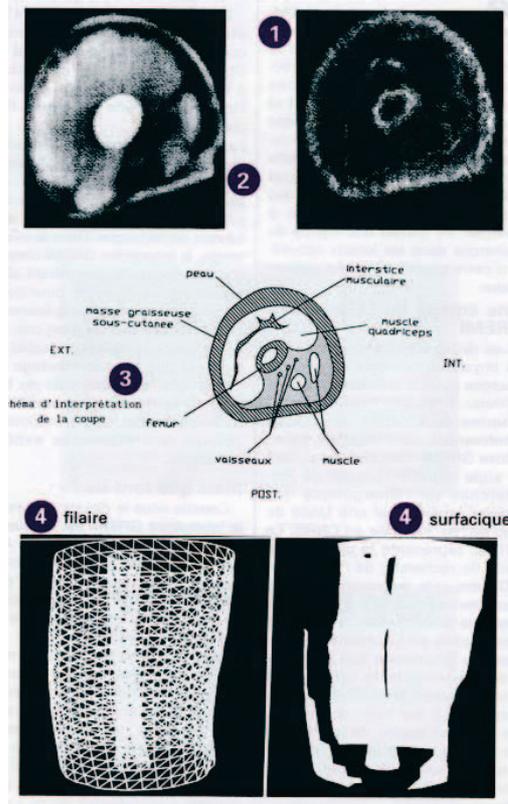
L'image 1 représente la reconstruction d'une coupe transversale au niveau du tiers inférieur de la cuisse gauche d'un nouveau-né, l'image 2 est obtenue par le scanner à rayons X. La figure 3 schématise ce qu'il est possible de distinguer sur ces images.

Les structures hyperéchogènes sont la peau, les masses graisseuses sous-cutanées, le fémur, ainsi que les interstices musculaires.

La méthode de traitement des images que nous avons développée cherche à offrir le meilleur contraste possible entre les différentes structures : en particulier, le fémur est très bien délimité et mis en valeur, ainsi que le fascia (interstice musculaire) du quadriceps, qui d'ailleurs, n'est pas visible sur l'image scanner X (du moins sur cette coupe). Il est à noter que la pièce anatomique utilisée était formulée ; les interstices musculaires sont peut-être devenus plus importants et plus échogènes qu'ils ne le sont habituellement, ce qui expliquerait ainsi le fait qu'on les distingue aussi bien.

Le scanner à ultrasons développé par notre laboratoire de recherche universitaire donne des résultats très prometteurs au vu des expérimentations réalisées *in vitro* pour l'investigation de l'appareil locomoteur du nouveau-né. La prochaine étape de notre programme consiste à concevoir et à réaliser un appareillage qui permettra l'acquisition d'images *in vivo*.

- 1 : Coupe scanner à ultrasons
- 2 : Coupe Scanner à rayons X
- 3 : Schéma d'interprétation de la coupe
- 4 : Reconstruction tridimensionnelle



Ce travail a été conduit au sein du laboratoire Vision & Robotique de Bourges, sous la responsabilité de **Bruno Migeon** qui a encadré plusieurs stagiaires de DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies) et de doctorants.

Il a fait l'objet d'une **publication** dans « **Les cahiers du SIRITT** », publications destinées à la culture scientifique et technique en région Centre (N° 5, 1992), à l'occasion du salon de l'innovation des 19, 20 et 21 octobre 1992.

Des Systèmes de Vision pour le Relevé anatomique 3D Appliqué à la Santé.

Yves Lucas, Sylvie Treuillet, Joseph Dib, Jean-Claude Pichaud, Pierre Marché

Au salon SIRITT, nous avons exposé le prototype expérimental du SYDESCO. Ce dispositif de vision anatomique 3D s'est prolongé sur deux autres projets : OPAL et ESCALE pilotés par Yves Lucas, qui est l'auteur de cet article préparé dans le cadre d'une journée « Capteurs » en 2002.

Le projet RAVIR

Le corps humain comme sujet de mesure, c'est l'objet même de la biométrie. Celle-ci profite des avancées technologiques dans le domaine des capteurs, de l'électronique et du traitement d'images pour aborder des problèmes d'identification liés à la sécurité : la reconnaissance automatique de visages, d'empreintes digitales ou de la pupille oculaire par exemple. Qu'en est-il dans le domaine médical pour la digitalisation de parties du corps humain, c'est à dire le relevé anatomique 3D ?

Encore aujourd'hui, la pratique courante reste le moulage. Tout traitement informatique de ces empreintes figées est par nature impossible. La présence sur le terrain d'un spécialiste reste indispensable pour établir de visu un diagnostic. En marge des techniques d'exploration interne sophistiquées (scanner X, IRM, ultrasons), le relevé de surface tridimensionnel du corps humain accuse un retard technologique. L'objectif de RAVIR (Relevés Anatomiques par Vision laser) est le développement de systèmes d'imagerie 3D, capables de numériser instantanément une région anatomique d'un patient et d'offrir de nouveaux outils pour le diagnostic et le suivi des patients. Trois applications cibles ont été abordées (Figure 1). Le système **SYDESCO** (SYstème de DEpistage des SCOLioses) a été mis en œuvre pour le dépistage des scolioses. Le système **OPAL** (Orthèse Plantaire Assistée par Laser) vise la conception de semelles orthopédiques. Enfin le projet **ESCAL** (EScarre Analyse par Laser) a pour objectif le suivi thérapeutique d'escarres.

Ces systèmes cumulent de nombreux avantages :

- quelques fractions de seconde suffisent pour obtenir le modèle numérique d'un corset ou d'une semelle avec une bonne précision (acquisition de 100 000 points 3D sur un dos en 3 secondes);
- l'archivage des données des patients permet une surveillance évolutive d'une pathologie (angulation d'une scoliose, étendue et profondeur d'une escarre, hauteur de voûte plantaire ...);
- la gestion informatisée permet la télétransmission de ces données vers des hôpitaux, chez des médecins spécialistes ou des fabricants d'orthèses;
- les mesures quantitatives couplées à des techniques d'intelligence artificielle offrent une aide au diagnostic;
- le suivi thérapeutique permettra de limiter de le coût socio-économique très élevé de certaines pathologies (pour les escarres, on observe en France, une prévalence 8,6 % des hospitalisés avec une dépense de 40 à 60 k€ par patient).

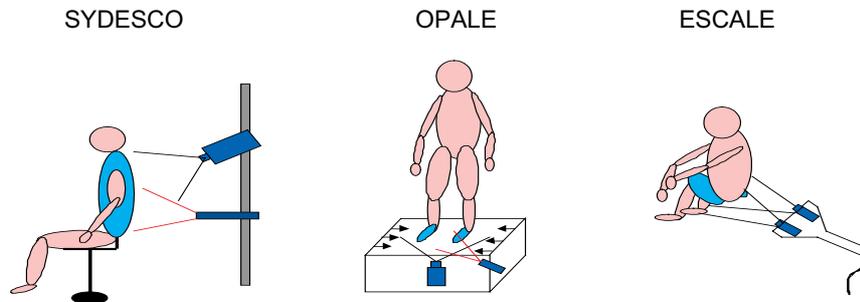


Figure 1 - Relevés Anatomiques par Vision laser (RAVIR)

Instrumentation

Techniques de reconstruction

Deux options sont possibles pour obtenir la reconstruction simultanée d'un grand nombre de points par un système de vision 3D : la technique "passive" et la technique "active".

La première observe la scène sans la perturber et associe les vues issues de plusieurs caméras de géométrie connue (stéréovision). Elle nécessite de lourds traitements pour obtenir un calibrage précis et mettre en correspondance les contours de l'objet dans les différentes images. Cette technique permet des précisions de l'ordre de 1/1000 à 1/5000 de la plus grande distance de l'objet, et peut fournir d'autres informations sur la scène, comme la réflectance ou la texture. Nous l'avons utilisée pour la mesure de volume en environnement industriel.

La seconde consiste à projeter sur la scène un éclairage additionnel, ponctuel, par franges, par grilles codées, ou composé de motifs aléatoires de lumière structurée, dont on connaît la répartition spatiale. Le recours à la projection de lumière structurée pour la numérisation de formes 3D permet de simplifier considérablement l'étape initiale de détection des contours et de mise en correspondance dans les images.

Les systèmes SYDESCO et OPAL, par exemple, associent une caméra et une source laser (tube He-Ne ou diode compacte). La source laser permet de créer un faisceau monochromatique de très grande directivité avec une puissance très réduite, sans danger pour la cible. L'adjonction d'une lentille cylindrique permet la projection d'un plan laser et donne accès à un profil 3D complet. L'angle entre le faisceau incident et la direction sous laquelle est vu le point d'impact sur la cible fournit l'information de relief par triangulation optique.

Un poste de mesure 3D se compose au minimum d'un micro-ordinateur configuré pour les applications graphiques, d'une caméra et de sa carte d'acquisition et éventuellement d'un éclairage structuré avec son système de balayage. Aujourd'hui, les caméras progressives permettent une cadence de 50 images/sec en mode non entrelacé avec une bonne résolution. La carte d'acquisition de type PCI doit être compatible avec le standard du signal vidéo délivré par la caméra et assurer un débit de transfert d'images élevé.

Notons que la photo numérique introduit sur le marché des matrices moins onéreuses concurrençant les supports argentiques (standard actuel de 5 Méga-pixels). Ces appareils évitent l'achat d'une carte d'acquisition mais le déclenchement d'images en rafale reste très lent. Fonctionnant sans carte également, les capteurs CMOS, d'usage courant sur les webcams, restent moins performants que les CCD, mais leur électronique intégrée à très bas coût les rend intéressants.

Problèmes pratiques

Il est difficile de choisir les composants optiques et mécaniques ad hoc d'une application et de décider de leur agencement sans faire d'essais avec le matériel. Ces choix sont guidés d'une part par le champ d'exploration, la précision et la rapidité recherchés, et d'autre part par les contraintes imposées par la distance patient-capteur et le coût.

Dans le cas du système OPAL (Figures 2-3), l'instrumentation d'un podoscope de série a posé de nombreuses difficultés techniques.

L'observation des deux pieds du patients posés sur la vitre épaisse du podoscope a imposé l'utilisation d'un miroir et d'une optique grand angle (8mm) sur la caméra. Pour obtenir un trait laser suffisamment étalé, la profondeur du podoscope a dû être augmentée de 10 cm environ. Pour synchroniser la séquence d'images avec un balayage précis des voûtes plantaires, un moteur pas à pas a été utilisé. L'orthogonalité entre la caméra et le trait laser, nécessaire à une bonne précision de la triangulation, a finalement contraint l'agencement des composants. Cet agencement a permis l'acquisition de 50 000 points sur les deux voûtes plantaires.

L'épaisseur de la vitre atténue trop la lumière et interdit l'emploi d'un filtre interférentiel sur la caméra, destiné à sélectionner la longueur d'onde du laser. Inversement, le système doit être plongé dans l'obscurité pour éviter tout éclairage ambiant parasite, au moyen d'un capot. D'autre part, la surface du miroir a été réduite pour éviter les réflexions spéculaires du laser. L'utilisation d'une focale courte et la réfraction à travers une vitre épaisse entraînent de fortes distorsions et imposent un calibrage global décrit dans la section 4.

Il ne faut pas négliger l'ergonomie d'un système de mesure. Dans le cas d'OPAL, un masque facilite le positionnement des pieds et un marche-pied s'est avéré nécessaire pour les patients handicapés.

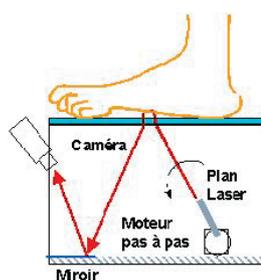


Figure 2 – Podoscope

Traitement d'images



Figure 3 – Profil Laser

La technique de traitement utilisée pour faire la reconstruction 3D dépend du type d'images: pour l'observation du dos ou de la voûte plantaire, l'uniformité d'aspect de la peau impose une technique de vision active et monochrome (c'est le plan laser qui dévoile la forme). On obtient une carte de profondeur (Fig. 4) sur laquelle on peut ensuite plaquer l'information en niveaux de gris de la surface. Pour l'observation d'escarres (Fig. 5), l'aspect contrasté des tissus sains ou nécrosés autorise une reconstruction à partir d'images couleurs en stéréovision. Trois critères doivent être optimisés: la robustesse, la précision et la rapidité.

Robustesse

Le traitement robuste d'images du corps humain impose une bonne adaptation des traitements de bas niveau. Par exemple, il est essentiel de choisir les bons paramètres pour reconstruire correctement une escarre en fonction du type de peau, de la taille et de l'aspect de la plaie. Le réglage de seuils pour la détection de contours ou la segmentation de régions doit être adapté à chaque situation. L'utilisation de vision active par plan laser pose le problème de la variation d'intensité et de largeur du trait dans l'image (plus lumineux au centre que sur les bords), avec l'inclinaison du faisceau et l'orientation de la peau. Le suivi du trait d'une extrémité à l'autre apporte une plus grande robustesse de détection qu'un simple balayage des colonnes de l'image, mais il faut savoir gérer les discontinuités (interstices entre les doigts de pied par exemple).

Précision

La résolution des capteurs CCD n'est pas très grande encore (512 x 512, plus rarement 2048 x 2048 pixels). Aussi, les méthodes de détection sub-pixel sont très intéressantes pour améliorer la précision de mesure. On utilise, par exemple, la connaissance de la répartition gaussienne de l'intensité du faisceau (localisation du centre d'un trait de 5 pixels à 10^{-2} pixel près). Pour repérer précisément les frontières des structures anatomiques, des modèles de transition d'intensité améliorent la détection des contours. On garantit ainsi une précision minimale (non homogène) de l'ordre de 1 mm sur un dos et de $\frac{1}{2}$ mm sur un pied. La quantification des niveaux de gris, généralement sur 8 bits, soit 256 niveaux de gris, est suffisante (l'œil ne peut séparer qu'une quarantaine de nuances), mais il faut trois plans mémoire du même type pour coder une image couleur.

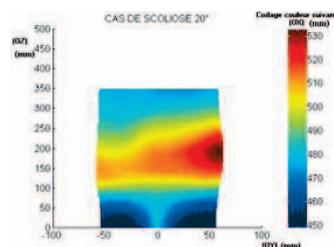


Figure 4 – Relevé 3D du rachis



Figure 5 – Escarre du talon

Rapidité

Pour la rapidité des traitements, il faut distinguer deux niveaux : les opérations à exécuter en temps réel d'une part, les traitements différés d'autre part.

L'acquisition d'une séquence d'images, imposée par la méthode de projection de lumière structurée par balayage, doit être très courte pour éliminer tout risque de bougé du patient. Qu'il s'agisse de l'acquisition du dos d'un enfant remuant ou de l'empreinte plantaire d'une personne âgée instable, on comprend que la qualité de la reconstruction en dépend beaucoup. Avec une caméra progressive, on obtient une centaine d'images en deux secondes en mode non entrelacé, ce qui est suffisant. Il faut néanmoins s'assurer que le transfert en RAM permet le stockage à la volée de ces images et que le dispositif de balayage reste précis et bien synchronisé avec les prises d'images. De ce fait, on n'effectue pas de traitement en temps réel, contrairement à des contrôles sur chaînes de production où un produit défectueux doit être éjecté instantanément du circuit.

On dispose de plus de temps une fois les images stockées sur disque mais les traitements d'appariement stéréoscopique, de détection subpixel d'un profil dans une séquence d'images ou de segmentation d'images couleur consomment d'importantes ressources machine. Lorsque le spécialiste doit rendre un résultat au patient pendant la consultation, ces traitements ne doivent pas dépasser quelques minutes.

Calibrage métrologique

Comme tout système de mesures dimensionnelles, un système de vision 3D doit être soigneusement calibré. En l'absence de calibrage, on ne peut afficher qu'un rendu 3D qualitatif : les données obtenues sont évaluées en pixels. Un calibrage permet de corriger les distorsions optiques et fournit des mesures quantitatives. Deux types de calibrage peuvent être envisagés: une modélisation paramétrique de la chaîne de traitement ou un étalonnage global.

Dans le premier cas, des équations paramétriques décrivent les propriétés intrinsèques de l'objectif, du capteur CCD et de la carte d'acquisition (focale, taille des pixels, échantillonnage...) et les propriétés extrinsèques du système (position et orientation caméra/caméra ou caméra/laser). L'estimation des paramètres s'appuie sur les données constructeurs, sur une mesure directe ou sur la résolution mathématique avec des mires de référence.

Dans le deuxième cas, on s'affranchit de toute modélisation physique en recueillant un grand nombre de points 3D sur tout l'espace de mesure. La reconstruction de forme s'appuie sur une interpolation de ce maillage de référence.

Pour le système SYDESCO, une évaluation directe a été adoptée car la géométrie de la tête de mesure est simple (deux paramètres géométriques : hauteur et inclinaison caméra/laser) et la focale standard autorise un simple modèle sténopé. Par contre, pour le système OPAL, les phénomènes physiques étant trop complexes à modéliser (objectif grand-angle à forte distorsion, orientation caméra/laser variable, double réfraction avec la vitre ...), un étalonnage global a été effectué sur douze plans en z (environ 100 000 points calibrés). Cet étalonnage doit être complété par un calibrage en X-Y pour tenir compte des distorsions optiques dans le plan de la vitre.

Aide au diagnostic

La validation expérimentale d'un prototype passe par des campagnes de mesures : l'acquisition d'une base d'images et de données cliniques décrivant les différentes pathologies sur un nombre suffisant de patients. SYDESCO a fait l'objet d'une campagne auprès d'une cinquantaine de jeunes gymnastes de haut niveau. OPAL a été validé sur une quarantaine de patients du service MPR (Médecine Physique et de Réadaptation) du Centre Hospitalier La Tour Blanche d'Issoudun dans l'Indre (Fig. 6).

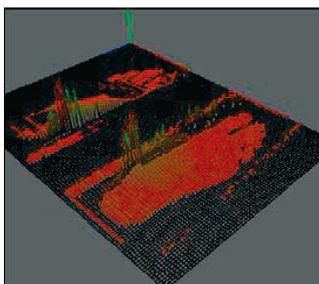


Les images 3D sont ensuite explorées, sans accès au dossier médical, pour vérifier quelle interprétation le médecin peut en tirer. Pour être utilisées par un personnel soignant, toutes les fonctions d'acquisition et d'analyse des relevés doivent être intégrées dans une interface conviviale.

Cette analyse permet également de définir les outils d'aide à l'expertise utiles au médecin. Lors de ces validations, le médecin a apprécié les possibilités de visualisation interactive des relevés anatomiques 3D sous différents points de vue (Figure 7).

Les pathologies peuvent être caractérisées par des mesures quantitatives sur les relevés : indice de dissymétrie du rachis, largeur de l'isthme plantaire, profondeur d'une escarre ... Pour mettre au point une aide au diagnostic basée sur ces mesures, il faut la confronter au diagnostic du médecin après une campagne en double aveugle.

Mais l'intérêt majeur des relevés numériques se situe dans le suivi thérapeutique : contrôle périodique de la réduction d'une scoliose pendant la croissance, mesure du redressement d'une voûte plantaire ou du taux de cicatrisation d'une escarre. Seuls des relevés anatomiques fournissent les mesures quantitatives dont l'évolution guidera la modification d'un corset, le remplacement de semelles orthopédiques ou la posologie de médicaments anti-escarres.



Enfin, mentionnons l'acquisition de relevés 3D pour l'assistance opératoire, qui comme d'autres techniques d'imagerie, peut aider à préparer ou exécuter un acte chirurgical. En particulier, des techniques de réalité augmentée peuvent faciliter une intervention en superposant sur la scène réelle le modèle numérique 3D de l'organe à traiter.

Figure 7 – Relevé 3D sous Open GL

7 - Direction de thèses

Dans ce chapitre, nous indiquons *quelques exemples* significatifs de thèses dont, j'ai assuré la direction.

Directions de Thèses de doctorat

Christian Meunier - Reims - 10 novembre 1982

Contribution à l'étude de l'ozone atmosphérique par spectroscopie optique

Marcel Tronel - Bourges - 22 janvier 1993

Traitement d'images et algorithmes d'extraction de caractéristiques – Application à l'étude, par I.R.M. du rachis

Bruno Migeon - Bourges - 26 janvier 1993

"Reconstruction 2D et 3D d'os longs des membres par traitement d'images échographiques

Omar Ataya - Bourges - 20 décembre 1993

Contribution à l'étude de repérage tridimensionnel en utilisant la stéréovision passive

Gérard Poisson - Bourges - 6 juin 1994

"Imagerie tridimensionnelle ultrasonore en perception multisensorielle pour des environnements robotiques. Application en préparation automatique de commandes."

Nathalie Vincent - Bourges - 14 mai 1997

"Imagerie tridimensionnelle par télémétrie laser - Application en robotique de manipulation "

Alain Rakotomamonjy - Bourges - 15 décembre 1997

Caractérisation de la course à pied - étude de l'impact au sol par une analyse en temps-fréquence - mesure du déroulé du pas.

Sébastien Dumon - Bourges - 9 juillet 1999

Guidage par recalage laser d'un chariot de manutention en milieu industriel structuré

Alain Gourdon - Bourges - 27 novembre 2000

Etude et réalisation d'un robot médical à trois degrés de liberté et axes concourants – Application à la télé-échographie

Joseph Canou - Bourges - 11 décembre 2002

Perception par cartographie locale de l'environnement pour une navigation réactive d'un robot mobile.

Claude Cassier - Bourges – 12 décembre 2002

Application de la réalité virtuelle et augmentée pour la conception et la maintenance de systèmes complexes.

Antonio Domingues - Bourges – 15 juillet 2004

Système embarqué multi-capteurs pour la détection d'obstacles routiers. Développement du prototype et réglage automatique de la chaîne de traitement d'images.

Directions de thèses en cours

Benjamin Albouy : traitement d'images médicales (Thèse encadrée par Sylvie Treuillet)

Anant Choksuriwong : vision robotique (Thèse encadrée par Christophe Rosenberger)

Sébastien Chabrier : Traitement d'images aériennes (Christophe Rosenberger)

Participation à des thèses de doctorat

Shafik Hakima - Bourges - 27 septembre 1990

Contribution à l'étude et à la réalisation de capteurs optiques permettant la commande d'axes de machines-outils

Denis Parzy - Tours - 11 mars 1990

Etude de sténoses par échographie à effet Doppler

Patrick Marconnet - Reims - 25 juin 1993

Suivi de l'endommagement des systèmes de production : définition d'une méthodologie de mise en œuvre d'une maintenance conditionnelle

Danarsono Agus Sumarsono - Bourges - 21 septembre 1993

Onde de pression dans un liquide confiné par un tube souple

Sosthène Ibala - Bourges - 17 décembre 1993

Etudes des oscillations chimiques d'un plasma : thermodynamique et cinétique réactionnelles

Bertrand Beaufrère - Poitiers - 09 décembre 1994

Application de la logique floue à la planification de trajectoires de robots mobiles dans des environnements inconnus

Stephane Luce - Reims - 20 décembre 1994

Amélioration de la disponibilité des équipements de production par l'optimisation de la gestion des stocks de maintenance

Pascal Jadeau - Poitiers - 20 décembre 1995

Développement d'une cellule de programmation hors-ligne de robots de soudage à partir d'une librairie CAO-Robotique

Philippe Montel Marquis - Reims - 21 décembre 1995

Etude de la propagation des vibrations dans les bâtis de machines pour optimiser la mise en place d'une maintenance conditionnelle par analyse vibratoire

Jean-Paul Dron - Reims - 21 décembre 1995

Elaboration et adaptation d'outils pour l'étude et le suivi de l'endommagement de composants mécaniques par analyse vibratoire

Rodolphe Weber - Orsay - 9 janvier 1996

Estimation spectrale de radiosources parasitées à l'aide d'un auto corrélateur fonctionnant en tout ou rien. Application au radiotélescope de Nançay"

Mostapha Lazrak - Poitiers - 18 mars 1996

Nouvelle approche de commande optimale en temps final libre et construction d'algorithmes de commande de systèmes articulés

Wei Shen - Poitiers - 5 juillet 1996

Planification de trajectoires en présence d'obstacles à partir d'images de l'environnement

Vincent Oksenhendler - Rouen - 23 octobre 1997

Développement d'un système optoélectronique de vision 3D pour l'établissement en temps réel de cartes de distances

Stéphane Mousset - Rouen - 23 octobre 1997

Estimation de la vitesse axiale à partir d'une séquence réelle d'images stéréoscopiques

Philippe Drouet - Poitiers - 19 janvier 1999

Modélisation, identification et compensation des erreurs de positionnement de manipulateurs à très haute précision sous charge variable : application à un positionneur médical de patients pour le traitement du cancer par proton thérapie

Natalie Smith-Guérin - Lyon - 20 décembre 2000

Contribution à l'aide robotisée au geste chirurgical ; Nouvelle approche en ophtalmologie

José Gabriel Ramirez-Torres - Poitiers – 22 décembre 2000

Contribution à la planification de trajectoires sans collision de robots mobiles non holonomes – Approche basée sur le calcul de distance dans l'espace des vitesses

Christian Helguera Arello – Poitiers - 5 avril 2001

Contribution à la résolution du problème des minima locaux dans une méthode de planification de trajectoires sans collision pour robots manipulateurs

Marc Espie - Paris – 18 décembre 2001

Quelques problèmes combinatoires et leur implémentation

Fabrice Bolaers - Reims – 19 décembre 2002

Contribution à l'étude et au développement d'un système intégré de suivi de l'endommagement de composants mécaniques sur machines tournantes – Application à la détermination de la durée de vie résiduelle des paliers à roulements dans le cadre d'une maintenance conditionnelle par analyse vibratoire

Olivier Cousinard - Reims – 19 décembre 2002

Contribution à l'étude et au développement d'un système intégré de suivi de l'endommagement de composants mécaniques sur machines tournantes – Application au développement et au choix des outils d'analyse et de mesure vibratoire

Philippe Estocq - Reims – 19 décembre 2004

Une approche méthodologique numérique et expérimentale d'aide à la détection et au suivi vibratoire

Gérard Poisson - Bourges – 9 décembre 2004 (Habilitation à Diriger la Recherche)

Contribution au développement de nouvelles fonctionnalités en robotique

Thèse de Marcel Tronel

Traitement d'images et algorithmes d'extraction de caractéristiques Application à l'étude, par I.R.M., du rachis

Thèse soutenue le **22 janvier 1993**

Jury : André Pavan, Alain Rigolot, Michel Barbaud, Daniel Gay, Michel Mudry, Evariste Sanchez-Palancia et Pierre Marché

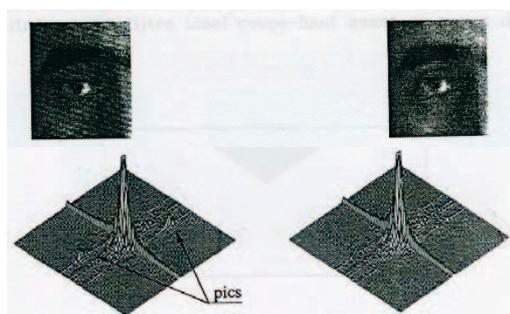
Résumé de la thèse :

L'idée initiatrice de cette thèse est issue d'une discussion entre des chercheurs de notre laboratoire et des médecins de l'hôpital Robert Debré de Paris, en avril 1989. En effet, le Docteur Olivier Badelon, chirurgien en orthopédie infantile regrettait à cette époque de ne pas disposer d'outils informatiques lui permettant une caractérisation objective des déformations du rachis. Il disposait d'images de très bonne qualité obtenues par résonance magnétique nucléaire, mais l'interprétation devait se faire par une stricte observation des images.

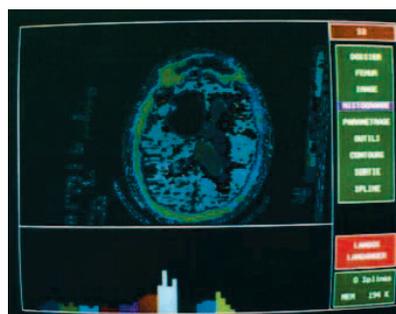
Des outils de traitement d'images, de visualisation et de reconstruction 3D ont été réalisés et appliqués à des images obtenues par différentes techniques (IRM, scanner X, échographie, systèmes de perception de l'environnement robotique, ...).

Un environnement logiciel a été développé pour être utilisé sur des PC-AT avec une carte VGA, il regroupe une centaine de procédures et de fonctions.

Il a également été développé des méthodes de traitement à partir de la transformée de Fourier bidimensionnelle : la Transformée de Fourier Discrète (algorithme de Cooley-Tukey). L'outil a été validé sur des signaux déterministes classiques et sur des signaux modélisant des aspects pratiques (trame, granulométrie, anisotropie, ...), et utilisé pour l'amélioration du rapport signal sur bruit et pour une aide à la décision et à la reconnaissance de forme.



Détramage (fréquentiel) d'une image



Interface graphique de traitement

Thèse de Gérard Poisson

Imagerie tridimensionnelle ultrasonore en perception multisensorielle pour des environnements robotiques

Thèse soutenue le **6 juni 1994**

Jury : Michel Barbaud, André Clément, Manuel Chrisostomo, Daniel Gay, Kepa Mayora, Pierre Marché, André Pavan et Saïd Zeghloul.

Résumé de la thèse :

Les travaux s'inscrivent dans le secteur de la perception tridimensionnelle appliquée à la robotique de manipulation en utilisant différents types de capteurs.

Il s'agit de la première thèse réalisée au laboratoire dans ce domaine.

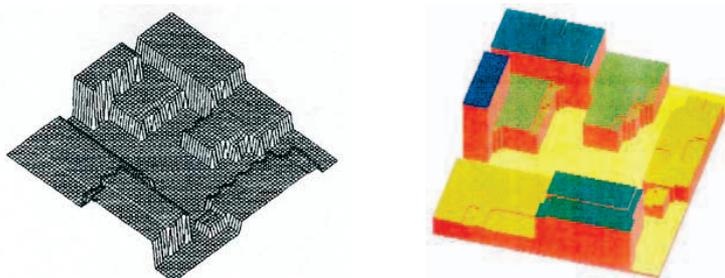
Elle a conduit à la réalisation d'une plate-forme de préparation automatique de commandes dans le cadre du projet PACRET qui répondait à un appel à proposition du Ministère de l'Industrie, et qui a constitué le principal projet du LVR au cours de ses premières années d'existence. Les partenaires impliqués dans ce projet sont issus du monde de la transitique et celui de la robotique (Savoie-NSA, ITMI, AICO...).

L'objectif, au travers ce projet, était de développer un système de perception du proche environnement d'un robot manipulateur, capable de guider ce robot, en temps réel, dans une opération de prise et dépose d'objets manufacturés de forme parallélépipédique disposés en vrac planaire.

Le système de perception ultrasonore développé, permet de cartographier en trois dimensions le volume intérieur d'un carton d'emballage de 400 mm x 600 mm est de son contenu. Ce système, par la seule interprétation d'informations en provenance de capteurs à ultrasons, permet de diriger un robot dans une opération de prise-dépose.

Le système a été intégré à la plate-forme de préparation de commandes.

Ces travaux ont été initiateurs de nombreux autres développements en robotique de manipulation, en robotique médicale et en robotique mobile.



Reconstructions tridimensionnelles d'une scène contenant des objets en vrac planaire



Thèse de Nathalie Vincent

Imagerie tridimensionnelle par télémétrie laser Application en robotique de manipulation

Thèse soutenue le 14 mai 1997

Jury : André Pavan, Jean-Paul Lallemand, Jean-Guy Fontaine, **Léon Kukielka**, Manuel Armada, Gérard Poisson et Pierre Marché

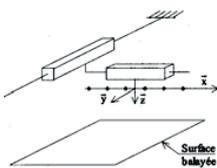
Résumé de la thèse :

Cette thèse montre les capacités de la télémétrie laser en perception tridimensionnelle pour des applications robotiques. L'étude est essentiellement réalisée au travers un projet de préparation automatique de commandes. Les objets à percevoir et localiser sont disposés sur un espace de 400 mm x 400 mm où un robot manipulateur vient les saisir.

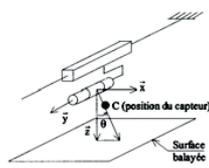
Différents prototypes d'imageurs sont développés afin d'exécuter cette tâche de perception. Le premier d'entre eux, muni d'un dispositif à 2 DDL en translation, a permis de valider le choix technologique d'un télémètre laser et du filtre correcteur élaboré, spécifique du capteur utilisé. La précision de cet imageur le rend compatible avec des applications de numérisation de formes quelconques.

L'introduction d'un mécanisme de balayage à 2 DDL plus performant (translation et rotation combinées) a augmenté la rapidité d'acquisition. La localisation des objets est effectuée par différentes techniques selon la disposition de ces objets dans l'espace de saisie. Lorsque les objets sont en vrac planaire, une fusion des données du télémètre laser avec celles acquises via les capteurs ultrasonores est réalisée.

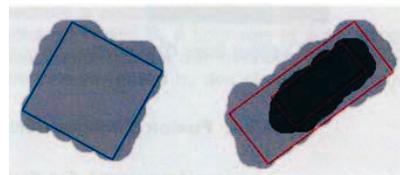
En vrac quelconque, pour des objets parallélépipédiques, à partir des seules mesures laser, les différentes faces des objets sont identifiées et localisées. Pour chacune d'elles un centre de préhension est calculé, permettant la saisie par la ventouse d'un bras manipulateur. Différents tests effectués en conditions réelles valident les traitements proposés.



Imageur à ultrasons



Imageur Laser



Résultat de la fusion (scène réelle)

Thèse de Sébastien Dumon

Guidage par recalage laser d'un chariot de manutention en milieu industriel structuré

Thèse soutenue le 9 juillet 1999

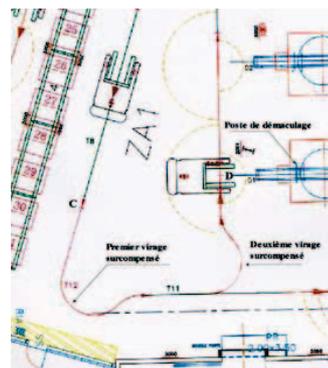
Jury : André Pavan, Saïd Zeghloul, Brahim Sarh, Jean-Luc Thomé, Gérard Poisson et Pierre Marché

Résumé de la thèse :

Cette thèse traite d'un système de guidage par recalage laser de chariots de manutention sans conducteur en milieu industriel structuré. A partir d'un contexte de travail existant, un principe de localisation relative, puis absolue, est proposé. Les performances des capteurs choisis y sont étudiées et leurs limites mises en évidence, notamment en terme de précision et de portée. L'axe principal des travaux présentés concerne la navigation de chariots dans un environnement connu. La création et le suivi de trajectoires répondent aux contraintes et besoins du fonctionnement d'une usine de production, avec une exigence dans le respect des précisions, des gabarits et des cadences. On y introduit le principe de l'antenne virtuelle pour le suivi de ligne droite et la notion de virages « traînes » et de virages « surcompensés ». Une trajectoire particulière est également présentée : le changement de ligne, permettant de relier deux lignes parallèles entre elles. Par ailleurs, un concept d'apprentissage de circuit sur site est décrit, avec l'objectif de le compléter par des outils performants, apparentés notamment à la CAO. La présentation d'applications industrielles vient compléter le mémoire, soulignant ainsi la validité et les limites du système de guidage proposé.



Robot CAIMAN



Trajectoire (industrielle)

Thèse d'Alain Gourdon

Etude et réalisation d'un robot médical à 3 DDL et axes concourants - Application à la télé-échographie

Thèse soutenue le **27 novembre 2000**

Jury : Philippe Coiffet, Maurice Bétemps, Jocelyne Troccaz, Nacer M'Sirdi, Philippe Poignet, Gérard Poisson et Pierre Marché

Résumé de la thèse :

L'échographie fait partie des examens cliniques qui peuvent être pratiqués par l'utilisation de robots téléopérés pour pallier l'absence de spécialistes en imagerie ultrasonore. En réponse à ce besoin, nous avons développé une chaîne robotisée et téléopérée qui permet la pratique d'un examen échographique à distance. Nous avons proposé une architecture maître esclave et conçu un robot porte sonde échographique utilisé près du patient. Au poste esclave, le robot reproduit sur la sonde échographique les mouvements désirés par l'expert. La structure mécanique choisie est constituée d'une chaîne cinématique série à 3 DDL. La transmission de puissance se fait depuis 3 actionneurs fixés sur la bâti du robot, par un double train d'engrenages épicycloïdal conique, permettant d'assurer un mouvement de la sonde avec un centre de rotation situé à l'extrémité de celle-ci.

Au poste maître, le praticien reçoit sur son écran de contrôle les images médicales du patient et spécifie l'orientation souhaitée de la sonde. Nous avons proposé le concept d'une sonde fictive instrumentée d'un capteur de localisation 6D, afin de mesurer le geste du praticien expert pendant l'examen. Ces données, transmises au poste esclave, constituent les consignes de position pour le robot, commandé par le modèle géométrique inverse. Notre système a été validé lors d'une expérience de télé-échographie à longue distance entre la France et le Népal, via l'utilisation du satellite géostationnaire Inmarsat B.

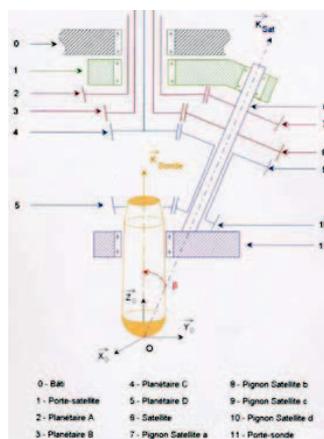


Schéma du robot



Photo du robot

Thèse de Joseph Canou

Perception par cartographie locale de l'environnement pour une navigation réactive d'un robot mobile

Thèse soutenue le **19 décembre 2002**

Jury : Rachid Harba, El Mustapha Mouaddib, James Crowley, Pierre Marché, Cyril Novalés et Gérard Poisson.

Résumé de la thèse :

Cette thèse présente une méthode modulaire de perception par cartographie locale de l'environnement d'un robot mobile autorisant une navigation réactive en milieu inconnu. La première partie est consacrée à l'étude bibliographique des méthodes de représentation de l'environnement utilisées en robotique mobile et aborde également le domaine de la navigation. L'auteur détaille ensuite dans un second chapitre les différents modules de la méthode qu'il propose, à savoir : le traitement des mesures issues des capteurs (télémètres, goniomètre et odomètre), l'agrégation en ensembles de points correspondant à des obstacles, la segmentation et la fusion dans le temps des différentes cartes. Chaque module est construit de façon à minimiser les calculs permettant ainsi d'optimiser le temps de reconstruction de l'environnement. Un troisième partie illustre les résultats de cartographie obtenus dans des environnements statiques puis parcourus d'obstacles mobiles. Le dernier chapitre est consacré à la validation de la méthode de perception proposée par son application à la navigation d'un robot mobile. Cette navigation est de type évitement d'obstacle et utilise un système de partitionnement en zones de risque de l'environnement proche du robot. L'intrusion d'un obstacle dans une de ces zones implique la recherche d'une nouvelle direction libre dans la représentation de l'environnement puis une modification de la trajectoire du robot. Les résultats obtenus lors de la navigation mettent en évidence la fidélité de la représentation de l'environnement ainsi que la capacité de la méthode de perception à interpréter très rapidement les évolutions de cet environnement totalement inconnu.



Robot « Robuter de Robosoft »



Télémétrie embarquée

Thèse d'Anant Choksuriwong

Etude comparative de descripteurs invariants d'objets

Thèse en préparation

Laboratoire Vision et Robotique

Equipe Signal, Image, Vision – groupe Interprétation

Encadrement : Christophe Rosenberger, Maître de conférences à l'ENSI de Bourges, et Bruno Emile, Maître de Conférences à l'IUT de Châteauroux

Résumé de la thèse :

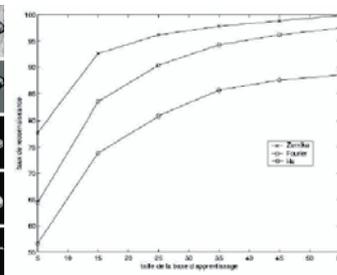
Le travail de thèse concerne l'étude comparative détaillée de 3 descripteurs invariants utilisés pour la reconnaissance d'objets. Des expériences sont entreprises sur une base de données de 7200 images extraites de la base d'images COIL-100. Des expérimentations de reconnaissance sont réalisées en utilisant comme méthode de classification avec apprentissage un séparateur à vaste marge (SVM). De façon à tester la robustesse des descripteurs, différentes perturbations ont été étudiées : bruit, occlusion, variation de luminance, ajout d'un fond (uniforme, bruité ou texture) à l'objet. Les descripteurs examinés sont : les moments de Hu, les moments de Zernike et les descripteurs de Fourier-Mellin. Les résultats expérimentaux illustrent la performance de chaque descripteur en terme de pouvoir discriminant, d'invariance par transformations géométriques et de robustesse vis à vis d'altérations.



Base COIL100 : 100 objets
Avec 14 700 images



exemple d'altération
d'images d'objets



Taux de reconnaissance en fonction
de la taille de la base d'apprentissage

La base de données contient 100 objets, pour chaque objet, on dispose de 72 vues avec des rotations et des échelles différentes, et de 75 images altérées, soit 14700 images.

La figure de droite montre un exemple de classement des trois familles de descripteurs évoluent dans le sens croissant avec la taille de la base d'apprentissage. Pour une taille de 35 objets, les taux de reconnaissance sont respectivement de 97% (Zernike), 93 % (Fourier-Mellin) et 65% (Hu).

Thèse de Benjamin Albouy

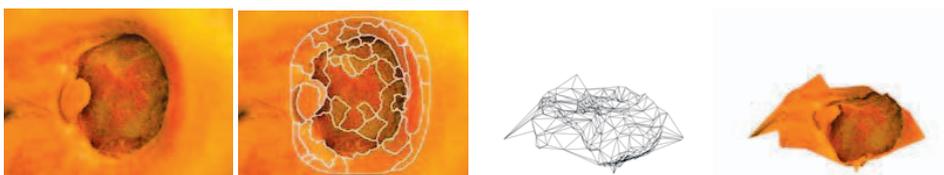
Reconstruction tridimensionnelle d'escarres par stéréovision couleur non calibrée

Thèse en préparation

Encadrement : Yves Lucas, Maître de conférences à l'IUT de Bourges, et Sylvie Treuillet, Maître de conférences à Polytech'Orléans

Résumé de la thèse :

Les soins d'escarres représentent un grand coût pour les hôpitaux et il n'existe à l'heure actuelle aucun système simple d'emploi pour suivre leur évolution. Selon les médecins, l'information tridimensionnelle des escarres est aussi importante que la couleur des tissus biologiques. Nous proposons ici un système de reconstruction tridimensionnelle non calibré à partir de deux images en couleur.



1 - Exemple de cadrage 2 - Segmentation tissulaire 3 - Modèle 3D filaire Modèle 3D texturé

Dans le cadre du projet ESCALE (ESCarre AnaLysE) nous étudions la possibilité de réaliser des mesures avec un simple appareil photo du commerce. La mise en œuvre très simple dissimule un bagage théorique très important axé sur la vision dite non calibrée et des techniques de segmentation avancées. Le programme des travaux s'articule autour de trois volets :

- Classification colorimétrique des tissus : l'utilisation de la vision couleur doit permettre de séparer les différentes zones tissulaires en superposant à l'image brute (1) des contours limitant les zones tissulaires (2). On peut ainsi calculer le pourcentage occupé par chaque stade et en suivre les évolutions locales.
- Relevé 3D : il doit permettre d'effectuer un relevé de la forme tridimensionnelle de l'escarre afin d'en calculer le volume (3) On peut ainsi mettre en évidence certaines évolutions, comme le bourgeonnement, qui se fait toujours de la profondeur vers la superficie. Le placage de la texture naturelle de l'escarre sur ce modèle purement géométrique produit des représentations volumiques d'un réalisme saisissant (4).
- Suivi temporel : à partir d'un modèle 3D constitué par la surface creusée de l'escarre sur laquelle sont identifiées les zones des différents états tissulaires, il s'agit ensuite d'en apprécier les modifications de forme et d'état. On peut alors établir un diagnostic quantitatif, qui guidera le médecin dans ses choix thérapeutiques pendant toute la durée des soins.

Thèse de Sebastien Chabrier

Contribution à l'évaluation de la segmentation d'images

Thèse en préparation

Laboratoire Vision et Robotique

Equipe Signal, Image, Vision – groupe Interprétation

Encadrement : Hélène Laurent et Christophe Rosenberger, Maîtres de conférences à l'ENSI de Bourges

Résumé de la thèse :

Le travail de thèse concerne l'étude des nombreuses méthodes d'évaluation de résultats de segmentation d'images.

La complexité des images à traiter (texture, détails fins, ...) rend difficile la conception d'une méthode générale. De plus, il est difficile de dire si une méthode de segmentation est meilleure qu'une autre dans un contexte donné. Pour évaluer ces méthodes, des critères d'évaluation ont été développés dans la littérature. Ils peuvent utiliser ou non une information a priori sur les données à segmenter. Cependant, rien ne nous garantit la fiabilité des critères dans une situation donnée. Pour palier ce manque, une étude des méthodes d'évaluation de résultats de segmentation a été réalisée comprenant un état de l'art ainsi qu'une étude comparative des meilleurs critères de la littérature.

Par la suite, les critères qui se sont avérés les plus performants ont fait l'objet d'une autre étude visant à les améliorer, en les combinant et en y apportant des modifications.

L'objectif final est d'appliquer ces résultats à des cas concrets. On peut alors citer diverses applications comme :

- la comparaison et l'évaluation de divers résultats de segmentations d'un nouvel algorithme de segmentation,
- la définition de nouvelles méthodes de segmentation par optimisation du critère d'évaluation,
- la détermination des meilleurs paramètres d'un algorithme de segmentation pour le traitement d'une image,
- la généralisation au cas des images multi composantes (SPOT, CAS1 ...).

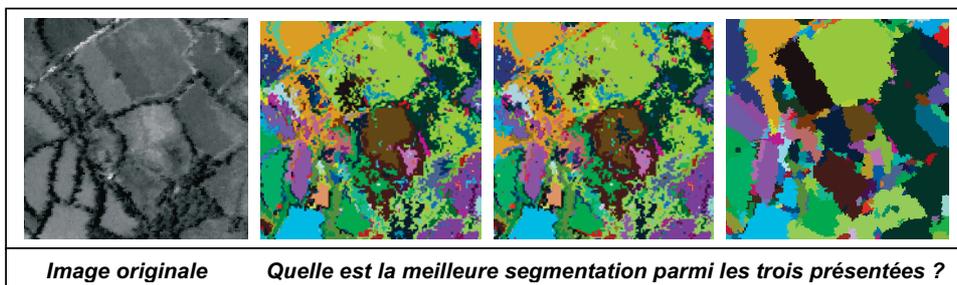


Image originale

Quelle est la meilleure segmentation parmi les trois présentées ?

8 - Publications

Publications avec comité de lecture

- 01 - Détection de H₂CO dans l'atmosphère par spectroscopie infrarouge à partir du sol - P. Marché, A. Barbe, A. Bekaddour, C. Secroun et P. Jouve, C.R. Acad. Sci., 288 B (1979) 213
- 02 - Measurements of tropospheric and stratospheric H₂CO by an infrared technique - A. Barbe, P. Marché, C. Secroun et P. Jouve, Geoph. RES Letters, 6 (1979) 463
- 03 - Mesures de HF et de HCl dans l'atmosphère par spectroscopie infrarouge à partir du sol - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun et P. Jouve, C.R. Acad. Sci., 290 (1980) 369
- 04 - Ground based measurements of HCl - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun et P. Jouve, Geoph. RES. Letters, 7, 11 (1980) 869
- 05 - Intensities and air broadening coefficients of O₃ - C. Meunier, P. Marché et A. Barbe, J. Molec. Spectr., 95 (1982) 271
- 06 - Total atmospheric ozone measured by ground high-resolution infrared spectra, comparison with Dobson measurements - P. Marché, C. Meunier, A. Barbe et P. Jouve, Planet. Space Sci., 31, 7 (1983) 723
- 07 - Tropospheric, stratospheric and mesospheric ozone observed with Umkher methods - P. Marché, C. Meunier, A. Bekaddour et P. Jouve, Planet. Space Sci., 31, 7 (1983) 729
- 08 - Atmospheric trace species measured above Haute Provence Observatory - P. Marché et C. Meunier, Planet. Space Sci., 31, 7 (1983) 731
- 09 - Comparison of ozone vertical distributions measured by different techniques at mesospheric altitudes - N. Monnanteuil, J. De La Noé et P. Marché, Planet. Space Sci., 31, 7 (1983) 809
- 10 - Measurements of total ozone: intercomparison of data from a variety of instruments; June 1981 A. Matthews et P. Marché, Planet. Space Sci., 31, 7 (1983) 787
- 11 - Variation avec la température des coefficients d'élargissement des raies de l'ozone par l'oxygène et l'air, pour la bande $\nu_1+\nu_3$ - A. Barbe, P. Marché, C. Meunier et P. Jouve, J. Physique, 44 (1983) 1015
- 12 - Sections efficaces absolues de l'ozone à 298 K aux longueurs d'onde de la lampe au mercure : Etude critique des données expérimentales existantes - J. Brion, D. Daumont, J. Malicet et P. Marché, J. Physique LETT., 46 (1985) 105
- 13 - Obtention du profil de concentration de N₂O, à partir de mesures dans le domaine infrarouge faites à partir du sol - A. Barbe et P. Marché, C. R. Acad. Sci., 300, 2 (1985)
- 14 - Concentrations of hydrogen chlorine and hydrogen fluorine measured during the MAP/GLOBUS 1983 campaign - R. Zander, G. Roland, L. Delbouille, A. J. Sauval, P. Marché et F. Karcher, Planet. Space Sci. (1987)

- 15 - Remote and ground-based measurements of ozone profiles during the MAP/GLOBUS 1983 campaign - J. De La Noé, J. Brillet, C. Turati, G. Mégie, J. Pelon, P. Marché, A. Barbe, C.J. Gibbins, A.W.J DAWKINS et W. A. Matthews, Planet. Space Sci. (1987)
- 16 - Ozone sonde and Dobson spectrometer data obtained during the MAP/GLOBUS 1983 campaign over Western Europe - W. Attmannspacher, J. Cisneros, H. Claude, C. De Bakker, D. De Muer, R. Hartmannsgrubber, F. Karcher, P. Marché, G. Mégie et R. Reiter, Planet. Space Sci. (1987)
- 17 - General comparison of ozone vertical profiles obtained by various techniques during the 1983 MAP/GLOBUS campaign - W. A. Matthews, P. Aïmedieu, W. Attmannspacher, W. Kohmyr, P. Marché, G. Mégie, J. De La Noé, P. Rigaud, D. Robbins et P. Simon, Planet. Space Sci. (1987)
- 18 - Measurements of stratospheric ozone during the 1985 MAP/GLOBUS NO_x campaign - D. Robbins, P. Aïmedieu, J. P. Pommereau, N. Iwagami, K. Shibasaki, T. Ogawa, M. Koike, P. Marché, J. Naudet, P. Rigaud, D. Huguenin, J. Lenoble et G. Maddrea Jr, J. of Geophys. Research (1988)
- 19 - Etude de l'appareil locomoteur du nouveau-né par imagerie échographique - B. Migeon, M. Tronel et P. Marché, Innov. Techn. Biol. & Médec. 13, 1 (1992) 1-13
- 20 - Reconstruction de plans de coupe en échographie par traitement d'images radiales - B. Migeon et P. Marché, Innov. Techn. Biol. & Médec. 13, 3 (1992) 292-304
- 21 - Développement d'un imageur à ultrasons - G. Poisson, P. Debord et P. Marché, RAPA, 5,4 (1992) 27-44
- 22 - Un exemple d'utilisation de l'analyse temps-fréquence pour l'aide à la détection des potentiels tardifs sur l'ECG - M. Barbaud, M. Tronel, A. Le Bolloc'h et P. Marché, Innov. Techn. Biol. & Médec. 15, 2 (1994) 205-214
- 23 - Représentation surfacique 3D d'os longs des membres à partir de coupes de tomographie ultrasonore - B. Migeon et P. Marché, Innov. Techn. Biol. & Médec., 15, 6 (1994) 693-706
- 24 - Interpolation de contours baryétoilés pour la création de listes de voxels: application à la visualisation 3D d'os longs des membres - B. Migeon, P. Vieyres et P. Marché, Rev. Int. de CFAO et d'Infographie, 9, 4 (1994) 579-587
- 25 - Imagerie tridimensionnelle par télémétrie laser - N. Vincent, G. Poisson, et P. Marché, RAPA, 8, 6 (1995)
- 26 - Perception multisensorielle en robotique par fusion d'images de télémétrie laser et ultrasonore
N. Vincent, G. Poisson, P. Debord et P. Marché, RAPA, 8, 2-3 (1995) 169-180
- 27- Attribution de pseudo couleurs par traitements fréquentiels - M. Barbaud, M. Tronel et P. Marché, RAPA, 8, 2-3 (1995) 211-216
- 28 - Commande de processus de traitements superficiels utilisant la logique floue - W. Kacalak, L. Kukielka et P. Marché, RAPA, 8, 2-3 (1995) 377-382

Publications

- 29 - An adaptive smoothing filter for URTURIP Images applying the maximum entropy principle B. Migeon, V. SERFATY, M. GORKANI et P. Marché, IEEE Engineering in Medicine and Biology, (1995) 762-765
- 30 - A simple solution for removing echo bars for URTURIP Technique - B. Migeon, P. Vieyres et P. Marché, Acoustical Imaging, 22 (1995) 543-548
- 31 - L'œil du robot - G. Poisson, M. Tronel et P. Marché, Quadrature, 24 (1996) 3-6
- 32 - La mesure 3D par vision artificielle : à vue d'œil, en un coup d'œil - Y. Lucas, G. Poisson et P. Marché, Quadrature, 24, (1996), 29-32
- 33 - In vitro 3D reconstruction of long bones using B-scan image processing - B. Migeon, P. Marché, Medical & Biological Engineering & Computing, 35, 4 (1997) 369-372
- 34 - Système embarqué de mesure des pressions plantaires - A. Rakotomamonjy, M. Barbaud, M. Tronel, P. Marché, Innov. Tech. Biol. Med., 18, 3 (1997) 179-186
- 35 - Détection automatique de potentiels tardifs par la transformée de Wigner-Ville et un réseau de neurone - A. Rakotomamonjy, B. Migeon, P. Marché, Innov. Tech. Biol. Med., 18, 2 (1997) 87-94
- 36 - Une nouvelle méthode de mesure de l'amortissement pendant la course : l'analyse temps-fréquence - A. Rakotomamonjy, M. Barbaud, M. Tronel, P. Marché, J.M. Rivière, Cinesiologie 36, 6 (1997) 1-5
- 37 - Calibration for the URTURIP Technique using an energy minimization method - B. Migeon, P. Deforge et P. Marché. Acoustical Imaging, 23 (1998) 119-124
- 38 - Automated neural network detection of wavelet pre-processed late potentials - A. Rakotomamonjy, B. Migeon, P. Marché, Med. Biol. Eng. Comp. 36, 3 (1998) 346-350
- 39 - Calibration of an ultrasound scanner based on the URTURIP technique using a least square method - B. Migeon, P. Deforge, P. Marché, Computer Methods in Biomechanics & Biomedical Engineering, Gordon and Breach (1998) 823-829
- 40 - Wavelet-based enhancement of the signal average ECG for late potential detection - A. Rakotomamonjy, D. Coast, P. Marché, Medical & Biological Engineering & Computing (1999)
- 41 - Wavelet-based speckle noise reduction in ultrasound B-scan images - A. Rakotomamonjy, Philippe Deforge, P. Marché, Ultrasonic Imaging, 22 (2000)
- 42 - Système de vision embarqué pour la détection d'obstacles routiers - Y. Lucas, A. Domingues, M. Boubal, P. Marché, Techniques de l'Ingénieur - Recherche & Innovation. IN 24, 11 (2004) 1-9
- 43 - The measurements and adjustment of chain to quick measurement of image for detection of road obstacles - A. Domingues, Y. Lucas, S. TREUILLET, P. Marché, Modern Techniques and Technologies - Koszalin, N°33 (2004) ISSN 1640-4572, 43-56.

Autres publications et travaux

- 01 - Etude d'une caméra infrarouge dans la fenêtre atmosphérique de 10 microns - P. Marché - D.E.A. Reims 1974
- 02 - Mesure de la distribution des températures dans le faisceau de chaleur distribué par un convecteur - P. Marché et M. Larzillière – *Chauf. Vent. Cond.*, 8 (1976) 11
- 03 - Etude de l'émission thermique des solides par spectroscopie infrarouge - P. Marché - Doctorat de spécialité - Reims 1976
- 04 - Etude de l'émission thermique des solides. Application à la Calcite - P. Marché et P. Jouve - *Annales ARERS*, 14 (1976) 09
- 05 - Contribution à l'étude des composés minoritaires atmosphériques par spectroscopie infrarouge
P. Marché - Doctorat d'Etat - Reims 1980
- 06 - Contribution au plan mondial d'action sur la couche d'ozone, rapport pour la France - P. Marché et P. Jouve - Copenhague 1981
- 07 - Chirurgie assistée par ordinateur - J. B. Thiebault, J. Henrion, J. F. Uhl et P. Marché, *Expert Systems and Medical Imaging*, R. Moreau Ed., SPRINGER-VERLAG, 1989
- 08 - De la manutention à la transitique - P. Marché, *Cahiers du SIRITT*, 3 (1990) 29
- 09 - Visionique : Systèmes industriels et recherche appliquée - P. Marché, *Cahiers du SIRITT*, 3 (1990) 53
- 10 - Mesures tridimensionnelles en robotique : Application à la préparation de commandes
P. Marché, *Cahiers du SIRITT*, 4 (1991) 45
- 11 - Mesures d'ozone dans l'atmosphère - P. Marché, *Cahiers du SIRITT*, 4 (1991) 47
- 12 - Scanner à ultrasons - Application à l'orthopédie infantile - P. Marché et B. Migeon, *Cahiers du SIRITT*, 5 (1992) 48
- 13 - Télémètre à analyse de Fourier - M. Barbaud, M. Szpieg, M. Tronel et P. Marché, *Technologies et formations*, 55 (1994) 44-47
- 14 - Formation, recherche et transferts de technologie en transitique - P. Marché, *Revue de l'Electricité et de l'Electronique*, 6 (1995) 23-25

Brevets d'invention

- 01 - Procédé et dispositif de mesure de la distribution des températures dans le faisceau diffusé par une source de chaleur - M. Larzillière, P. Marché et C. ARRIBAS
Brevet d'invention N° 76-17464
- 02 - Trieur pour convoyeur - P. Marché, E. BEULIN et M. MERCIER
Brevet d'invention N° 90-07432, juin 1990.

Communications

(dont 7 comme conférencier invité – indiquées : **P. Marché**)

01 - Atmospheric absorption spectrum in the 4.75 microns region - A. Barbe, P. Marché, C. Secroun et P. Jouve, 5^{ème} colloque sur la spectroscopie moléculaire à haute résolution - Tours, septembre 1977

02 - Identification de composés minoritaires par spectroscopie infrarouge à haute résolution - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun et P. Jouve, 6^{ème} colloque sur la spectroscopie Moléculaire à haute résolution - Tours, septembre 1979

03 - Measurements of atmospheric H₂CO using a ground based infrared high-resolution technique - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun et P. Jouve, NATO advanced program - Faro, Portugal, October 1979

04 - Total column concentration of ozone from high-resolution infrared observations - A. Barbe, P. Marché, C. Secroun et P. Jouve, NATO advanced program, Faro, Portugal, October 1979

05 - Atmospheric sounding with high-resolution infrared spectroscopy - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun et P. Jouve, NATO advanced program, Faro, Portugal, October 1979

06 - Ground based atmospheric spectroscopy - A. Barbe, P. Marché et C. Secroun, 35th symposium on molecular spectroscopy, Ohio state university, Columbus, U.S.A., juillet 1980

07 - Mesures de HCl dans l'atmosphère, par spectroscopie infrarouge, à partie du sol - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun et P. Jouve, symposium on atmospheric ozone, Boulder, U.S.A, août 1980

08 - Application des techniques infrarouges à l'étude de l'ozone atmosphérique - C. Secroun, A. Barbe, P. Marché et P. Jouve, symposium on atmospheric ozone, Boulder, U.S.A., août 1980

09 - Etude de la composition chimique de l'atmosphère par spectroscopie infrarouge à haute résolution - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun et P. Jouve, radiative processes in the atmosphere, Fort Collins, U.S.A., août 1980

10 - Vertical profiles of HCl obtained from ground measurements - P. Marché, A. Barbe, C. Secroun, J. Corr et P. Jouve, Radiative Processes in the Atmosphere, Fort Collins, U.S.A., août 1980

11 - New data on ozone in the 5 microns range: line strengths and air broadening coefficients - A. Barbe, P. Marché, C. Secroun et C. Meunier, 36th Symposium on Molecular Spectroscopy, COLUMBUS, U.S.A., 1981

12 - Infrared spectroscopic measurements of ozone, chlorine, fluorine and NO compounds - **P. Marché**, Fluorocarbon Program Meeting, C.M.A., Heidelberg, Allemagne, avril 1982

13 - Intercomparison between total atmospheric ozone obtained by an infrared spectrometer and a Dobson instrument - **P. Marché**, Meeting of experts to consider the reevaluation of standard ozone cross-sections, W.M.O., Washington, U.S.A., November 1983

-
- 14 - Total atmospheric ozone measured by ground based high-resolution infrared spectroscopy - A. Barbe et P. Marché, congrès international sur les ondes millimétriques et infrarouges, Marseille, février 1983
- 15 - Etude de la composition chimique de l'atmosphère par spectroscopie infrarouge à partir du sol
P. Marché, 6^{ème} congrès mondial pour la qualité de l'air, Paris, mai 1983
- 16 - Umkher observation of the ozone layer and infrared measurements of stratospheric and tropospheric minor constituents - P. Marché, fluorocarbon program Meeting, C.M.A., Berlin, Allemagne, October 1983
- 17 - Vertical ozone profiles obtained by Umkher methods during the 1983 MAP/GLOBUS Campaign
P. Marché, MAP/GLOBUS post flight meeting, Munich, Allemagne, janvier 1984
- 18 - Surveillance de l'ozone atmosphérique, par spectrophotométrie ultraviolette et spectroscopie infrarouge - P. Marché et A. Barbe, colloque d'évaluation et de prospective, O.H.P., France, juin 1985
- 19 - Ozone monitoring at the Haute Provence Observatory - P. Marché et A. Barbe, fluorocarbon program meeting, C.M.A., Arles, France, octobre 1985
- 20 - Remote and ground based measurements of ozone profiles during the 1983 MAP/GLOBUS Campaign - J. De La Noé, J. Brillet, C. Turati, G. Mégie, J. Pelon, P. Marché, A. Barbe, C. J. Gibbins et A.W.J. Dawkins, XXV^{ième} COSPAR, Toulouse, juillet 1986
- 21 - Trace gases monitoring at Haute Provence Observatory - P. Marché, meeting of experts of the greenhouse effect, Toronto, Canada, September 1986
- 22 - Comparison of stratospheric and mesospheric profiles obtained by ground based and satellite observations - J. De La Noé, T. Ogawa et P. Marché, congrès I.U.G.G., VANCOUVER, août 1987
- 23 - Comparison of stratospheric ozone profiles obtained during the MAP/GLOBUS NOx Campaign, 1985 - D. ROBINS, N. Iwagami, K. SHIBAZAKI, G. Mégie, J. Pelon, P. Marché, T. Ogawa, J. Lenoble, Mc CORMICK, P. Aimedieu, congrès I.U.G.G., VANCOUVER, août 1987
- 24 - Du scanner au patient en salle d'opération : une interface PC ? - J.B. Thiebault, J.F. Uhl, J. Henrion, P. Marché, M. Scriban, M. Thurel, M. Bègue et M. Tamisier, congrès international imagerie médicale et systèmes experts appliqués à la médecine, Lyon 10-12 mars 1988
- 25 - Prototype d'interface patient-modèle : un outil d'application de l'imagerie médicale sur micro-ordinateur - J.B. Thiebault, J.F. Uhl, J. Henrion, P. Marché, M. Scriban, M. Thurel, M. Bègue et M. Tamisier, congrès intelligence artificielle et imagerie médicale, Strasbourg, 17-19 mars 1988
- 26 - Applications de la vision à l'imagerie médicale - J.F. Uhl, J.B. Thiebault, J. Henrion et P. Marché, Journée Vision, Bourges, 20 octobre 1988
- 27 - PACRET : Vision tridimensionnelle et imagerie ultrasonore - P. Marché et G. Poisson, Colloque imagerie industrielle, Saint Ouen, mars 1992

Publications

- 28 - Acquisition et traitement de l'image - Applications médicales et industrielles - P. Marché, Journée VISI'93, Bourges, (1993) 1-5
- 29 - Reconstruction 3D de structures anatomiques par tomographie ultrasonore - B. Migeon, P. Vieyres, P. Marché, G. Loubrieu et O. Badelon, Journée VISI'93, Bourges (1993) 6-12
- 30 - La télémétrie Ultrasonore en reconnaissance de formes - G. Poisson, P. Debord et P. Marché, Journée VISI'93, Bourges (1993) 27-32
- 31- Tomographie ultrasonore par traitement d'images radiales: application à l'imagerie médicale - B. Migeon, P. Vieyres et P. Marché, 3CFA'94, Toulouse, mai 1994
- 32 - Three-dimensional environmental perception for the automated preparation of orders - G. Poisson, P. Debord et P. Marché, AGI'94, Poitiers, juin 1994
- 33 - Formation et recherche en transitique - P. Marché et G. Poisson, journées Automation, Paris (1994) 143-161
- 34 - Perception tridimensionnelle de l'environnement pour l'automatisation de la préparation de commandes - G. Poisson, F. Ossant, P. Debord et P. Marché, 2^{ème} conférence internationale sur l'automatisation industrielle, Nancy (1995) 551-556
- 35 - La technique *URTURIP* au service de la reconstruction 3D d'os longs. - B. Migeon, J.M. Boniface et P. Marché, symposium d'imagerie 3D en orthopédie-traumatologie, Toulouse, mai 1995
- 36 - A simple solution for removing echo bars for URTURIP technique - B. Migeon, P. Vieyres et P. Marché, 22nd international symposium on acoustical imagin, Florence, Italie, septembre 1995
- 37 - Mesure échographiques des sections droites d'une conduite collabable verticale en écoulement permanent - B. Migeon, A. Langlet, J.M. Boniface, P. Vieyres et P. Marché, XX^{me} congrès de la société de biomécanique, Lausanne, 103 (1995) 155
- 38 - Caractérisation fine du pic d'impact par une approche temps-fréquence - A. Rakotomamonjy, M. Barbaud, M. Tronel, P. Marché et J.M. Rivière, XX^{me} congrès de la société de biomécanique, Lausanne, 103 (1995)
- 39 - A simple solution for removing echo bars for URTURIP Technique - B. Migeon, P. Vieyres et P. Marché, 22nd international symposium on acoustical imagin, Florence, Italie, septembre 1995.
- 40 - Chariot autonome intelligent pour la manutention - P. Marché, S. Dumon, Y. Lucas, P. Debord et G. Poisson, 1^{er} colloque international PR-SEA, Bourges (1995) 85-90
- 41 - Echographic image processing for reconstructing long bones - B. Migeon, et P. Marché, Proc. of 17th annual international conference IEEE-EMBS, Montreal (1995)
- 42 - Reconstruction 2D et 3D des os longs des membres par traitement d'images échographiques
O.Badelon, B.Migeon, P. Marché, I. Legrand, M. Hassan, congrès annuel de la société française de radiologie et de la société française de chirurgie orthopédique et traumatologique, Paris (1995)

- 43 - Perception tridimensionnelle par vision artificielle et télémétrie ultrasonore en préparation automatique de commandes - G. Poisson, P. Debord, M. Szpieg et P. Marché, séminaire franco-polonais de l'université de Koszalin, Pologne (1996)
- 44 - Fusion multisensorielle et segmentation d'images 3D pour la localisation d'objets en vrac N. Vincent, G. Poisson et P. Marché. AGI'96, Tours (1996) 403-406
- 45 - Génération d'images de hauteurs par pavage de Voronoï à partir de mesures télémétriques ultrasonores - G. Poisson, M. Tronel, P. Marché, CNR-IUT, Clermont-Ferrand (1996) 229-236
- 46 - Non linear modelisation of the viscoelastic behaviour of the heel pad during the heel strike A. Rakotomamonjy, M. Barbaud, P. Marché, proc. of 10th conference of the european society of biomechanics, Leuven (1996)
- 47 - Le problème de calibrage en vision artificielle : cas d'un système de vision active 3D Y. Lucas et P. Marché, Colloque CNRIUT, Clermont-Ferrand (1996) 175-185
- 48 - Echographic measurements of the wall geometry in a thin-walled tube undergoing vertical steady flow - A. Langlet, B. Migeon, P. Marché, proc. of 10th conference of the european society of biomechanics, Leuven (1996)
- 49 - Late potentials recognition by using Wigner-Ville distribution and a neural network - A. Rakotomamonjy, B. Migeon, P. Marché, Proc. of the 18th international conference IEEE-EMBS, Amsterdam (1996)
- 50 - Dynamic path correction for an autonomous robot using a laser scanning system - Y. Lucas, A. Gourdon, G. Poisson et P. Marché, 2nd ECPD international Conference on advanced robotics intelligent automation and active systems, Vienne, Autriche (1996)
- 51 - Calibration du système d'acquisition d'un scanner à ultrasons médical basé sur la technique URTURIP - P. Deforge, B. Migeon, P. Marché, 4^{ème} congrès français d'acoustique, Marseille, avril (1997)
- 52 - Lois de commande et mouvements - Application au recalage automatique de trajectoire d'un robot mobile tricycle - Y. Parmantier, Y. Lucas, G. Poisson, P. Marché, CNRIUT, Toulouse, 1997
- 53 - Guidage et correction de trajectoires pour un chariot mobile autonome en environnement industriel - Y. Parmantier, L. Crespeau, S. Dumon, G. Poisson, P. Marché, l'AUM 97, Poitiers (1997)
- 54 - Caractérisation du déroulé du pas en dynamique par un système embarqué de mesure des pressions plantaires - A. Rakotomamonjy, J.M. Rivière, M. Barbaud, M. Tronel et P. Marché, XVII^o congrès de la SFMS, Caen, 1997
- 55 - Time frequency analysis of impact shock during running, - A. Rakotomamonjy, M. Barbaud, M. Tronel et P. Marché, proceedings ISB footwear group symposium, Tokyo, 1997
- 56 - A faster reference calibration for an ultrasound scanner using a combination of two methods P. Deforge, B. Migeon, P. Marché, world congress on medical physics and biomedical engineering published in supplement of Medical & Biological Engineering & Computing, Vol. 35, Nice, 1997.

57 - Calibration of an ultrasound scanner based on the URTURIP Technique using a least squares method – B. Migeon, P. Deforge, P. Marché, Proc. of the 3rd international symposium on computer methods in biomechanics and biomedical engineering, Barcelone, Spain, Mai 1997.

58 - Commande d'un chariot mobile autonome en environnement industriel - Y. Parmantier, L. Nouaille, G. Poisson, P. Marché, 2^{ème} colloque national de productique, Casablanca, Maroc, 13-14 novembre 1997.

59 - Un exemple d'automatisation : le projet PACRET - N. Vincent, G. Poisson, P. Marché, 2^{ème} colloque national de productique, Casablanca, Maroc, 13-14 novembre 1997.

60 - Perception de l'environnement pour la robotique : Les capteurs à ultrasons - G. Poisson et P. Marché. 2^{ème} symposium international sur les capteurs et leurs applications industrielles; Gabès, Tunisie, mai 1997, 11-22

62 – A spline contour interpolation for the 3D reconstruction of the geometry in a thin walled elastic tube - B. Migeon, R. Charreyron, P. Deforge, A. Langlet, J. Renard, P. Marché, world congress on medical physics and biomedical engineering, supplement of Medical & Biological Engineering & Computing, 35 (1997) 14-19

63 – Calibration du système d'acquisition d'un scanner à ultrasons médical base sur la technique URTURIP - P. Deforge, B. Migeon, P. Marché, 4^{ème} congrès français d'acoustique, Marseille, avril 1997

64 – Wavelet transform comparison for neural network based detection of late potentials. A. Rakotomamonjy, B. Migeon, P. Marché, world congress on medical physics and biomedical engineering, supplement of Medical & Biological Engineering & Computing, 35,1 (1997) 524

65 – A spline contour interpolation for the 3D reconstruction of the geometry in a thin walled elastic tube - B. Migeon, R. Charreyron, P. Deforge, A. Langlet, J. Renard, P. Marché, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, supplement of Medical & Biological Engineering & Computing, 35,1 (1997) 14-19

66 – Influence of the temperature on the calibration of the URTURIP Technique - P. Deforge, B. Migeon, P. Marché, EUROSON'98, 10th Congress of EFSUMB, Tours, mars 1998

67 – Improvement of morphology-based interpolation - B. Migeon, R. Charreyron, P. Deforge, P. Marché, 20th Annual International Conference IEEE-EMBS'98, Hong-Kong, November 1998

68 – A contour association method for the 3D reconstruction of long bones obtained with the URTURIP technique - B. Migeon, P. Deforge, P. Marché, 20th annual international conference IEEE-EMBS'98, Hong-Kong, November 1998

69 – Calibration of the URTURIP technique - B. Migeon, P. Deforge, P. Marché, 24th International symposium on acoustical imaging, Santa Barbara, September 1998

70 – Wavelet-based enhancement of lesion detectability in ultrasound B-scan images. A. Rakotomamonjy, P. Marché, 20th annual international conference IEEE-EMBS'98, Hong-Kong, November 1998

71 – Mesure de volume sans contact en environnement industriel par vision 3D - D. Baudrier, Y. Lucas, G. Poisson, P. Marché, CNR IUT 1998, Fontainebleau, 369-382

- 72 – Interpolation de contours en imagerie médicale - B. Migeon, R. Charreyron, F. BOISSE, P. Deforge, P. Marché, 9ème Forum JC-GBM, Brest, 1998
- 73 – Un exemple pratique d'analyse en temps fréquence : étude d'impact au sol en course à pied.
A. Rakotomamonjy, M. Barbaud, M. Tronel, P. Marché, J-M. Rivière, CNR IUT 1998, Fontainebleau
- 74 – Robotic system for ultrasound scanning.
A. Gourdon, Ph. Poignet, G. Poisson, Y. Parmantier, P. Marché, EMBEC, Vienne, 1999
- 75 – A new robotic mechanism for medical application - A. Gourdon, Ph. Poignet, G. Poisson, P. Vieyres, P. Marché, IEEE intern. conference on advanced intelligence mecatronics, Atlanta, 1999
- 76 – Mixture of textures: How do the textures features derived from the co-occurrence matrix vary ?
A. Rakotomamonjy, P. Deforge, P. Marché, systemics cybernetics, informatics, Orlando, 1999
- 77 – Mécanique et cinématique d'un système robotisé pour échographie ultrasonore.
A. Gourdon, G. Poisson, Ph. Poignet, Y. Parmantier, P. Marché, AUM, Toulouse, 1999
- 78 – Modélisation de l'environnement d'un robot mobile à partir des informations issues de deux capteurs ultrasonores - J. Canou, C. Novalès, G. Poisson, P. Marché, CNR IUT 99, Aix en Provence, 1999
- 79 – Loss prevention in France: an overview of the political and administrative organisation as well as the research activities related to dust and gaseous explosions - **P. Marché**, P. Gillard, I. Sochet, international symposium explosion 2000, Tsukuba, Japon, novembre 2000
- 80 – Correction of zoomed morphology based interpolation of contours - C. Migeon, C. Rosenberger, P. Marché, IEEE International conference on engineering in medicine and biology society, Istanbul 2001
- 81 – Résolution spatiale d'un système de vision 3D – Application au relevé anatomique sur podoscope - Y. Lucas, F. Boiteux, P. Marché, J.C. Pichaud, CNR IUT, 2000
- 82 – Détection et suivi d'obstacles en temps réel par un système embarqué multicapteurs.
A. Domingues, Y. Lucas, D. Baudrier, P. Marché, GRETSI'2001, Toulouse
- 83 – Correction of zoomed morphology based interpolation of contours - C. Migeon, C. Rosenberger, P. Marché, IEEE International Conference on Engineering in Medicine and Biologie Society, Istanbul 2001
- 84 – Simulation de blocs opératoires en synthèse d'images - C. Cassier, P. Marché, TAIMA 2001, Hammamet
- 85 – Comparaison de différentes méthodes pour la segmentation et l'analyse de documents.
C. Cassier, C. Rosenberger, J-P. Louboutin, P. Marché, TAIMA 2001 Hammamet
- 86 – Formulation of maximized weighted averages in IRTURIP technique.
C. Migeon, P. Deforge, P. Marché, IEEE International Conference on Engineering in Medicine and Biologie Society, Istanbul 2001

Publications

87 – The virtual reality for the design of complex systems, application to the 3D operative room simulation - C. Cassier, A. Ferreira, P. Marché, 7th Intern. Conf. On Virtual Systems and Multimedia, Berkeley, 2001

88 – Teleoperation of an industrial system - A. Benali, C. Rosenberger, P. Marché, 12th international symposium on measurement and control in robotics, Bourges, 2002

89 – Real time obstacle detection and tracking for an intelligent vehicle using an embedded multi-sensor system - A. Domingues, Y. Lucas, D. Baudrier, P. Marché, 12th International symposium on measurement and control in robotics, Bourges, 2002

90 - Etude comparative de critères d'évaluation de la segmentation
H. Laurent, S. Chabrier, C. Rosenberger, B. Emile, P. Marché, GRETSI, 19th symposium on Signal and Image Processing, Paris, 8-11 sept. 2003, Vol.3, 150-153

91 - Unsupervised evaluation of image segmentation: Application to multi-spectral images
S. Cabrier, B. Emile, H. Laurent, C. Rosenberger, P. Marché, International Conference on Pattern Recognition, 3, Cambridge, 2004, 576-579

92 - Evaluating the segmentation result of a gray-level image
S. Chabrier, C. Rosenberger, H. Laurent, B. Emile, P. Marché, EUSIPCO, Vienne, 2004, 953-956

93 - A comparative study of supervised evaluation criteria for image segmentation
S. Chabrier, H. Laurent, B. Emile, C. Rosenberger, P. Marché, EUSIPCO, Vienne, 2004, 1143-1146